

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS PORTUARIAS



**“ANÁLISIS HIDRÁULICO DESEMBOCADURA RÍO ITATA,
COMUNAS DE TREHUACO Y COELEMU – REGIÓN DEL
ÑUBLE”**

**ETAPA 1
RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES EXISTENTES Y
TRABAJOS DE TERRENO**

INFORME FINAL

**VOLUMEN 1
Memoria
Anexos 1 al 7**

FEBRERO 2020

GS I PU201901



INGENIERIA

LOS CASTAÑOS Nº 199
FONO (32) 2177020 - FAX (32) 2177048
Viña del Mar
e-mail: gsi@gsi.cl
web: www.gsi.cl





ANÁLISIS HIDRÁULICO DESEMBOCADURA RÍO ITATA, COMUNAS DE TREHUACO Y COELEMU – REGIÓN DEL ÑUBLE

ETAPA 1

RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES EXISTENTES Y TRABAJOS DE TERRENO

CONTROL INTERNO

Rev.	Elaboró			Revisó			Aprobó			Observaciones
	Nombre	Fecha	Firma	Nombre	Fecha	Firma	Nombre	Fecha	Firma	
A	CCM	16.05.19		JGM	23.05.19					Entrega Interna
B	CCM	28.05.19		JGM	29.05.19		HVB	31.05.19		Entrega Cliente
C	JGM	17.07.19		CCM	18.07.19		HVB	18.07.19		Atiende observaciones DOP
CLIENTE: MOP UNIDAD: DOP							CÓDIGO PROYECTO: PU201901			

MEMORIA EXPLICATIVA

CONTENIDO	ÍNDICE	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN		1
1.1 GENERALIDADES		1
1.2 DOCUMENTACIÓN UTILIZADA		2
2. VISIÓN DE LA PROBLEMÁTICA		3
3. PARTICIPACIÓN CIUDADADANA.....		6
3.1 ANÁLISIS DIMENSIONAL.....		6
3.2 ACTORES RELEVANTES.....		6
3.3 ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS.....		6
3.4 REUNIONES CON LA COMUNIDAD.....		7
3.5 MAPA DE PERCEPCIÓN		8
3.6 REQUERIMIENTOS CIUDADANOS.....		9
3.7 POTENCIALES CONFLICTOS		11
3.8 RECOMENDACIONES		11
4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES		12
4.1 INTERCAMBIO DE CORRESPONDENCIA		12
4.2 BASE DE DATOS DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS		15
4.3 PLANES DE ACCIÓN ANTE LAS EMERGENCIAS POR INUNDACIÓN		21
4.4 PUNTOS DE REFERENCIA ENTREGADOS POR LA DOP.....		21
4.5 PROYECTO DESEMBOCADURA ESTERO LLICO		24
4.6 LÍNEAS DE PLAYA EXISTENTES		24
4.7 ESTUDIO HIDROLÓGICOS EN RÍO ITATA (DGA).....		26
4.7.1 Generalidades.....		26
4.7.2 Revisión de la estadística.....		27
4.8 SISTEMA DE CONDUCCIÓN Y DESCARGA AL MAR, CFI NUEVA ALDEA.....		39
5. TOPOBATIMETRÍA.....		41
5.1 PERFILES TOPOBATIMÉTRICOS.....		42
5.1.1 Perfiles Batimétricos Marítimos		43
5.1.2 Perfiles en el río		43
5.2 LÍNEA DE PLAYA.....		44
6. SEDIMENTOLOGÍA		46
6.1 ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO DEL RÍO ITATA		46
6.2 ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO SECTOR MARÍTIMO.....		49
7. COMENTARIOS FINALES.....		55

ANEXOS

- ANEXO Nº 1 PARTICIPACIÓN CIUDADANA CON ENFOQUE DE GÉNERO
- ANEXO Nº 2 DOCUMENTACIÓN RECOPIADA
- ANEXO Nº 3 TOPOBATIMETRÍA
- ANEXO Nº 4 SEDIMENTOLOGÍA
- ANEXO Nº 5 ACTAS DE REUNIONES SOSTENIDAS CON EL IF
- ANEXO Nº 6 ORTOFOTOS (SOLO DIGITAL)
- ANEXO Nº 7 CALCULO CAUDAL MEDIO ANUAL (SOLO DIGITAL)

CUADROS		PÁG.
CONTENIDO		
Cuadro N° 3.1:	Entrevistas realizadas	6
Cuadro N° 3.2:	Participantes en Reunión PAC con Enfoque de Género	7
Cuadro N° 3.3:	Requerimientos ciudadanos.....	10
Cuadro N° 4.1:	Tabla de incidencia Hm0 vs Dpk, Aguas Profundas.....	17
Cuadro N° 4.2:	Tabla de incidencia Tp vs Dpk, Aguas Profundas.	18
Cuadro N° 4.3:	Tabla de incidencia Hm0 vs Tp, Aguas Profundas.	19
Cuadro N° 4.4:	Estaciones Fluviométricas Itata (DGA)	27
Cuadro N° 4.5:	Caudales medios anuales.....	30
Cuadro N° 4.6:	Caudales medios mensuales río Itata en Desembocadura.	31
Cuadro N° 4.7:	Caudales medios mensuales río Itata en Desembocadura.	34
Cuadro N° 4.8:	Caudales máximos instantáneos estación Río Itata en Coelemu.	37
Cuadro N° 6.1:	Resultados muestras de sedimentos, río Itata.....	47
Cuadro N° 6.2:	Clasificación de Sedimentos, río Itata.....	48
Cuadro N° 6.3:	Resultados muestras de sedimentos, Desembocadura.	52
Cuadro N° 6.4:	Clasificación de Sedimentos, sector playa.....	54
Cuadro N° 7.1:	Tiempos de arribo por estación.....	56

FIGURAS

CONTENIDO	PÁG.
Figura N° 1.1:	Desembocadura del río Itata. 1
Figura N° 2.1:	Registro de Caudal medio, junio de 2015. 5
Figura N° 3.1:	Mapa de Percepción 8
Figura N° 4.1:	Altura H_{m0} en aguas profundas, Nodo San Vicente. 20
Figura N° 4.2:	Período T_p en aguas profundas, Nodo San Vicente. 20
Figura N° 4.3:	Línea de playa oficial sector desembocadura. 25
Figura N° 4.4:	Esquema de cuencas del río Itata. 29
Figura N° 4.5:	Esquema de cuencas del río Itata. 32
Figura N° 4.6:	Serie de tiempo caudales medios anuales. 33
Figura N° 4.7:	Curva de variación estacional río Itata en Desembocadura. 35
Figura N° 4.8:	Curva de duración general de caudales medios diarios, río Itata en Desembocadura. 36
Figura N° 4.9:	Mes de ocurrencia de caudales máximos instantáneos, estación Río Itata en Coelemu. 38
Figura N° 4.10:	Emisario submarino, CFI Nueva Aldea. 40
Figura N° 4.11:	Ubicación Emisario Submarino, CFI Nueva Aldea. 40
Figura N° 5.1:	Ubicación espacial de los vértices utilizados en el apoyo. 41
Figura N° 5.2:	Traslado y vinculación al NRS. 42
Figura N° 5.3:	Perfiles marítimos, Desembocadura río Itata. 43
Figura N° 5.4:	Levantamiento perfiles topobatimétricos río Itata. 44
Figura N° 5.5:	Levantamiento línea de playa. 45
Figura N° 6.1:	Ubicación de muestras de sedimentos, río Itata. 46
Figura N° 6.2:	Distribución de granulometría a lo largo del río. 47
Figura N° 6.3:	Distribución de granulometría SF-09 y SF-10. 48
Figura N° 6.4:	Ubicación de muestras de sedimentos, zona desembocadura 49
Figura N° 6.5:	Ubicación transecta 1 50
Figura N° 6.6:	Ubicación transecta 2 50
Figura N° 6.7:	Ubicación transecta 3 51
Figura N° 6.8:	Ubicación transecta 4 51
Figura N° 6.9:	Ubicación transecta 5 52
Figura N° 7.1:	Estado modal playa, río Itata. 55

FOTOGRAFÍAS

CONTENIDO	PÁG.
Fotografía N° 2.1:	Inundación sector Boca de Itata. 3
Fotografía N° 2.2:	Ribera erosionada sector Boca de Itata. 4
Fotografía N° 4.1:	Cruce de tubería terrestre, CFI Nueva Aldea. 39

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

La Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas, ha contratado los servicios de GSI Ingenieros Consultores Ltda., para la ejecución del proyecto “Análisis Hidráulico Desembocadura Río Itata, Comuna de Trehuaco y Coelemu, Región del Ñuble”. El objetivo de la Consultoría es realizar los estudios de condiciones naturales del sistema perteneciente a la desembocadura del río Itata, con el fin de analizar la situación existente y proponer soluciones a nivel conceptual por las inundaciones que se producen en ciertas épocas del año.

En la actualidad, algunos sectores ribereños (Boca y Vegas de Itata) se ven afectados por inundaciones en predios agrícolas generalmente en períodos de verano, producto del cierre natural de la barra arenosa (playa) ubicado en la desembocadura del río.

Para cumplir con el objetivo planteado, se recurrirá a una campaña de terreno consistente en el levantamiento de perfiles topobatómicos del río Itata y de su desembocadura, junto con la toma de muestras de sedimentos con el fin de caracterizar la granulometría del área de estudio. Junto con lo anterior, se estudiará la información perteneciente al río Itata referente a su hidrología en base a la información proporcionada por la Dirección General de Aguas (en adelante DGA).

Con toda esta información se propondrán escenarios para las modelaciones numéricas a desarrollar en la próxima etapa de Consultoría, en base a un estudio hidrológico del río Itata.

Figura N° 1.1: Desembocadura del río Itata.



Fuente: Elaboración Propia.

1.2 Documentación Utilizada

Para la elaboración del presente documento, se recurre a la siguiente información:

- Ref 1. DOP (2018): Términos de Referencia “Diseño Conservación Infraestructuras Portuarias en Provincia de Llanquihue”
- Ref 2. GHD (2016): Análisis Desembocadura Estero Llico, comuna de Vichuquén, región del Maule.
- Ref 3. ARAUCO (2005): EIA Sistema de Conducción y Descarga al Mar de los efluentes del CFI Nueva Aldea.

2. VISIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El río Itata atraviesa de la región del Ñuble en una longitud aproximada de 140 km, llevando consigo un caudal medio de $180 \text{ m}^3/\text{s}$ aproximadamente. El estudio en comento, busca estudiar las condiciones naturales de la desembocadura de este río, con el fin de caracterizar su hidrodinámica e hidrología y así estudiar posibles soluciones sobre las inundaciones que acontecen.

Actualmente los sectores de Vegas de Itata, perteneciente a la comuna de Coelemu y Boca de Itata, perteneciente a la comuna de Trehuaco, sufren de las inundaciones producto de las crecidas del río. Los predios inundados generalmente tienen un carácter agrícolas (cultivo de papas) y en menor medidas viviendas de los vecinos del sector.

La información recopilada, junto con el estudio de antecedentes, da cuenta que las inundaciones se producen principalmente en épocas de primavera-verano cuando el río baja su caudal. En efecto, se produce un aumento en la altura de la barra arenosa en período de bajo caudal, provocando un cierre de ésta debido a la alta tasa de transporte de sedimentos que se da en el sector.

Producto del cierre y el bajo caudal que trae el río, el cuál no tiene la capacidad de romper la barra se produce un aumento paulatino del nivel del río, el cuál desborda a los sectores aledaños a la desembocadura afectando a las localidades de Vegas y Boca de Itata.

En visita a terreno, fue posible identificar problemas de erosión en ribera norte (Boca de Itata) producto de aumentos en el caudal (mayor velocidad) y las inundaciones antes comentadas.

Fotografía N° 2.1: Inundación sector Boca de Itata.



Fuente: www.vigilantecostero.cl

Fotografía N° 2.2: Ribera erosionada sector Boca de Itata.



Fuente: Elaboración Propia.

Uno de los casos con mayor cantidad de antecedentes corresponde a la inundación del 06 de junio de 2015. Para ello se cuenta con información entregada por la I. Municipalidad de Coelemu y DOP.

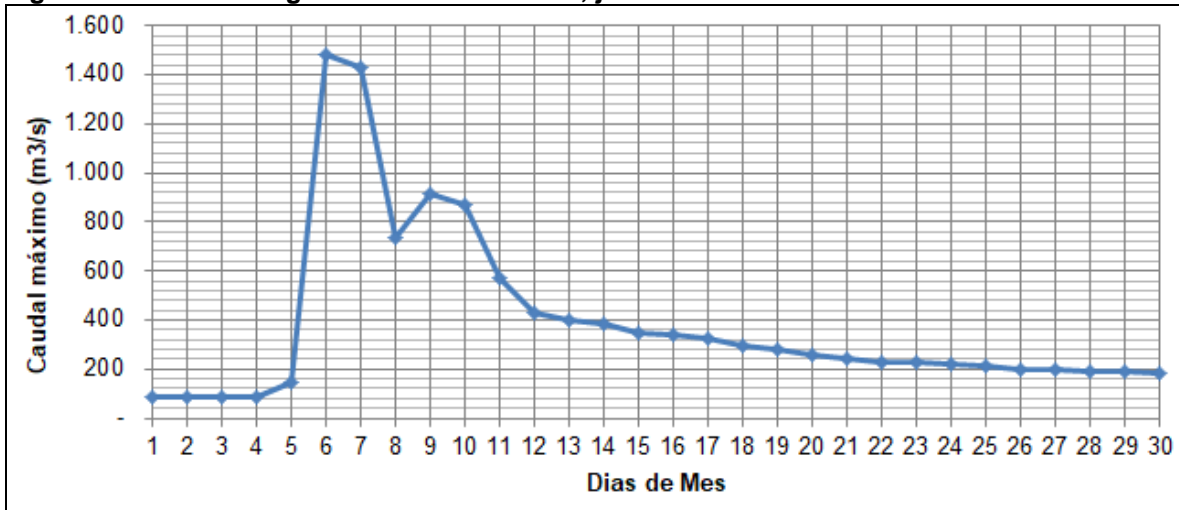
En dichos antecedentes, se señala que personal DOP visitó el sector de estudio el viernes 5 de junio de 2015, constatando que existía una pequeña abertura en la barra por el sector de Trehuaco. Una descripción importante a destacar es la siguiente:

“Ese día se visitó con la presencia de los dirigentes don Omar Gutiérrez y don Segundo Cisterna y de Gonzalo Suazo encargado de emergencia de la Municipalidad de Coelemu y telefónicamente con la municipalidad de Trehuaco, y se constató que ya estaba coordinada la presencia de un excavadora para abrir la barra para el lunes 8 de Junio a las 8:30 hrs a través de la municipalidad de Trehuaco mediante financiamiento de la Celco. Se llegó al acuerdo con todas las personas presentes en la desembocadura, que no habría problemas de esperar hasta el lunes la disponibilidad de esta excavadora

gestionada por la municipalidad de Trehuaco, ya que con el caudal de agua que había hasta esa hora no se preveían mayores problemas de inundación en la desembocadura”.

En la Figura N° 2.1 se muestra el registro de caudal máximo por día medido en la estación DGA en Coelemu. Esta estación se ubica a unos 20 km aguas arriba de la desembocadura.

Figura N° 2.1: Registro de Caudal medio, junio de 2015.



Fuente: Elaboración Propia.

La figura muestra un aumento considerable entre el día 5 y 6 de junio, que fue el factor que produjo la inundación. Según los registros se observa un aumento de **1.000 m³/s** aproximadamente en menos de 24 horas. Esta condición natural, sumada a que la barra se encontraba cerrada (salvo una pequeña abertura en Trehuaco), generó una condición de emergencia en los sectores ribereños.

Por lo tanto, existen dos efectos que se estudiarán en esta Consultoría, una correspondiente al mecanismo natural del cierre de la barra (dinámica de la playa) y el estudio de los peak asociados a aumentos de caudales en tramos cortos de tiempo. Lo anterior se estudiará con la información de algunas estaciones de la DGA aguas arriba de la zona de estudio. Importante será definir el tiempo que se produce la lluvia en la cuenca hidrográfica y como este aporte de caudal llega a la desembocadura. Paralelo a aquello, se deberá estudiar el comportamiento de la barra arenosa en condiciones medias y extremas de oleaje, para conocer aquellos estados de mar que provocan la acumulación de sedimentos.

3. PARTICIPACIÓN CIUDADADANA

En el Anexo N° 1 se presenta el Informe de Participación Ciudadana con Enfoque de Género, correspondiente a la Etapa 1 del Estudio Hidráulico Desembocadura Río Itata”. Aquí se da cuenta, en una apretada síntesis, lo principal de las actividades conducentes a involucrar a la comunidad en la iniciativa de la Dirección de Obras Portuarias.

El proceso de Participación Ciudadana con Enfoque de Género se realizó de acuerdo con la Metodología previamente consensuada con la Inspección Fiscal. Durante la Etapa 1 – de acuerdo con los Términos de Referencia de la Consultoría - ha correspondido realizar la identificación de actores relevantes y la realización de la primera reunión de participación ciudadana con enfoque de género, en las comunas de Coelemu y Trehuaco. A lo anterior el Consultor resolvió agregar la aplicación una encuesta semiestructurada, para conocer aspectos relevantes del sentir de las comunidades respecto del Estudio, antes de realizar la reunión ampliada con la comunidad en general.

3.1 Análisis Dimensional

De manera previa al estudio de campo, se realizó, recurriendo a fuentes secundarias, un levantamiento de información en 5 dimensiones, en cada comuna: Geográfica, Demográfica, Histórica- Antropológica, Socioeconómica y de Bienestar Social Básico. Este trabajo aporta importante información que permite contextualizar el Estudio en desarrollo.

3.2 Actores Relevantes

Con el objeto de conocer los actores relevantes se recurrió a diversas fuentes, entre ellas a las bases de datos que maneja DIDECO a nivel comunal. Debe tenerse presente que el Estudio involucra a dos comunas: Coelemu, en la ribera sur del río Itata, y Trehuaco, en la ribera norte. Se contó con la diligente colaboración de los alcaldes y funcionarios de las municipalidades de Coelemu y Trehuaco.

3.3 Entrevistas Semiestructuradas

Se realizaron sendas entrevistas semiestructuradas para establecer el grado de conocimiento de la iniciativa impulsada por la Dirección de Obras Portuarias Regional, la necesidad percibida respecto del Estudio propuesto, y los actores públicos y de la comunidad que debían ser considerados como actores relevantes. En el Cuadro N° 3.1 se presenta en número de entrevistas realizadas en cada comuna.

Cuadro N° 3.1: Entrevistas realizadas

COMUNA	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Coelemu	2	2	4
Trehuaco	4	2	6
TOTAL	6	4	10

Fuente: Elaboración propia

3.4 Reuniones con la comunidad

Se observó, por parte del Consultor, que dado que el Estudio involucra a las dos comunas ubicadas en cada ribera del río Itata – Coelemu y Trehuaco - era conveniente realizar no una – como señalan los Términos de Referencia - sino dos reuniones con las comunidades de Vega de Itata (comuna de Coelemu) y Boca de Itata (Comuna de Trehuaco) separadamente, para asegurar la participación de las comunidades. Esto fue acordado con el Inspector Fiscal. Así entonces, se realizaron las reuniones con las comunidades, conforme lo que se señala a continuación:

- Reunión en Vega de Itata, comuna de Coelemu: Miércoles 15 de Mayo a las 18:00 hrs., en la Sede de la Junta de Vecinos N°21 de Vega de Itata.
- Reunión en Boca de Itata, comuna de Trehuaco: Jueves 16 de Mayo a las 18:00 hrs., en la Escuela Rural Mataco de Boca de Itata.

Con el objeto de contar con la mayor participación de personas posible, se cursaron invitaciones personales que fueron entregadas por mano a la comunidad y mediante Oficio de la DOP a los actores públicos y autoridades; se distribuyeron Trípticos, se instalaron Afiches en lugares públicos, se realizó una intensa divulgación radial y se realizaron contactos telefónicos para recordar la actividad participativa.

La reunión de participación ciudadana con enfoque de género, se realizó en la modalidad expositiva, seguido de un espacio de consultas por parte de la comunidad y aclaración de ellas por parte del Inspector Fiscal del Estudio y de los profesionales de la Empresa Consultora. Se hizo una presentación breve del estudio con apoyo de medios audiovisuales, describiéndolo con ideas y lenguaje claro, concreto y comprensible al grupo objetivo, dando posteriormente espacio para aclarar dudas y recibir las inquietudes de los asistentes.

En el Cuadro N° 3.2 se presenta el número de asistentes en cada reunión participativa realizada

Cuadro N° 3.2: Participantes en Reunión PAC con Enfoque de Género

COMUNA	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Coelemu	24	14	38
Trehuaco	21	12	33
TOTAL	45	26	71

Fuente: Elaboración propia

Las reuniones de participación ciudadana se realizaron desde una perspectiva de género, es decir no se discriminó de ninguna forma los participantes que participaron en ella, dejando un espacio inclusivo en donde todos y todas pudieron realizar sus observaciones libremente. Si bien se procuró entrevistar e invitar a las reuniones de participación ciudadana con enfoque de género, tanto a hombres como mujeres en cuantía similar, se observa que se contó con más hombres que mujeres. Esto puede entenderse a partir de las desigualdades que persisten en relación a la participación de mujeres en las instancias de poder, como también a nivel de las organizaciones sociales, en especial vinculadas a actividades agrícolas y de pesca. Observando que se trata de un Estudio que beneficiará

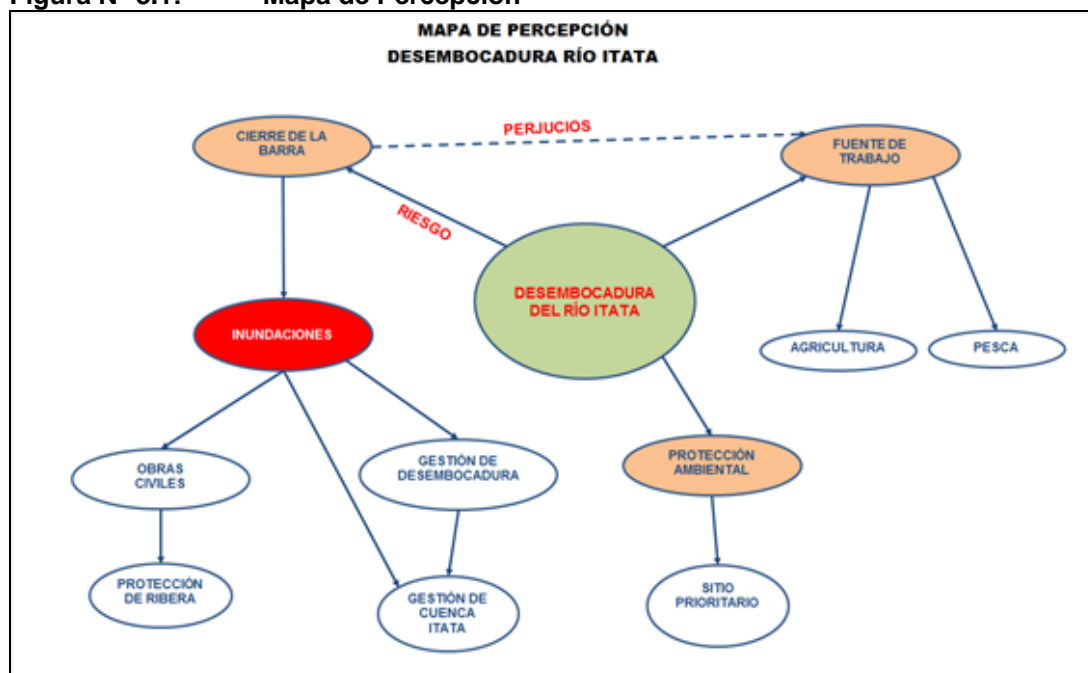
a quienes realizan actividades agrícolas y de pesca en la zona de desembocadura del río Itata, actividades tradicionalmente masculinas, puede entenderse la minoritaria participación de mujeres en las instancias de participación. Con todo, en las dos reuniones se observó una activa participación de las mujeres presentes, algunas de ellas involucradas directamente en las actividades productivas de la zona, lo que manifiesta una lenta pero sostenida evolución, en términos de dejar atrás antiguas estereotipos acerca de los roles de hombres y mujeres, al interior de las familias y en la propia sociedad.

La comunidad expuso los problemas que les aquejan, como resultado de las inundaciones que se producen en la desembocadura del río Itata, producto de la formación de una barra que impide la evacuación de las aguas hacia el mar, durante la época estival. Manifestaron los perjuicios que se producen en los cultivos y las dificultades adicionales que significa para la actividad extractiva de peces.

3.5 Mapa de Percepción

Tomando en consideración el levantamiento de información realizado para los efectos de analizar las dimensiones descriptivas propias de las comunas de Coelemu y Trehuaco – Geográfica, Demográfica, Antropológica, Socioeconómica y de Bienestar Social Básico – como la observación de las relaciones que se dan a nivel de las comunidades de Vega de Itata y Boca de Itata, junto con las entrevistas realizadas y los planteamientos hechos por los actores relevantes que participaron en las dos reuniones de participación ciudadana con enfoque de género realizadas, ha sido posible construir el Mapa de Percepciones que se muestra en la Figura N° 3.1.

Figura N° 3.1: Mapa de Percepción



Fuente: Elaboración propia

Las comunidades de Vega de Itata y de Boca de Itata, perciben claramente la singularidad de su situación. Singularidad que surge de la importancia que reviste para ellos la desembocadura del río Itata, en términos de que constituye su fuente de trabajo, tanto en cuanto a las actividades agrícolas como de pesca, las que se ven amagadas y puestas en riesgo por el comportamiento del par “río – mar”, que determina que en los períodos estivales, producto de la disminución del caudal del río, se forma una barra que termina por impedir la descarga de las aguas al mar, ocasionando inundaciones que dañan los cultivos existentes y dificultan las actividades de pesca. Relación, en consecuencia, de “beneficio – costo” que debe ser abordada buscando maximizar los beneficios y/o minimizando los costos.

La minimización de costos guardan relación con la necesidad de impedir las inundaciones, para cuyo efecto se percibe que existen tres caminos: o realizar obras civiles apropiadas o gestionar el río o una complementariedad entre ambas. Claramente la comunidad teme que intervenciones mayores con obras civiles, aparte de ser de dudosa eficacia, pueden ser dañinas dado el variable comportamiento de la zona de desembocadura, donde no es posible prever como se moverán los bancos de arena.

La comunidad percibe que debe optarse, para dar solución al problema de inundaciones, por medidas urgentes de gestión de la desembocadura. En este sentido se entiende que disponer de maquinaria para abrir la barra cuando esta se cierra, constituye la mejor solución. Pero para que esto sea eficaz, se requiere que exista un Protocolo, apoyado por dispositivos en terreno para conocer los niveles de las aguas, que asegure una alerta temprana y la disposición en tiempo y forma de la maquinaria necesaria.

A la apropiada gestión de la zona de desembocadura del río Itata, la comunidad sostiene la necesidad de realizar una gestión integral de la cuenca. Se percibe que año tras año la situación se deteriora en términos de la disminución de caudal, producto de extracciones que se hacen aguas arriba de la desembocadura, a lo que se suma el cambio climático que está haciendo que disminuya la nieve en la cordillera, en tanto los eventos pluviales en toda la zona se hacen más escasos, con una aportación menor de agua. La futura construcción del Embalse Punilla sobre el río Ñuble, afluente del Itata, es percibido ominosamente por la comunidad, considerando que ello podría determinar un todavía menor caudal en la desembocadura.

La comunidad valora el sector en que viven y desarrollan sus actividades productivas. Asigna gran importancia a los aspectos ambientales y en particular el sector de humedales declarado “Sitio Prioritario”. Perciben la necesidad de proteger el sector y en ello refuerzan su convicción de que no deben hacerse obras invasivas que deteriore la riqueza ambiental del sector.

3.6 Requerimientos ciudadanos

La comunidad evaluó positivamente la realización del Estudio Hidráulico Desembocadura del Río Itata, puesto que se espera que él soluciones, de manera definitiva, los problemas actuales. En términos e requerimientos del Estudio, manifestaron lo que se indica en el

Cuadro N° 3.3, donde se indica la prioridad asignada y la atención de cada uno de ellos, de acuerdo con el alcance del Estudio.

Cuadro N° 3.3: Requerimientos ciudadanos

N°	Requerimiento	Prioridad	Atención
1	Evitar inundaciones para asegurar la continuidad de la actividad agrícola y de engorda de animales, en la zona de desembocadura	1	Es el objetivo del Estudio
2	Gestión de la desembocadura mediante Protocolo de Alerta Temprana ante obstrucción de la descarga del río al mar	1	Se contemplará como objetivo del Estudio
3	Asegurar un nivel mínimo del río en la desembocadura, para permitir la continuidad de la actividad de pesca	1	Se contemplará como objetivo del Estudio
4	Gestión de la cuenca del Itata en términos de regular las extracciones de agua y la operación del futuro Embalse Punilla	3	No está dentro del alcance del Estudio (sin embargo las autoridades del MOP han tomado debida nota)
5	Evitar intervenciones mediante obras civiles en la desembocadura	2	Se procurará atender lo solicitado
6	Respetar el Sitio Prioritario existente vinculado a los humedales como lugar de descanso de aves migratorias	2	Se contemplará como objetivo del Estudio
7	Dar solución, mediante obras civiles de protección al problema de erosión de la ribera norte del río (Trehuaco), en el sector cercano a desembocadura	2	Se atenderá lo solicitado
8	Gestión de la cuenca del Itata en términos de regular las extracciones de agua y la operación del futuro Embalse Punilla	3	No está dentro del alcance del Estudio (sin embargo las autoridades del MOP han tomado debida nota)

Fuente: Elaboración propia

3.7 Potenciales conflictos

No se observa la existencia de potenciales conflictos con relación al Estudio Hidráulico de la Desembocadura del Río Itata; en efecto, todos consideran que el estudio, en los términos planteados, constituye un avance que facilitará las actividades funcionales de los sectores de Vega de Itata en la comuna de Coelemu y Boca de Itata en la comuna de Trehuaco.

Si bien no existen conflictos al interior de las comunidades, se observa una cierta molestia de los vecinos con las autoridades, en cuanto a que sienten que no existe plena conciencia de que se debe actuar, abriendo la barra cuando ésta se cierra, antes de que la emergencia se produzca. Reconocen la labor de los municipios pero eso no basta pues ellos no cuentan con maquinaria, por lo que ésta debe ser dispuesta por las autoridades provinciales o regionales

No se observan diferencias ni conflictividad étnica de ninguna naturaleza. Por su parte, los roles asignados y asumidos por hombres y mujeres, son los que se observan en el país y no manifiestan conflictividad adicional. Es destacable la gran participación que tienen las mujeres en las organizaciones sociales que existen en ambas comunidades (Juntas de Vecinos, Agrupaciones de Adulto Mayor, Agrupaciones de Mujeres, Centro de Padres y Apoderados, Sindicato de Pescadores, Organizaciones deportivas y otros).

3.8 Recomendaciones

Considerando toda la experiencia y conocimiento acumulado durante el desarrollo de la Etapa 1 del Estudio, respecto del “sentir” de la comunidad, es posible aportar algunas recomendaciones para la materialización del Estudio:

- Mantener una estrecha coordinación entre la DOP y las autoridades municipales de Coelemu y Trehuaco
- Mantener una buena comunicación con las comunidades de Vega de Itata (Coelemu) y Boca de Itata (Trehuaco)
- Tener presente, al momento de plantear soluciones a los problemas de inundaciones en la zona de desembocadura del río Itata, los requerimientos planteados por las comunidades
- Acoger el planteamiento realizado por la comunidad, en términos de que las próximas reuniones de participación ciudadana, contemplada en la Etapa 2 del Estudio, no se hagan al final sino al principio, de modo que todavía exista la posibilidad de que, tomando en consideración las diversas soluciones que se planteen al problema de inundaciones, se puedan hacer aportes que sean incorporados

Como se ha señalado, en el Anexo N° 1 se presenta en detalle el proceso de participación ciudadana con enfoque de género llevado adelante en el contexto del desarrollo de la Etapa 1 del Estudio.

4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

4.1 Intercambio de correspondencia

A continuación se presenta el listado de la correspondencia enviada. Cabe señalar que de acuerdo a la Ley 20.285 o Ley de Transparencia, los organismos públicos en su gran mayoría, cuentan con un sistema de consulta vía web no aceptando las cartas como instrumento de solicitud.

Los documentos de consultas y los de respuesta se encuentran en el Anexo N° 2.

- **Consulta AD007T0002983 – realizada a la Armada de Chile.**
Consulta: Solicita información acerca de levantamientos de líneas de playa en las Inmediaciones de la desembocadura del río Itata.
Respuesta: El sector de interés cuenta con las siguientes líneas aprobadas por resoluciones DGTM Y MM:
 - a. DGTM Y MM Ord. N° 12200/32, de fecha 20 de diciembre de 2005. Fija Líneas de la más alta y más baja marea en Playa Vegas de Itata, Comuna de Coelemu, provincia de Ñuble, VIII Región.
 - b. DGTM Y MM Ord. N° 12200/19, de fecha 10 de marzo de 2006. Fija líneas de la más alta y más baja marea en la desembocadura del río Itata, Comuna de Trehuaco, provincia de Ñuble, VIII Región.

- **Consulta AU001T0001210 – realizada a la Comisión Nacional de Energía (CNE)**
Consulta: Solicita información de utilidad para el proyecto en relación a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en el sector de su desembocadura. Así mismo solicitamos UD disponer (en caso de tener) información sobre caudales, niveles del río, información de topografía, información de batimetría, imágenes aéreas, mediciones y/o cualquier información que sea de utilidad para esta Consultoría.
Respuesta: Se dispone de estadística correspondiente al caudal promedio semanal generado por la central hidroeléctrica de pasada Itata, entre el año 1960 y el año 2018, que puede obtenerse de la base de datos del modelo PLP utilizado en la planificación realizada por el Coordinador Eléctrico Nacional.

- **Consulta AD021T0000666 – realizada a Comisión Nacional de Uso del Borde Costero.**
Consulta: Solicita información de utilidad para el proyecto en relación a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en el sector de su desembocadura. Así mismo solicitamos UD disponer (en caso de tener) información sobre caudales, niveles del río, información de topografía, información de batimetría, imágenes aéreas, mediciones y/o cualquier información que sea de utilidad para esta Consultoría.
Respuesta: Se derivó la consulta a la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas.

- **Consulta AH004T0001556 – realizada a la Corporación de Fomento Para La Producción (CORFO)**

Consulta: Solicita información de utilidad para el proyecto en relación a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en el sector de su desembocadura. Así mismo solicitamos UD disponer (en caso de tener) información sobre caudales, niveles del río, información de topografía, información de batimetría, imágenes aéreas, mediciones y/o cualquier información que sea de utilidad para esta Consultoría.

Respuesta: Se adjunta informe Hoya N° 312: Catastro de sondajes Valle del Itata al 31 de agosto de 1973 / Departamento de Recursos Hidráulico.

Se adjuntan además dos proyectos de los años 2000 y 2002 que hacen referencia a la cuenta del Itata:

- a. Estudio de mejoramiento de la eficiencia en la conducción y operación de aguas de riego en los canales de las cuencas Itata, Maule y Mataquito. Primera Parte: Cuenca del río Ñuble, código CLAC-INNOVA-08712.
- b. Estudio de mejoramiento de la eficiencia en la conducción y operación de aguas de riego en los canales de las cuencas Itata, Maule y Mataquito. Segunda Parte: Cuenca del río Ñuble, código CLAC-INNOVA-08763.

- **Consulta AM006T0000758 – realizada al Dirección General de Aguas (DGA)**

Consulta: Solicita información de utilidad para el proyecto en relación a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en el sector de su desembocadura. Así mismo solicitamos UD entregar información sobre caudales, niveles del río, información de topografía, información de batimetría, imágenes aéreas, mediciones y/o cualquier información que sea de utilidad para esta Consultoría.

Respuesta: Adjunto envié a usted, bibliografía relacionada con el río Itata, disponible en la DGA, que puede descargar directamente accediendo a nuestro sitio web, www.dga.cl, sección Información de Recursos Hídricos, Estudios y Publicaciones, accediendo al Catálogo Bibliográfico, en el siguiente link, donde podrá realizar la búsqueda del estudio con el título completo o palabras claves.:

<http://sad.dga.cl/>

Asimismo, se encuentra disponible un CD Rom con los datos estadísticos disponible en el Sistema Banco Nacional de Aguas (BNA) para los parámetros solicitados; no han sido enviados por este medio, por capacidad de nuestra plataforma ministerial.

- **Consulta MU052T0000496 – realizada I. Municipalidad de Coelemu**

Consulta: Solicita información de utilidad para el proyecto en relación a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en su desembocadura. Como parte de los municipios afectados por las crecidas del río, solicitamos en caso que de tener, algún plan de manejo sobre las inundaciones y/o protocolos de emergencia relacionados con esta problemática para tener en cuenta.

Respuesta: Este municipio no cuenta con información respecto a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en la desembocadura. El protocolo a seguir por catástrofes o emergencia en la costa es el siguiente:

- a. El Encargado de Emergencia Comunal genera un informe ALFA, el que se envía a la ONEMI
- b. La ONEMI lo deriva a los estamentos correspondientes.
- c. Paralelo a ello, de forma interna, se realizan llamados a la Dirección de Obras Portuarias, servicio que se encarga de avisar al MOP y estos a su vez a Vialidad, quien tiene la maquinaria necesaria para poder solucionar el problema según sea el caso.
- d. Constante monitoreo del municipio.

- **Consulta MU328T0000456 – realizada I. Municipalidad de Trehuaco**

Consulta: Solicita información de utilidad para el proyecto en relación a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en su desembocadura. Como parte de los municipios afectados por las crecidas del río, solicitamos en caso que de tener, algún plan de manejo sobre las inundaciones y/o protocolos de emergencia relacionados con esta problemática para tener en cuenta. En conocimiento con la geografía existente, solicitamos UD también, información acerca del río Lonquen cuya descarga es en el río Itata. Para ello necesitamos saber si cuenta con información de caudales, niveles, etc o cualquier información o estudio que pueda ser de utilidad para la Consultoría.

Respuesta: No cuenta con información acerca de los estudios solicitados referente a las mediciones de caudales del río Lonquen si como tampoco del río Itata, el cuál fue consultado el Encargado Comunal de Emergencia.

- **Consulta AM012T0000197 – realizada al Instituto Nacional de Hidráulica (INH)**

Consulta: Solicita información de utilidad para el proyecto en relación a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en el sector de su desembocadura. Así mismo solicitamos UD disponer (en caso de tener) información sobre caudales, niveles del río, información de topografía, información de batimetría, imágenes aéreas, mediciones y/o cualquier información que sea de utilidad para esta Consultoría.

Respuesta: De acuerdo a los datos existentes en nuestro archivo técnico, informamos que el Instituto Nacional de Hidráulica no cuenta con estudios en la desembocadura del Río Itata. El Estudio más cercano realizado por el INH se encuentra en la confluencia del río Itata con el río Ñuble (Puente Confluencia), ubicados a 30 km (aguas arriba) del área de estudio.

- **Mail del 08 de abril de 2019 – realizada Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada**

Consulta: información sobre caudales, niveles del río, información de topografía, información de batimetría, imágenes aéreas, mediciones y/o cualquier información que sea de utilidad para esta Consultoría.

Respuesta: Toda información relacionada con Ríos, en este caso Itata, son de manejo de la Dirección General de Aguas (DGA), dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP), realizando la solicitud a ellos en forma directa a su Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS)
<https://siac.mop.gov.cl/Atencion/ingresoCiudadano.do>.

- **Consulta AD022T0002101 – realizada a la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas (SSFFAA)**
Consulta: Solicita información de utilidad para el proyecto en relación a estudios que se hayan desarrollado en el río Itata, específicamente en el sector de su desembocadura. Así mismo solicitamos UD disponer (en caso de tener) información sobre caudales, niveles del río, información de topografía, información de batimetría, imágenes aéreas, mediciones y/o cualquier información que sea de utilidad para esta Consultoría.
Respuesta: Se deriva consulta al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).
- **Consulta AM010T0000499 – realizada a Dirección de Vialidad (VIALIDAD)**
Consulta: Solicita información de estudios básicos relacionados con el Puente Itata (imagen adjunta). Rogamos a Uds. disponer de información sobre estudio de crecidas, caudales, niveles del río, topografía y batimetría del río, estudios de mecánica de suelos y en general cualquier información o estudio desarrollado en la inmediaciones del Puente Itata que se utilizó para el diseño y que pueda ser de utilidad para el desarrollo de esta Consultoría.
Respuesta: Estimado ciudadano en atención a lo solicitado, lamentablemente no contamos con estos antecedentes en Vialidad Regional Nuble. Le comento que aún no se inicia el estudio del proyecto relacionado con la construcción del puente Itata en la desembocadura del río del mismo nombre, razón por la cual no poseemos estos datos técnicos que son propios de un estudio de ingeniería de puentes.
- **Consulta Carta GSI N°0198/2019 – realizada a Centro de Ciencias Ambientales EULA.**
Consulta: Solicita información sobre estudios en río Itata, tales como: caudales de río, niveles de río, topografía, batimetría, imágenes aéreas, mediciones, estudios ambientales y/o cualquier información que sea de utilidad a la consultoría.
Respuesta: Lamento informar que no contamos con la información que ustedes requieren, ya que nuestros proyectos tienen relación con estudios de Seguimiento de la calidad del agua del río Itata.

4.2 Base de datos de oleaje en aguas profundas

Para este estudio se cuenta con una base de datos de oleaje del tipo espectral denominada Olas Chile V, entregada por la DOP. La información de oleaje corresponde a los resultados de la aplicación del modelo WaveWatch a datos de viento oceánico de 33 años de extensión, entre el 01/01/1980 y el 01/01/2014, cada 3 horas, costa afuera de San Vicente. La base de oleaje se compone en total de 99.353 datos de oleaje espectral.

La descripción estadística del clima de oleaje operacional trata de reproducir el comportamiento del fenómeno en las condiciones reinantes o más frecuentes. El clima operacional de oleaje (u oleaje reinante) corresponde a una situación cotidiana con oleaje

de procedencia en el área oceánica desde el 3° cuadrante, que es relevante desde el punto de vista de la eficiencia y seguridad de las operaciones portuarias.

El clima operacional de oleaje se presenta mediante tablas de incidencia de altura significativa espectral v/s período peak (H_{m0}/T_p), período peak v/s dirección peak (T_p/D_{pk}) y altura significativa espectral v/s dirección peak (H_{m0}/D_{pk}).

Dirección: Dirección de incidencia del oleaje respecto al norte geográfico (en grados), en sentido horario.

H_{m0} (m): Altura del momento cero del espectro del oleaje. Para oleaje no afectado por el fondo, este parámetro espectral es equivalente al parámetro estadístico de altura significativa (H_s) y se denomina altura significativa espectral.

T_p (s): Período peak del espectro de olas. Corresponde al inverso de la frecuencia de mayor energía encontrada en el espectro de oleaje.

Los resultados de la caracterización del clima de oleaje operacional son presentados en el Cuadro N° 4.1.

Cuadro N° 4.1: Tabla de incidencia Hm0 vs Dpk, Aguas Profundas.

Direcciones	N	NNE	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL	A (%)	B (%)
H_{m0} (m)	0°	22,5°	202,5°	225°	247,5°	270°	292,5°	315°	337,5°			
0,5-1	0	0	1	42	30	25	10	0	0	108	0,11%	100,00%
1-1,5	2	0	159	1.017	697	176	201	27	1	2.280	2,29%	99,89%
1,5-2	17	2	1.000	5.587	2.674	482	906	80	11	10.759	10,83%	97,60%
2-2,5	25	8	1.971	12.696	3.859	767	1.131	107	32	20.596	20,73%	86,77%
2,5-3	58	7	2.238	15.591	3.975	615	699	63	56	23.302	23,45%	66,04%
3-3,5	67	4	1.766	13.119	2.972	454	281	49	70	18.782	18,90%	42,58%
3,5-4	54	4	984	7.730	1.787	379	109	81	64	11.192	11,26%	23,68%
4-4,5	31	4	467	4.122	1.117	224	63	54	62	6.144	6,18%	12,41%
4,5-5	14	0	241	2.065	680	144	31	47	41	3.263	3,28%	6,23%
5-5,5	7	0	93	962	402	73	25	33	22	1.617	1,63%	2,95%
5,5-6	3	0	39	407	207	36	18	9	10	729	0,73%	1,32%
6-6,5	5	0	4	157	111	24	6	3	3	313	0,32%	0,58%
6,5-7	0	0	0	67	61	11	4	2	5	150	0,15%	0,27%
7-7,5	0	0	0	35	30	0	2	0	3	70	0,07%	0,12%
7,5-8	0	0	1	7	23	0	0	0	2	33	0,03%	0,05%
8-8,5	0	0	0	5	8	0	0	0	0	13	0,01%	0,02%
8,5-9	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,00%	0,00%
TOTAL	283	29	8.964	63.611	18.633	3.410	3.486	555	382	99.353	100,00%	0,00%
A (%)	0,28%	0,03%	9,02%	64,03%	18,75%	3,43%	3,51%	0,56%	0,38%	100,00%		

Fuente: Elaboración Propia.

A (%): Porcentaje de Ocurrencia.

B (%): Porcentaje de Excedencia.

Cuadro N° 4.2: Tabla de incidencia Tp vs Dpk, Aguas Profundas.

Direcciones	N	NNE	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL	A (%)	B (%)
Tp (s)	0,0°	22,5°	202,5°	225	247,5	270	292,5	315	337,5°			
4-6	39	13	37	0	0	0	0	4	37	130	0,13%	100,00%
6-8	194	13	635	115	28	29	58	117	209	1.398	1,41%	99,87%
8-10	47	3	638	1.791	891	497	283	200	130	4.480	4,51%	98,46%
10-12	3	0	2.244	15.438	5.863	1.327	152	18	6	25.051	25,21%	93,95%
12-14	0	0	3.264	29.265	8.155	636	167	5	0	41.492	41,76%	68,74%
14-16	0	0	1.824	13.287	2.916	669	955	73	0	19.724	19,85%	26,98%
16-18	0	0	312	3.233	702	234	1.541	90	0	6.112	6,15%	7,12%
18-20	0	0	10	443	74	18	303	32	0	880	0,89%	0,97%
20-22	0	0	0	39	4	0	26	16	0	85	0,09%	0,09%
22-24	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,00%	0,00%
TOTAL	283	29	8.964	63.611	18.633	3.410	3.486	555	382	99.353	100,00%	0,00%
A (%)	0,28%	0,03%	9,02%	64,03%	18,75%	3,43%	3,51%	0,56%	0,38%	100,00%		

Fuente: Elaboración Propia.

A (%): Porcentaje de Ocurrencia.

B (%): Porcentaje de Excedencia.

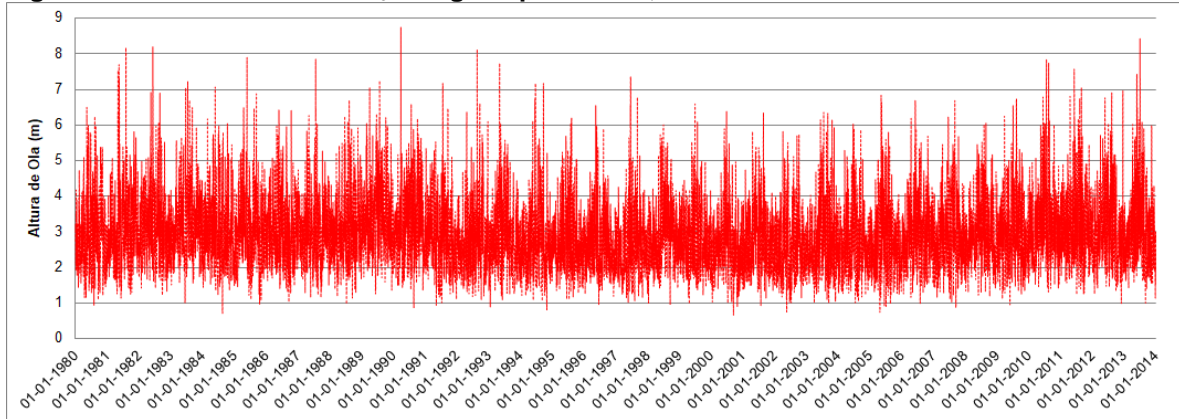
Cuadro N° 4.3: Tabla de incidencia Hm0 vs Tp, Aguas Profundas.

Hm0 (m)	Tp (s)										TOTAL
	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	
0,5-1	0	2	9	29	29	29	10	0	0	0	108
1-1,5	1	17	320	744	675	305	177	38	3	0	2.280
1,5-2	48	90	1.106	4.040	3.025	1.391	863	176	19	1	10.759
2-2,5	53	346	1.105	7.802	7.191	2.578	1.246	235	40	0	20.596
2,5-3	24	408	775	6.972	10.753	3.027	1.147	184	12	0	23.302
3-3,5	4	305	533	3.381	10.110	3.613	741	92	3	0	18.782
3,5-4	0	147	280	1.228	5.574	3.476	438	46	3	0	11.192
4-4,5	0	62	148	502	2.381	2.536	466	47	2	0	6.144
4,5-5	0	18	106	220	1.003	1.502	383	31	0	0	3.263
5-5,5	0	3	63	70	470	721	274	15	1	0	1.617
5,5-6	0	0	22	38	162	314	187	5	1	0	729
6-6,5	0	0	9	13	79	136	70	6	0	0	313
6,5-7	0	0	4	6	32	56	46	5	1	0	150
7-7,5	0	0	0	4	8	28	30	0	0	0	70
7,5-8	0	0	0	2	0	12	19	0	0	0	33
8-8,5	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13
8,5-9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
TOTAL	130	1.398	4.480	25.051	41.492	19.724	6.112	880	85	1	99.353

Fuente: Elaboración Propia.

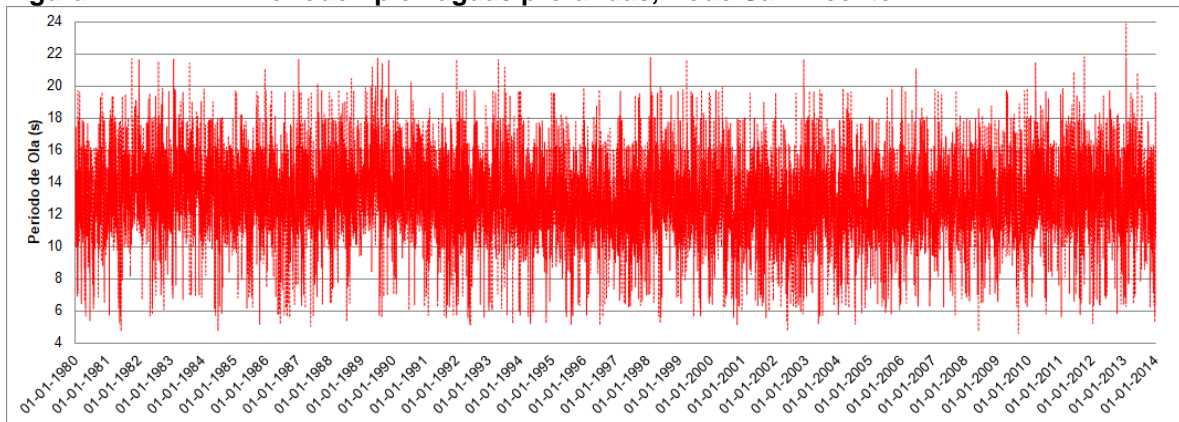
De acuerdo a la información proporcionada por el Cliente, en el nodo San Vicente en aguas profundas, se observa que el 85,18% del tiempo las olas se agrupan entre los 1,5 y 4,0 m de altura (Cuadro N° 4.1). La altura promedio para los 33 años de Hindcasting es de 2,95 m. Para los períodos de ola, estos se agrupan mayoritariamente entre los 10 y 16 s con una ocurrencia del 86,33%, con período promedio de 12,88 s (Cuadro N° 4.2).

Figura N° 4.1: Altura H_{m0} en aguas profundas, Nodo San Vicente.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 4.2: Período T_p en aguas profundas, Nodo San Vicente.



Fuente: Elaboración Propia.

Direccionalmente las olas en aguas profundas, provienen desde SSW (202,5°) hasta el NNE (22,5°). Sin embargo, el 91,80% del tiempo las olas vienen desde la dirección SSW, SW y WNW. El resto de las direcciones suma 8,20% de ocurrencia.

Dentro de la base de 33 años de espectros de oleaje, se presentaron 15 eventos con alturas de olas superiores a los 8 m, con períodos asociados a los 16-17 s. Respecto de las direcciones de ocurrencia, éstas oscilaron entre los 214° y 253°.

4.3 Planes de acción ante las emergencias por inundación

No existen formalmente protocolos acerca de la abertura de la barra para ninguna de las dos comunas afectadas.

Sin embargo, la municipalidad Coelemu mantiene el siguiente plan de acción:

- a. El Encargado de Emergencia Comunal genera un informe ALFA, el que se envía a la ONEMI
- b. La ONEMI lo deriva a los estamentos correspondientes.
- c. Paralelo a ello, de forma interna, se realizan llamados a la Dirección de Obras Portuarias, servicio que se encarga de avisar al MOP y estos a su vez a Vialidad, quien tiene la maquinaria necesaria para poder solucionar el problema según sea el caso.
- d. Constante monitoreo del municipio.




En estricto rigor, el encargado de emergencia de la municipalidad de Coelemu señala que ellos se enteran de las inundaciones por los vecinos que viven cerca de la desembocadura (Vegas) y por la municipalidad de Trehuaco. No existen elementos de medición directa, aunque en su momento se creó un protocolo de emergencia junto con la Capitanía de Puerto, donde se instalaron hitos demarcatorios (2 en cada ribera). Estos hitos contenían marcas (dos) que alertaban de aumento del nivel del río. Cuando se llegaba a la segunda marca, se procedía a alertar la emergencia para la abertura de la barra.

En el caso de la comuna de Trehuaco, el Sr. Alcalde indica que el procedimiento de emergencia es poco eficiente dado que se debe inundar el predio agrícola para declarar el estado de emergencia, lo cual a su parecer es totalmente perjudicial para los vecinos del sector. En caso de la abertura, señala que Celulosa Arauco la empresa que facilita la maquinaria para el despeje de la barra en la desembocadura.

4.4 Puntos de referencia entregados por la DOP

Para referenciar los trabajos de topobatimétricos (altimetría específicamente), la DOP hizo entrega de dos puntos de referencias ubicados en Vegas de Itata.

MONOGRAFIA DE VERTICE		
VERTICE: IT01	LUGAR: VEGAS DE ITATA-PERALES	
FOTOGRAFIAS GENERALES		
		
FOTOGRAFIA PARTICULAR	COORDENADAS	
	NORTE	5.968.949,718
	ESTE	691.332,206
	M° CENTRAL	75°
	ZONA	18
	LATITUD	36°24'20,10578"S
	LONGITUD	72°51'58,55054"W
	ALTURA	6,745
DESCRIPCION: Monolito de Hormigón con fierro de construcción al centro, se encuentra ubicado en el cruce del camino principal (N14-O) con camino vecinal para acceder a la playa, frente a un letrero que dice "LOMPUYA PESCADOS"		

MONOGRAFIA DE VERTICE		
VERTICE: IT02	LUGAR: VEGAS DE ITATA-PERALES	
FOTOGRAFIAS GENERALES		
		
FOTOGRAFIA PARTICULAR	COORDENADAS	
	NORTE	5.968.889,034
	ESTE	691.278,646
	M° CENTRAL	75°
	ZONA	18
	LATITUD	36°24'22,11234"S
	LONGITUD	72°52'00,64569"W
	ALTURA	5,332
DESCRIPCION: Clavo Hilti pintado color blanco clavado en asfalto, se encuentra ubicado a 80m al sur del cruce del camino principal y del PR - IT01		

Ambos puntos, fueron utilizados para el levantamiento topobatimétricos del río Itata y el sector marítimo que se presenta en el capítulo 5.

4.5 Proyecto Desembocadura Estero Llico

El proyecto consultado (Ref 2), corresponde a ingeniería conceptual del manejo artificial de la barra situada en la desembocadura del Estero Llico. Para cumplir con el objetivo se realizaron diversas campañas de terreno (Medición de mareas, calidad de agua, sedimentos y levantamiento topobatimétrico) y de modelaciones numéricas de sedimentos y análisis conceptuales de solución.

La problemática planteada en dicho proyecto, corresponden una serie de inundaciones que se han producido en las riberas del lago Vichuquén y estero Llico, debido a las lluvias que en época invernal originan grandes caudales que inician un aumento de los niveles del lago y en su defecto de los niveles del estero.

Para solucionar aquello, la Ref 2 muestra una serie de alternativas estudiadas, con el fin de presentar a la DOP la solución más factible de desarrollar en una próxima etapa del proyecto. Las alternativas fueron:

1. Plan de manejo mediante maquinaria pesada para apertura de barra de sedimentos.
 - a. Plan de manejo sin control lago.
 - b. Plan de manejo con control niveles lago (compuerta tipo Rubber dam).
2. Vertedero de evacuación y encauzamiento del caudal del estero.
3. Regulación autónoma de niveles del lago y estero mediante un canal de descarga.
4. Conexión permanente estero – océano mediante dos espigones de encauzamiento.

Luego de un análisis de ventajas y desventajas para cada una de las alternativas, se recomendó la alternativa 1 A debido principalmente, que es la alternativa que causa un menor impacto en el medio marino y terrestre, permitiendo un manejo definido de la barra de sedimentos, no bloquea el transporte de sedimentos litoral ni orgánico en el sistema estero – lago.

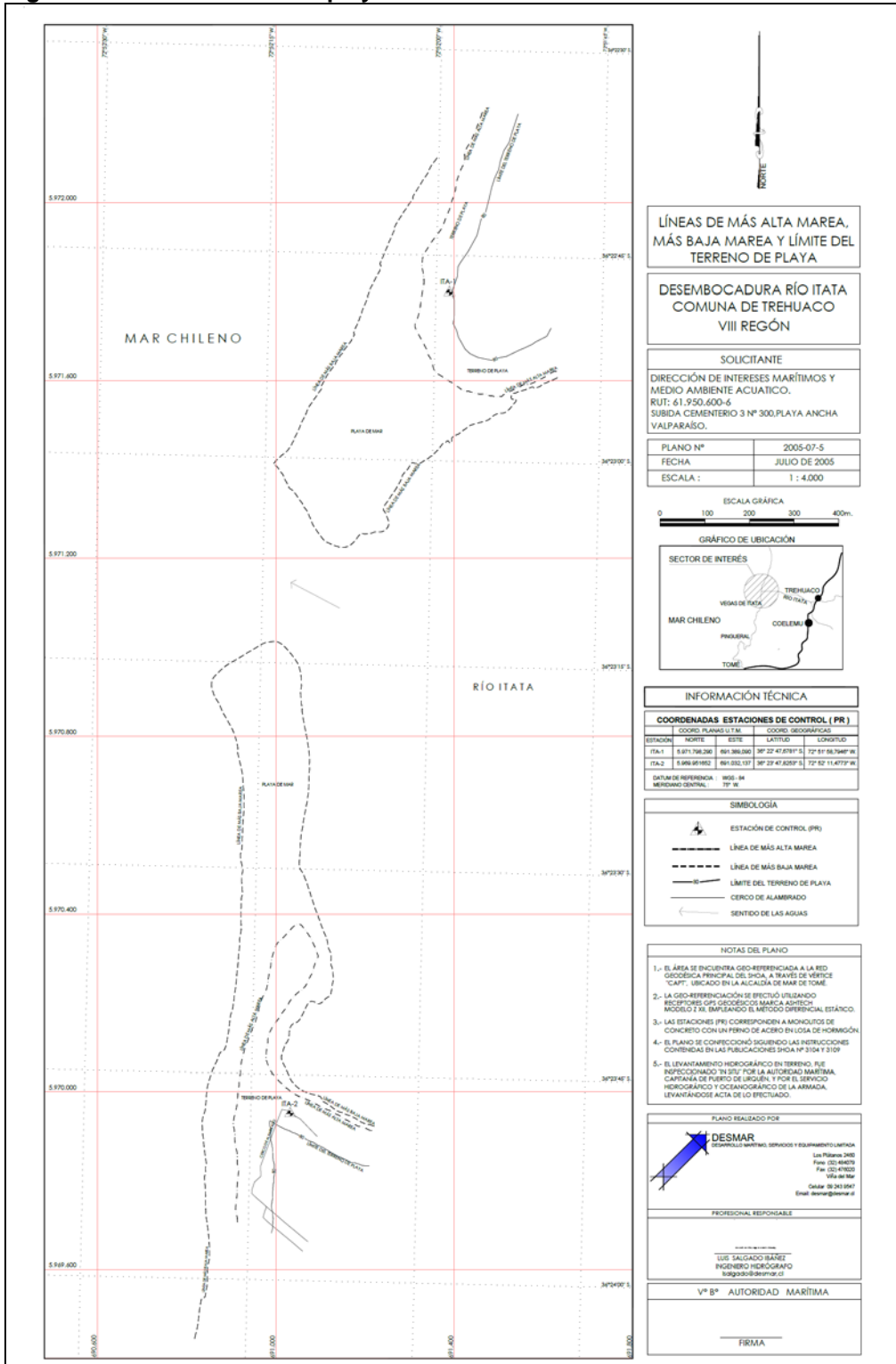
La alternativa escogida se basa en el desarrollo de un plan de manejo o protocolo, en base a observaciones de terreno.

4.6 Líneas de playa existentes

De acuerdo a la información entregada por la Armada de Chile (ver capítulo 4.1) existen dos líneas de playas oficiales cercanas a la zona de estudio. Ambas líneas de playas fueron levantadas antes del terremoto del 2010, a saber, el año 2005 y 2006.

El levantamiento realizado en julio de 2005, se encuentra en la zona de estudio (desembocadura) y se muestra en la siguiente figura:

Figura N° 4.3: Línea de playa oficial sector desembocadura.



Fuente: D.G.T.M Y M.M ORD. N° 12.200/19VRS

4.7 Estudio hidrológicos en río Itata (DGA)

4.7.1 Generalidades

La información disponible en el centro de documentación de la Dirección General de Aguas en torno al río Itata se conforma mayoritariamente por estudios con un enfoque de riego.

De hecho, más de la mitad de los documentos son pronósticos de disponibilidad para la temporada de riego anual para las distintas cuencas del país. En la cuenca del Itata, los casos los análisis efectuados se enfocan en el sector intermedio de la cuenca, antes de la confluencia con el río Ñuble, aguas arriba de la estación Río Itata en Balsa Nueva Aldea.

Otra fracción importante de los estudios tiene relación con análisis críticos de las estaciones meteorológicas y fluviométricas existentes en la década de los 70 junto con la proposición de nuevas estaciones, las cuales a la fecha ya existen. La información histórica presentada en dichos estudios es posible encontrarla en línea y actualizada.

- a) Modelación hidrogeológica cuenca Itata-Bajo, región del Biobío, Aqualogy Medioambiente Chile, 2013

Ante la creciente demanda de agua y el desconocimiento del comportamiento del agua subterránea en el sector se desarrolla este estudio para la DGA. Este estudio consistió en un levantamiento hidrogeológico que permitió la conceptualización y posterior modelación matemática del acuífero del Itata Bajo, luego de la confluencia con el río Ñuble siendo así el único documento de la biblioteca de la DGA en la sección baja.

El estudio consistió en la definición geométrica del acuífero, la determinación de disponibilidad y uso del agua, el análisis de la calidad química y la determinación del funcionamiento hidrogeológico de los sistemas en su conjunto.

A la fecha del estudio, la explotación del acuífero era baja en términos de importancia, ya que apenas supone merma al sistema. Sin embargo, el crecimiento de la demanda requiere un mayor conocimiento del sistema.

Para el desarrollo del estudio del acuífero se caracterizó hidrológicamente la red de drenajes, un estudio geológico con estratigrafías para la identificación de formaciones permeables. Además, se realizaron estudios geofísicos en el sector.

Los trabajos en terreno comprendieron un catastro de captaciones subterráneas con características técnicas, piezometría, calidad de aguas, aforos y catastro de la demanda agrícola, minera, sanitaria e industrial.

Además del producto final del modelo numérico evaluado en distintos escenarios de requerimientos de agua, se generó un repositorio SIG con información de interés que puede resultar útil en el sector de la desembocadura.

b) Análisis regional de caudales. VIII Región, AC Ingenieros Consultores, 1992.

Este estudio, si bien no analiza la parte baja del río Itata, desarrolla un procedimiento que permite evaluar los recursos hídricos superficiales en cuencas sin control fluviométrico de la VIII región a la fecha del estudio. Esto se realizó con el fin de que la DGA pudiese contar con una herramienta para el apoyo en el proceso de concesión de derechos de agua de pequeña magnitud en cuencas y sin influencia de riego lo que podría cobrar importancia aguas debajo de Río Itata en Coelemu dependiendo de los registros de caudal y la demanda de agua.

La aplicación del método de adaptación de las curvas de duración de las estaciones a los requerimientos de riego requiere justamente caracterizar las salidas por demanda de agua en los sectores de riego entre los puntos de control analizados.

4.7.2 Revisión de la estadística

Se recopiló la estadística de caudales horarios de 9 estaciones fluviométricas, su estado, y cantidad de datos disponibles se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 4.4: Estaciones Fluviométricas Itata (DGA)

Estación	Estado	Año inicio	Año fin	N°
RIO ITATA EN CHOLGUAN	Vigente	1924		91
RIO ITATA EN CONFLUENCIA		1924	1931	8
RIO ITATA EN Balsa Nueva Aldea	Vigente	1956		61
RIO ITATA EN CERRO NEGRO		1956	1983	28
RIO ITATA EN COELEMU	Vigente	1986		33
RIO ITATA EN GENERAL CRUZ	Vigente	1956		63
RIO ITATA EN TRILALEO	Vigente	1957		58
RIO LONQUEN EN TREHUACO		1985	2014	30
RIO ITATA EN PASO HONDO	Vigente	2006		13

Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA.

Las estaciones de mayor interés son Río Itata en Coelemu y Río Lonquén en Trehuaco, dado que a poca distancia de la confluencia del río Lonquén con el río Itata se encuentra el inicio del área de estudio, abarcando prácticamente la totalidad de la cuenca aportante del río Itata en Desembocadura.

Dado que estas estaciones poseen 29 años de registros en común, entre los años 1986 a 2014, al unir ambos registros se logra conformar, aun cuando de forma preliminar, una serie de tiempo de caudales apropiada para representar la escorrentía aportante al sector de desembocadura.

4.7.2.1 Caudales medios anuales

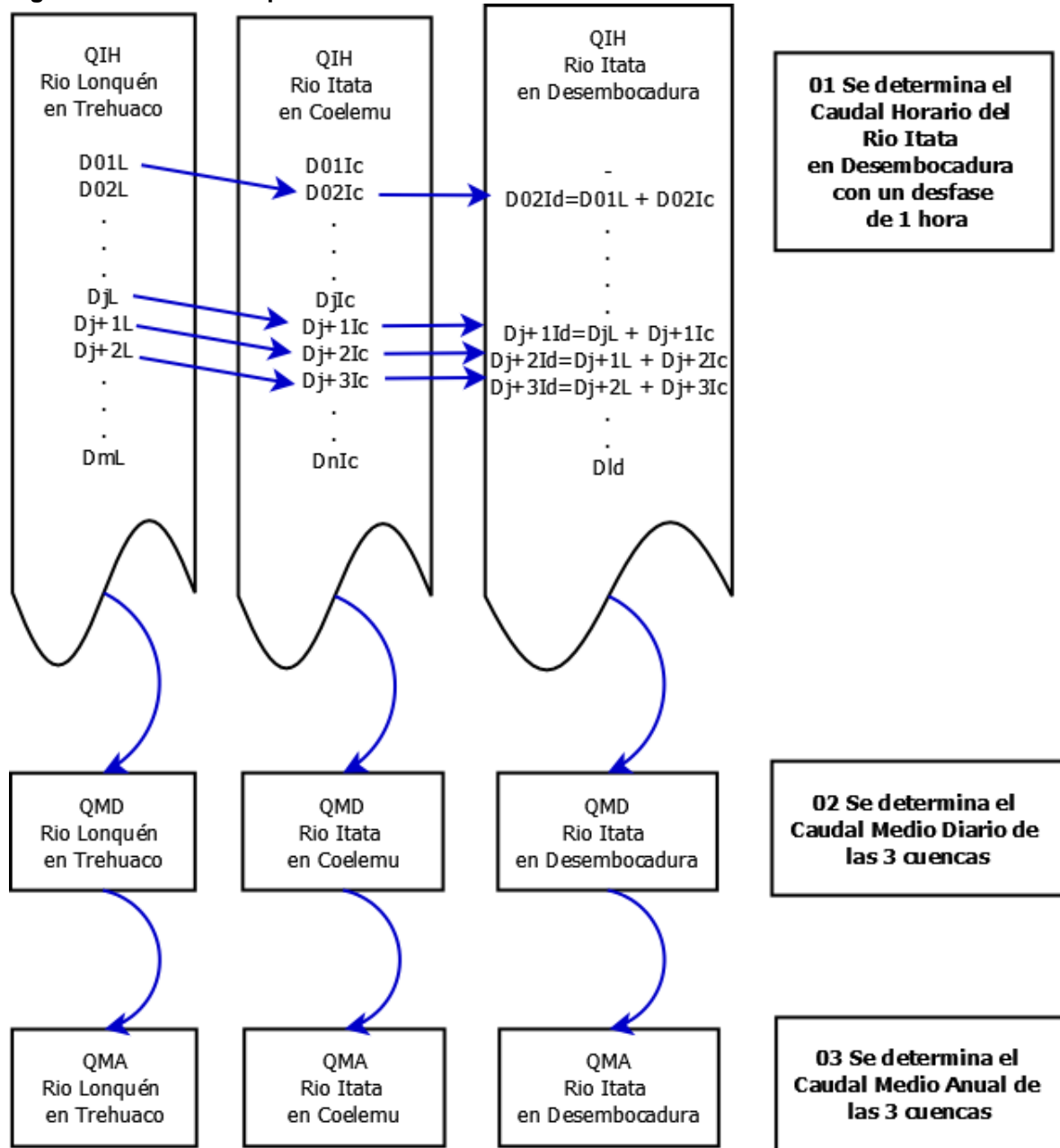
Para la determinación de los caudales medios anuales, se tomó la información disponible en el Banco Nacional de Aguas (BNA), correspondiente a los caudales instantáneos horarios (QIH) de las cuencas “Río Lonquén en Trehuaco” y “Río Itata en Coelemu”. Se estima el caudal en sector de desembocadura como la suma de los caudales horarios desfasados en 1 hr, siempre y cuando la estación principal “Río Itata en Coelemu” tenga datos para la determinación de los caudales horarios para “Río Itata en Desembocadura”, adicionalmente no se consideró la cuenca en la confluencia de ambas cuencas y la descarga, denominada “Río Itata entre Río Lonquén y desembocadura”, la que no fue considerada por los criterios presentados en punto 4.7.2.2.

Una vez obtenidos los valores correspondientes al caudal horario para para “Río Itata en Desembocadura” se determina los Caudales Medios Diarios (QMD) de las tres cuencas analizadas y de dicha información finalmente obtener los Caudales medios anuales (QMA) de las cuencas

Los resultados, así como el algoritmo escrito en Python, que realiza el cálculo y determinación de los caudales, se adjuntan en el Anexo N° 7.

El diagrama de flujo del algoritmo y cálculos se incluye en la figura siguiente.

Figura N° 4.4: Esquema de cuencas del río Itata.



Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA.

De la serie de caudales de las estaciones seleccionadas y de la unión en el punto de control denominado río Itata en Desembocadura, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 4.5: Caudales medios anuales.

Año	RIO LONQUEN EN TREHUACO	RIO ITATA EN COELEMU	RIO ITATA EN DESEMBOCADURA
1986	22,2	477,8	502,1
1987	23,6	395,4	412,8
1988	16,6	274,6	276,4
1989	6,9	172,0	172,0
1990	1,2	192,3	192,2
1991	26,2	399,6	401,4
1992	39,8	557,3	559,9
1993	25,8	495,9	497,9
1994	18,0	347,5	348,1
1995	19,4	350,9	352,2
1996	12,5	153,6	155,3
1997	23,0	582,5	585,2
1998	1,1	143,1	143,4
1999	16,4	330,3	331,6
2000	16,7	428,5	439,3
2001	21,6	650,7	671,8
2002	24,5	509,8	513,7
2003	2,7	275,7	275,9
2004	9,2	298,2	299,1
2005	21,4	470,5	472,3
2006	23,4	375,1	379,9
2007	7,0	199,4	201,8
2008	31,4	354,5	370,3
2009	25,7	327,8	340,9
2010	2,6	172,1	174,0
2011	10,2	282,9	288,0
2012	2,2	226,4	227,8
2013	3,3	226,1	228,8
2014	13,0	568,6	586,4
2015		334,8	334,3
2016		135,3	135,3
2017		291,9	292,0
2018		205,6	206,9
Mínimo	1,1	135,3	135,3
Promedio	16,1	339,6	344,5
Máximo	39,8	650,7	671,8

Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA.

A partir de estos resultados se estima el caudal medio anual del Río Itata en Desembocadura en 345 m³/s.

El aporte del río Lonquén en Trehuaco no resulta significativo siendo en promedio sus caudales del orden del 4% respecto a los de Itata en Coelemu.

4.7.2.2 Superficies de cuencas analizadas

De igual manera se comparó el área entre las cuencas aportantes consideradas, correspondiente a “Río Lonquén en Trehuaco” y “Río Itata en Coelemu” con respecto al área total de la cuenca del río Itata. La diferencia corresponde a la sub-subcuenca denominada “Río Itata entre Río Lonquén y desembocadura”, cuya denominación es 08145 según el BNA.

Se comparó la superficie de las cuencas que fueron consideradas en el análisis, así como la que no fue considerada, concluyéndose que el área de la cuenca “Río Itata entre Río Lonquén y desembocadura” corresponde a solo el 2% del área de la cuenca total. Comparativamente “Río Lonquén en Trehuaco” corresponde al 9,7% de la superficie, pero presenta un aporte del 5% del caudal.

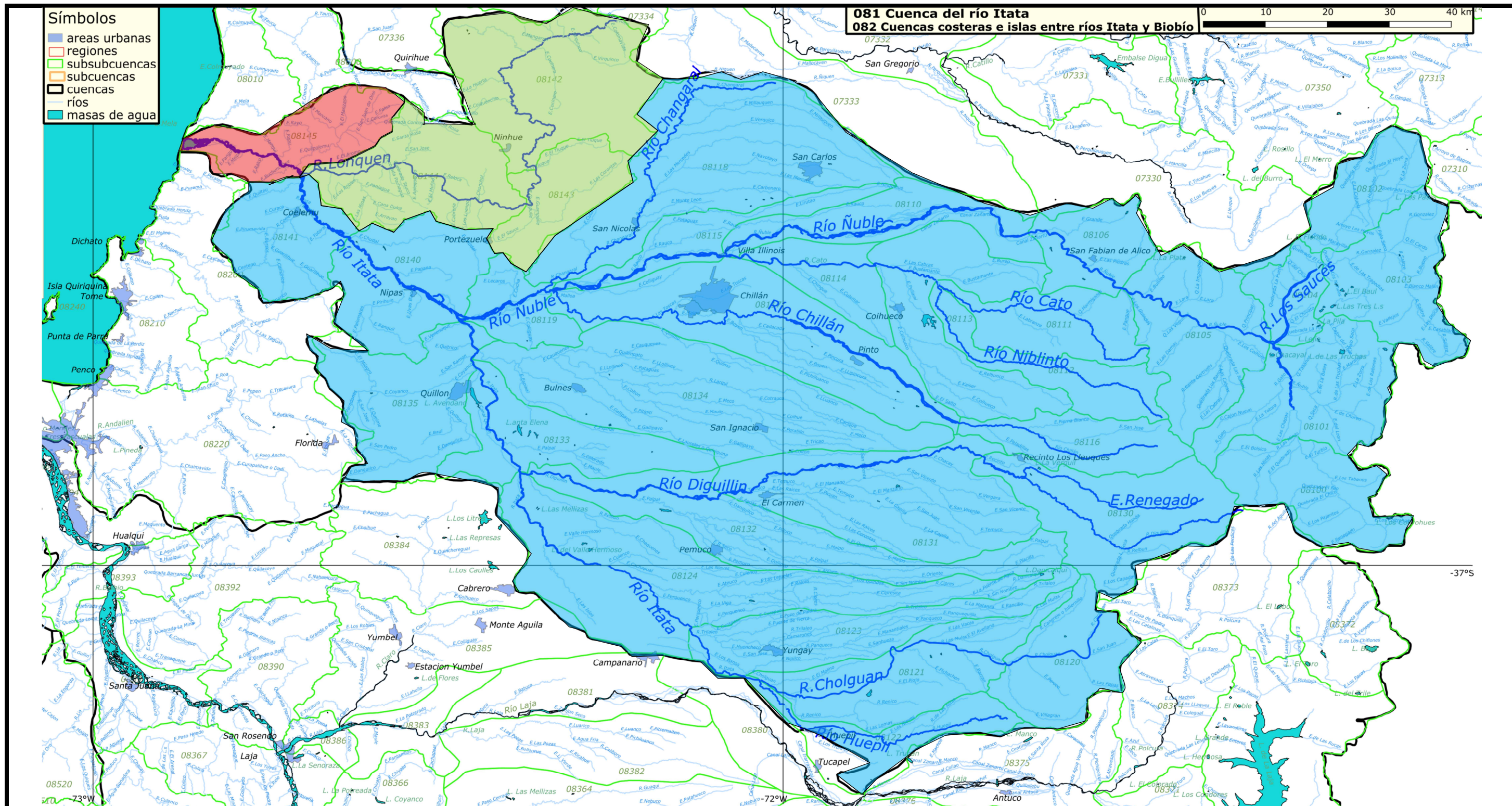
Cuadro N° 4.6: Caudales medios mensuales río Itata en Desembocadura.

Cuenca	Área drenaje [Km ²]	% Área
Río Lonquén en Trehuaco	1.097	9,7%
Río Itata en Coelemu	9.994	88,2%
Río Itata entre Río Lonquén y desembocadura	237	2,1%
Total	11.328	100,0%

Fuente: Elaboración propia en base a información DGA.

En la figura siguiente se incluye un esquema de las cuencas analizadas, desagregadas al nivel de Sub-subcuencas, donde la cuenca no considerada corresponde a “Río Itata entre Río Lonquén y desembocadura”, denominada 08145.

En conclusión, las dos cuencas consideradas en el estudio “Río Lonquén en Trehuaco” y “Río Itata en Coelemu” representan el 97,9% del total de la cuenca, con esto se justifica desprestigiar el aporte al caudal máximo entre dichas cuencas y la desembocadura.



Dirección de Obras Portuarias
 Ministerio de Obras Públicas
 Gobierno de Chile

■ Río Lonquén en Trehuaco 1.097 [Km²]
 ■ Río Itata en Coelemu 9.994 [Km²]
 ■ Río Itata entre Río Lonquén y desembocadura 237 [Km²]

Análisis Hidráulico Desembocadura Río Itata, Comunas de Trehuaco y Coelemu – Región del Ñuble
 Etapa 1: Recopilación de Antecedentes Existentes y Trabajos de Terreno

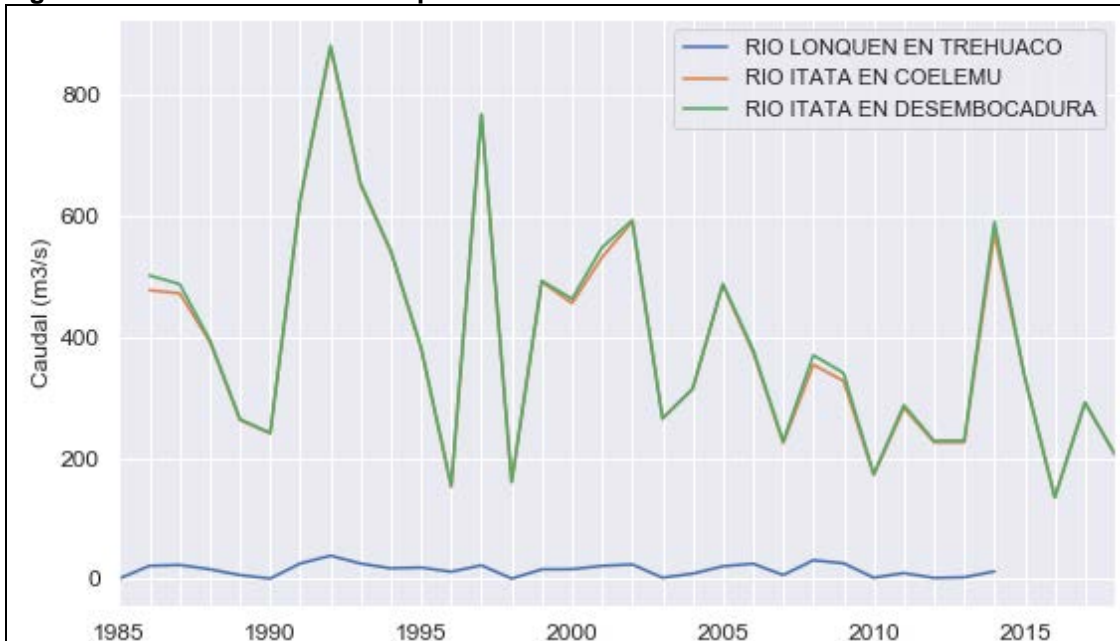
GSI
 INGENIERIA

Figura Nº 4.5
 Esquema de Cuencas del Río Itata
 La cuenca “Río Itata entre Río Lonquén y desembocadura”, corresponde al código 08145.
 Fuente: Elaboración Propia en base a Red Cedeus, Base de Datos del ministerio de bienes Nacionales y Biblioteca Nacional de Chile

4.7.2.3 Resultados caudales medios anuales

Ahora bien al analizar la tendencia temporal de estos resultados, se observa una clara tendencia a la baja en estos últimos 30 años, tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura N° 4.6: Serie de tiempo caudales medios anuales.



Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA.

4.7.2.4 Caudales medios mensuales

Para estudiar la variabilidad estacional, se calcularon los caudales medios mensuales del punto de control de río Itata en Desembocadura. Los valores se presentan en el siguiente cuadro ordenados según el año hidrológico, entre los meses de marzo a febrero.

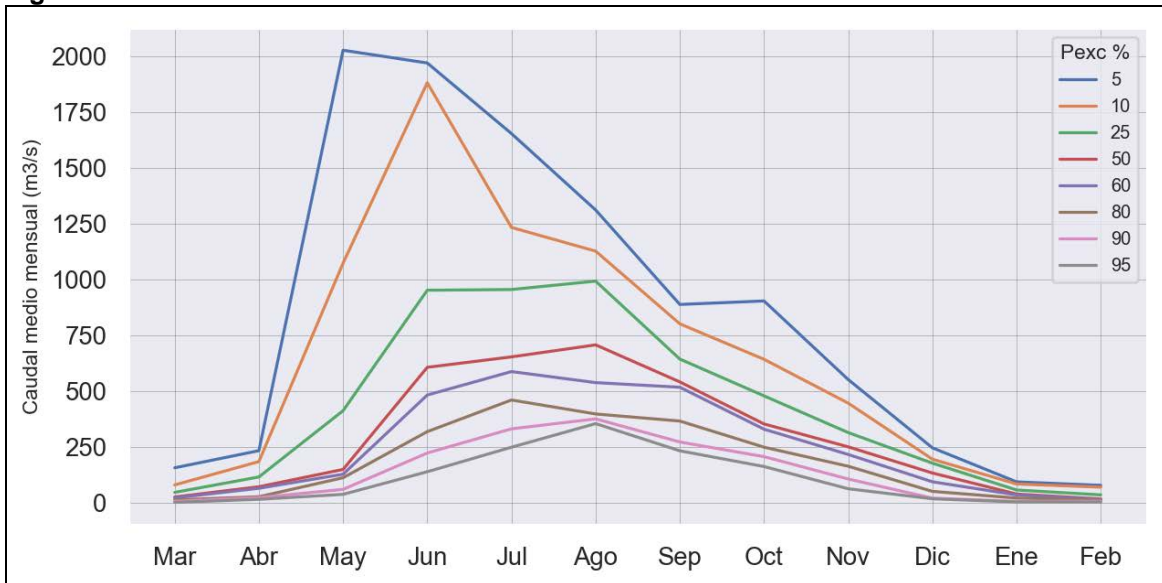
Cuadro N° 4.7: Caudales medios mensuales río Itata en Desembocadura.

Año	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Prom
1986-1987	80	194	1008	1908	509	707	384	268	282		36	17	490
1987-1988	37	72	131	452	1245	1023	609	644	379	90	22	13	393
1988-1989	23	48	112	319	648	997	468	290	212	97	27	11	271
1989-1990	9	13	28	227	489	544	352	208	104	34	7	3	168
1990-1991	12	108	222	223	188	357	666	358	162	21	4	12	194
1991-1992	1	65	2295	847	928	394	539	340	192	140	58	15	484
1992-1993	24	120	1806	1976	739	436	525	421	313	192	73	12	553
1993-1994	22	125	563	1963	1059	788	520	329	244	184	57	28	490
1994-1995	21	102	236	624	1126	505	597	462	243	151	36	18	343
1995-1996	16	68	141	662	1035	758	637	423	267	141	35	11	349
1996-1997	45	112	104	408	328	378	247	113	64	17		8	166
1997-1998	4	185	471	1636	718	749	813	807	570	224	47	23	521
2000-2001	27	24	126	1270	1085	707	980	529	268	157	98	85	446
2001-2002			1047	899	2065	1030	544	329	200	90	28	45	628
2002-2003	220	133	393	748	560	1410	763	1022	537	265	90	36	515
2003-2004	44	73	119	880	592	397	392	385	223	70	16	15	267
2004-2005	22	273	140	523	740	535	516	349	329	129	52	42	304
2005-2006	48	59	384	1110	1316	1230	617	331	257	184	85	36	471
2006-2007	47	144	231	1116	679	819	665	534	308	187	81	72	407
2007-2008	58	97	114	166	527	402	362	308	171	53	25	25	192
2008-2009	26	46	1076	608	589	991	571	256	160	47	20	15	367
2009-2010	14	19	337	588	730	849	585	382	351	174	43	36	342
2010-2011	56	31	62	229	365	409	322	248	196	81	40	24	172
2011-2012	28	94	116	320	519	826	619	440	274	138	54	70	291
2012-2013	81	54	60	606	381	352	267	204	134	179	75	22	201
2013-2014	17	28	124	388	659	492	471	208	174	74	36		243
2014-2015		66	194	733	587	1130	806	458	263		22	16	427
2015-2016	33	24	46	338	694	1098	739	615	319	97	47	25	340
2016-2017	27	98	122	107	299	376	216	207	62	19	5	4	129
2017-2018	8	25	158	455	453	660	476	632	454	154	41	15	294
Min	1	13	28	107	188	352	216	113	62	17	4	3	129
Prom	37	86	399	744	728	712	542	403	257	121	43	26	349
Max	220	273	2295	1976	2065	1410	980	1022	570	265	98	85	628

Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA.

A partir de estos valores y utilizando la distribución empírica de Weibull se elaboró la curva de variación de estacional de caudales medios mensuales, que se presenta a continuación.

Figura N° 4.7: Curva de variación estacional río Itata en Desembocadura.



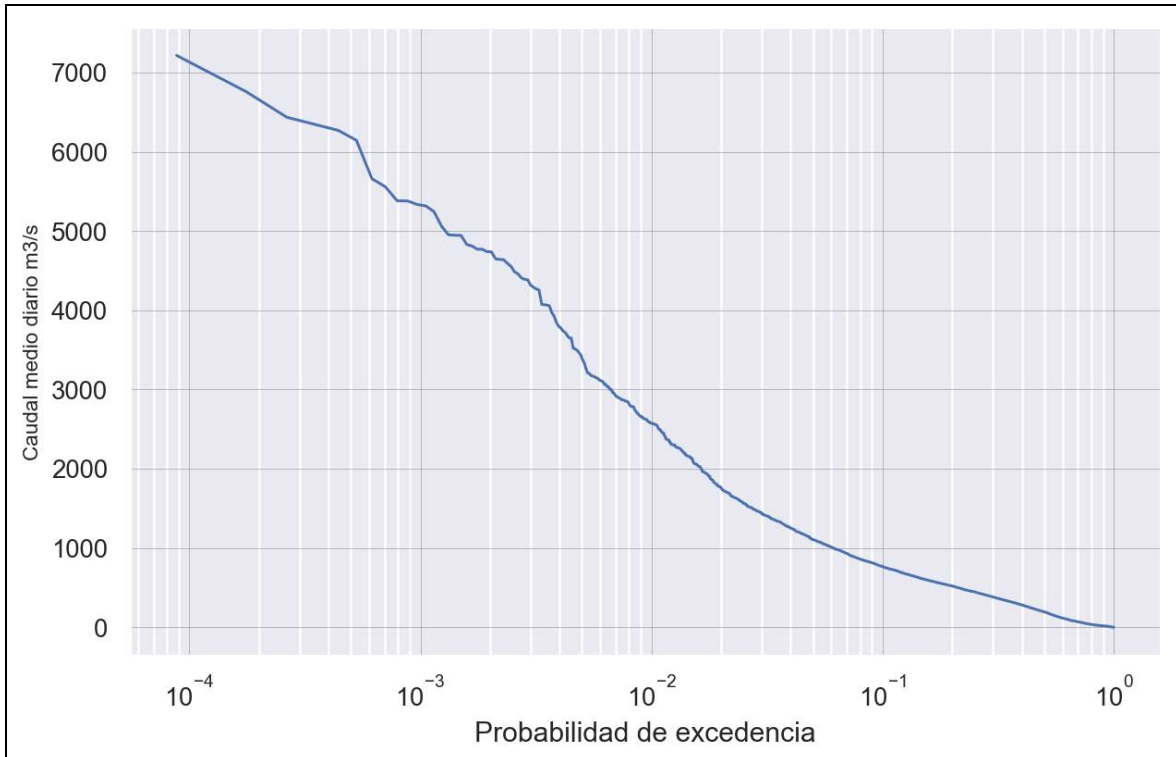
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el régimen hidrológico es pluvial, con los máximos caudales medios mensuales, en condiciones normales (Pexc 50%), entre los meses de junio y septiembre, siendo julio el mayor de estos, con un caudal cercano a los 750 m³/s.

En años extraordinarios (Pexc < 10%) los caudales máximos parecen acentuarse al inicio del invierno, entre los meses de mayo y julio.

4.7.2.5 Caudales medios diarios

Figura N° 4.8: Curva de duración general de caudales medios diarios, río Itata en Desembocadura.



Fuente: Elaboración propia.

4.7.2.6 Caudales máximos instantáneos

De la serie de caudales de la estación Río Itata en Coelemu, se determinaron los caudales máximos instantáneos anuales junto con la altura limnigráfica asociada, resultados que se presentan en el cuadro siguiente.

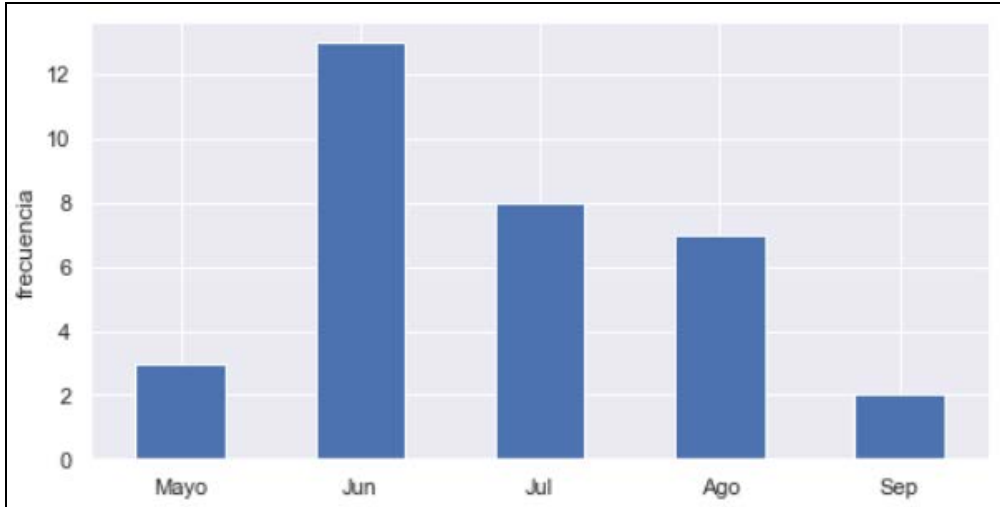
La mayor crecida registrada en dicha estación ocurrió el día 05 de Junio del año 1993 con un valor de 8.979 m³/s.

Cuadro N° 4.8: Caudales máximos instantáneos estación Río Itata en Coelemu.

Variable	h (m)	Caudal m ³ /s	
		caudal	día - mes
1986	5.00	5,174	16-Jun
1987	3.91	2,973	14-Aug
1988	4.22	3,563	29-Jul
1989	4.03	3,189	30-Jun
1990	2.89	1,389	11-Sep
1991	6.33	7,856	29-May
1992	5.44	6,033	05-Jun
1993	6.85	8,979	05-Jun
1994	5.68	6,525	25-Jul
1995	4.32	3,950	11-Jul
1996	3.00	1,825	13-Jun
1997	5.51	6,212	20-Jun
1998	1.78	657	05-Jul
1999	4.36	3,671	06-Sep
2000	6.40	8,070	01-Jul
2001	6.25	7,678	29-May
2002	6.09	7,322	25-Aug
2003	4.88	4,695	21-Jun
2004	3.21	2,058	09-Jun
2005	5.75	6,478	29-Jun
2006	4.82	4,582	08-Jun
2007	2.91	1,689	06-Jul
2008	5.68	6,319	22-May
2009	4.21	3,479	15-Aug
2010	2.35	1,344	29-Aug
2011	3.65	2,792	12-Aug
2012	2.85	1,851	14-Jun
2013	2.96	1,971	04-Jul
2014	4.29	3,641	03-Aug
2015	4.16	3,460	29-Aug
2016	2.24	1,227	25-Jul
2017	3.85	1,844	26-Jun
2018	3.48	1,458	28-Jun

Fuente: Elaboración propia en base a estadística DGA.

Figura N° 4.9: Mes de ocurrencia de caudales máximos instantáneos, estación Río Itata en Coelemu.



Fuente: Elaboración propia.

4.8 Sistema de conducción y descarga al mar, CFI Nueva Aldea

Este sistema de conducción y descarga al mar, consiste en una tubería terrestre y posterior emisario submarino ubicado fuera de la zona de protección litoral (ZPL). Dicho emisario se ubica en el sector de Boca de Itata, cercano al área del proyecto.

En relación al emisario terrestre, está proyectado un cruce (desde la ribera sur a la ribera norte) por el río Itata de aproximadamente 730 m de longitud. El material de la tubería es de acero de 1.200 mm de diámetro.

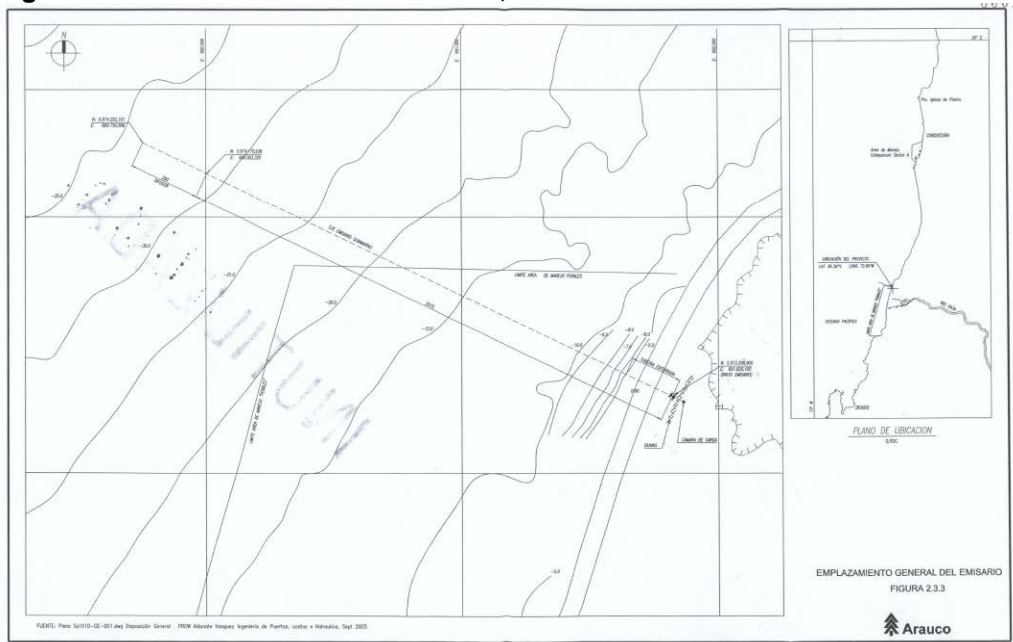
Fotografía N° 4.1: Cruce de tubería terrestre, CFI Nueva Aldea.



Fuente: Elaboración Propia.

Respecto del emisario submarino, el sistema llega hasta la playa de Boca de Itata y se entierra para cruzar la zona de rompientes, permitiendo así que la operación del emisario no sea visible, contando además con un difusor en el fondo marino.

Figura N° 4.10: Emisario submarino, CFI Nueva Aldea.



Fuente: Ref 3

De acuerdo a la información de la Figura N° 4.10, la ubicación de la cámara de carga y el sector de arranque del emisario submarino, se encuentra alejado de la zona del proyecto.

Figura N° 4.11: Ubicación Emisario Submarino, CFI Nueva Aldea.



Fuente: Elaboración Propia a partir de los datos entregados en la Ref 3.

5. TOPOBATIMETRÍA

Los aspectos metodológicos para llevar a cabo la batimetría, geodesia y topografía en este estudio se realizaron conforme a las disposiciones del DFL 192, de la Publicación SHOA N°3105, Instrucciones Hidrográficas N°5 “Especificaciones Técnicas para la ejecución de Sondajes” y la Publicación SHOA N°3109, Instrucciones Hidrográficas N°9 “Especificaciones Técnicas para el Empleo y Aplicación de Tecnología GPS”.

El presente trabajo no contempla la aprobación otorgada por el SHOA, de estudios con "Valor Hidrográfico".

El 24 de Abril del 2019, se realizaron mediciones de GPS con objeto de entregar control geodésico a los trabajos a ejecutar en el sector de estudio del río Itata. Estas mediciones se efectuaron desde el Vértice Geodésico proporcionado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) denominado "MELA" ubicado en un recinto particular del poblado de Mela, hacia los vértices generados "ITA 4", "ITA 3", "ITA 2", y "ITA 1".

Figura N° 5.1: Ubicación espacial de los vértices utilizados en el apoyo.



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la necesidad del proyecto, se realizó el transporte de referencia altimétrica con el fin de referir el Proyecto de los Perfiles Topobatimétrico al nivel de Reducción de Sondas (NRS). Por lo anterior, se realizó el arrastre desde el vértice "IT01" (entregado por la DOP) hacia el vértice "ITA 1" e "ITA 2", mediante mediciones GPS.

Luego de esto, se trasladó dicha referencia altimétrica a los vértices generados “ITA 3” e “ITA 4”, desde el vértice “ITA 1”.

Figura N° 5.2: Traslado y vinculación al NRS.



Fuente: Elaboración Propia.

5.1 Perfiles Topobatimétricos

Para conocer las características topográficas y batimétricas del sector de estudio se levantaron perfiles en 3 sectores específicos.

- 1) Sector marítimo, correspondiente a la playa donde se forma la barra de arena. Para este sector se levantaron **10 perfiles (B-01 a B-10)** distanciados cada 1 km.
- 2) Sector Desembocadura. Para este sector se levantaron **20 perfiles (P-29 a P-48)** espaciados cada 250 m, cubriendo así alrededor de 5 km.
- 3) Sector río. Para este sector se levantaron **28 perfiles (P-01 a P-28)** espaciados cada 250 m, cubriendo así alrededor de 7 km.

Con lo anterior, se cubrirá los últimos 12 km de la desembocadura del río Itata.

Los resultados de los levantamientos de cada sector, se expone en lo que sigue:

5.1.1 Perfiles Batimétricos Marítimos

En el caso de los perfiles marítimos, se realizaron 10 perfiles perpendiculares a la costa cubriendo un área de 21,9 km². Los perfiles fueron identificados desde el B-1 a B-10 (de norte a sur).

Figura N° 5.3: Perfiles marítimos, Desembocadura río Itata.



Fuente: Elaboración Propia.

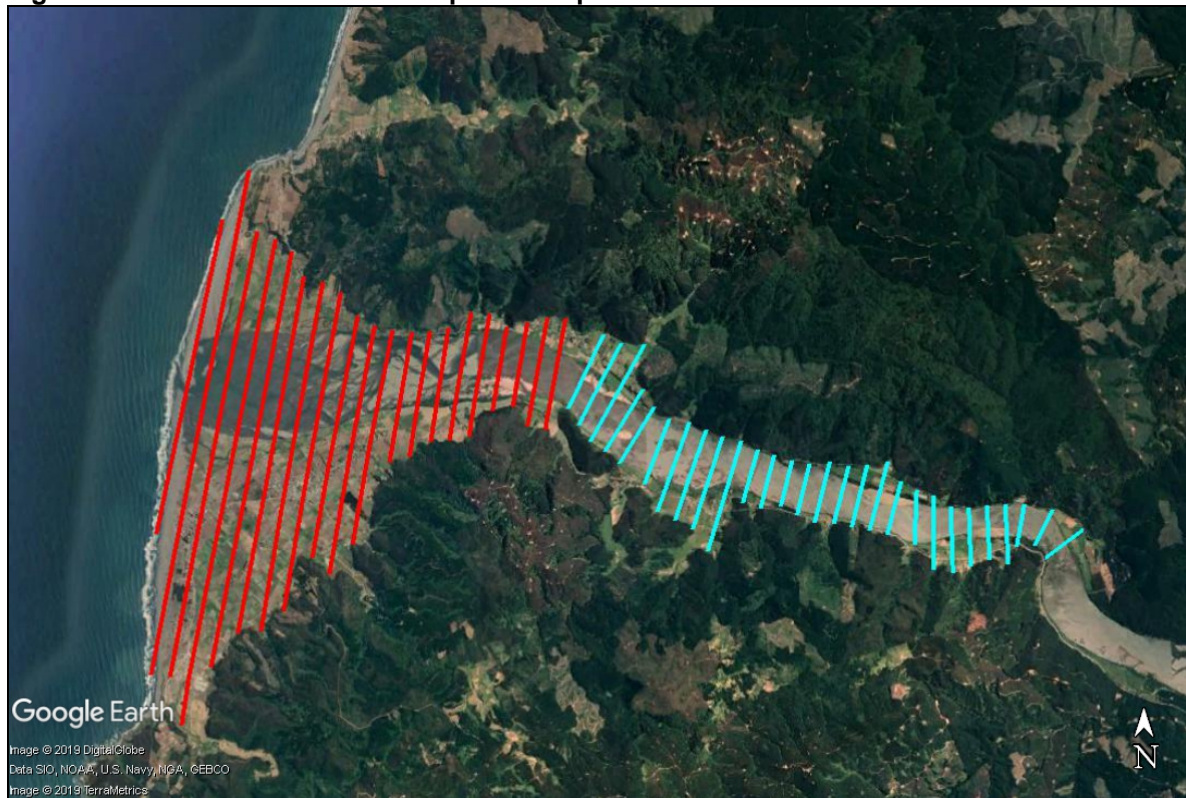
Los planos que muestra el detalle de dichos perfiles, junto con las profundidades registradas se presentan en el Anexo N° 3.

5.1.2 Perfiles en el río

Para el levantamiento de perfiles en el río Itata, se utilizaron técnicas que facilitarían el proceso de adquisición de datos en terreno. En este caso, fue de vital importancia el uso de vuelos Aero fotogramétricos a lo largo del área en estudio, que aportarían información topográfica que a su vez será cotejada y complementada con los datos obtenidos mediante la medición GPS en modo RTK (Real Time Kinematic), correspondiente a cada perfil propuesto.

De esta manera, se logró obtener la sección completa del terreno. Los perfiles en el río de Itata se presentan en la Figura N° 5.4, en rojo se observa los 20 perfiles (P-29 a P-48) correspondientes al sector de desembocadura del río Itata y en color cian los 28 perfiles (P-01 a P-28) efectuados río arriba del Itata.

Figura N° 5.4: Levantamiento perfiles topobatimétricos río Itata.



Fuente: Elaboración Propia.

El detalle del levantamiento, junto con los resultados obtenidos para los perfiles del río se presentan en el Anexo N° 3.

5.2 Línea de playa

Las mediciones de la línea de la playa, se realizaron el día 06 de mayo de 2019. El estudio se realizó utilizando el vértice “ITA 1”, el cual fue debidamente vinculado a la Red Geodésica Nacional, a través de una medición GPS en modo estático tomando como base de referencia al vértice “MELA”, proporcionado por el Servicio Hidrográfico Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).

Figura N° 5.5: Levantamiento línea de playa.



Fuente: Elaboración Propia.

La Determinación de Línea de Playa se efectuó durante las horas 11:30 a 14:50 horas (hora local UTC-04). La Línea de La Playa en pleamar se identificó con la línea de “mugre” (acumulación de partículas producto del mayor alcance de la marea) observada en el sector estudiado. La línea fue levantada utilizando el método Cinemático, y con la presencia de la Autoridad Marítima local de la Capitanía de Puerto de Lirquén.

En el Anexo N° 3 se presenta DATA GPS en formato rinex, el plano del levantamiento de la línea de playa, acta de inspección de la línea de playa y certificado de inspección de la línea de playa.

6. SEDIMENTOLOGÍA

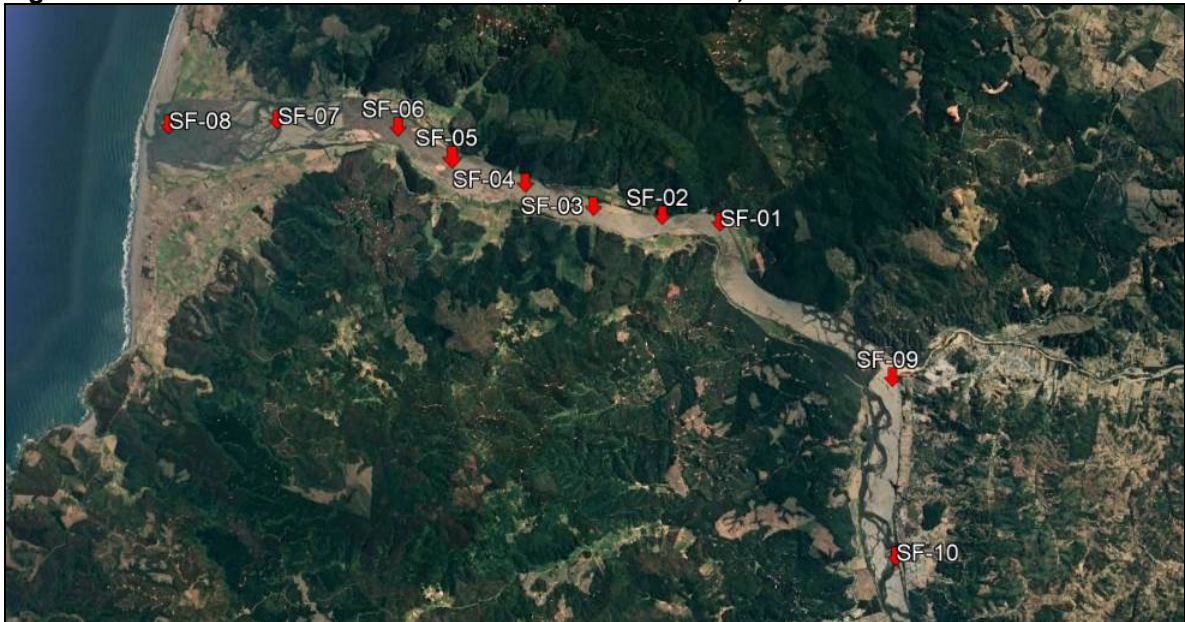
Para el estudio de sedimentología en el sector de estudio, se recolectaron **25 muestras** de sedimentos, 10 de ellas ubicadas a lo largo del río Itata definido dentro del área de influencia y 15 muestras en el sector marítimo en la desembocadura del río.

Un resumen de los resultados obtenidos se presenta a continuación:

6.1 Análisis sedimentológico del río Itata

La distribución de muestras de sedimento en el río Itata se muestra en la Figura N° 6.1.

Figura N° 6.1: Ubicación de muestras de sedimentos, río Itata.



Fuente: Elaboración Propia.

Las muestras fueron distribuidas en el área del proyecto (SF-01 a SF-08). También se incluyeron dos estaciones SF-09 y SF-10, correspondiente a caracterizar el aporte del río Lonquen al río Itata (SF-09) y una estación cerca el lugar de medición de la estación de la DGA en Coelemu, con el fin de correlacionar los registros con el levantamiento en terreno.

Los resultados del peso específico y diámetro nominal (D_{50}) se presentan en el Cuadro N° 6.1.

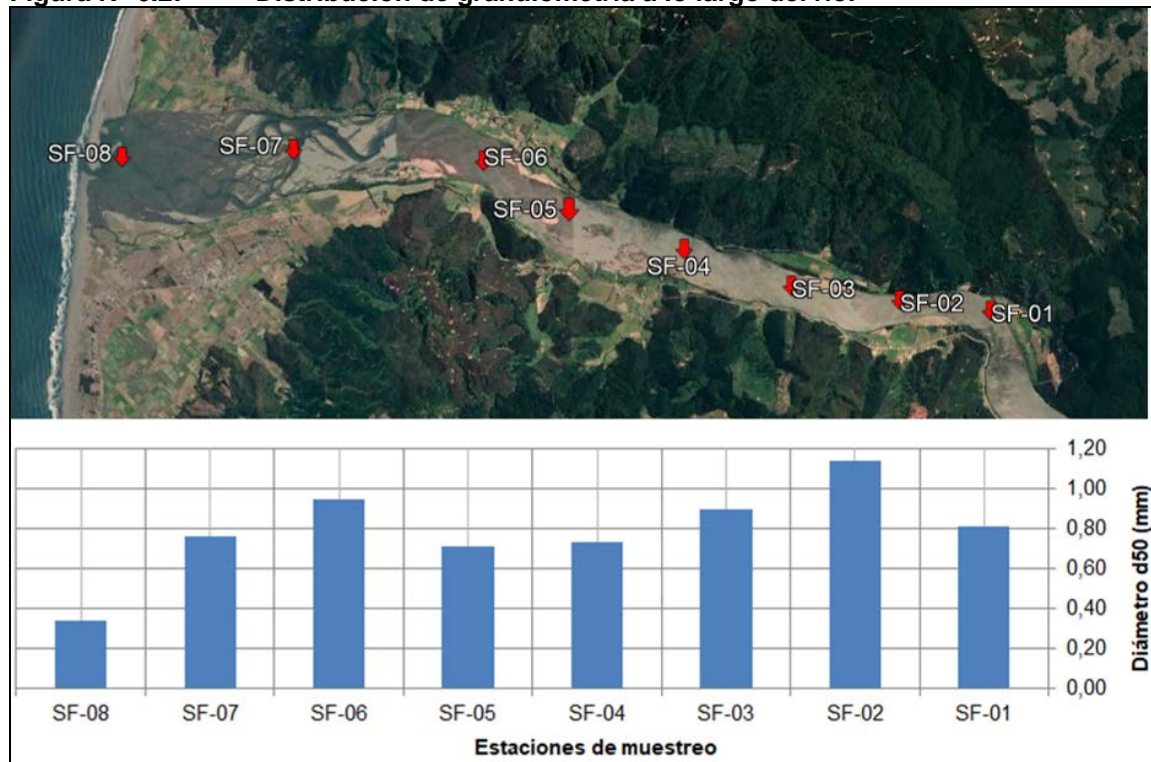
Cuadro N° 6.1: Resultados muestras de sedimentos, río Itata

Id. Muestras	UTM (m)		Geográficas		D ₅₀ (mm)	Densidad (kg/m ³)
	Este	Norte	Latitud	Longitud		
SF-01	703.198	5.968.580	36°24'23.32"S	72°44'2.15"O	0,81	2.703
SF-02	701.978	5.968.748	36°24'18.80"S	72°44'51.25"O	1,14	2.663
SF-03	700.525	5.968.971	36°24'12.66"S	72°45'49.75"O	0,90	2.637
SF-04	699.094	5.969.498	36°23'56.65"S	72°46'47.65"O	0,73	2.642
SF-05	697.558	5.970.040	36°23'40.21"S	72°47'49.77"O	0,71	2.702
SF-06	696.424	5.970.740	36°23'18.34"S	72°48'35.89"O	0,95	2.709
SF-07	693.869	5.970.951	36°23'13.37"S	72°50'18.57"O	0,76	2.714
SF-08	691.560	5.970.904	36°23'16.56"S	72°51'51.15"O	0,34	2.891
SF-09	706.775	5.965.219	36°26'9.57"S	72°41'35.42"O	0,65	2.745
SF-10	706.763	5.961.445	36°28'11.96"S	72°41'32.28"O	0,66	2.780

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados mostraron una distribución entre los 1,14 mm encontrados en la estación SF-02 y 0,34 mm en el sector de la desembocadura (SF-08).

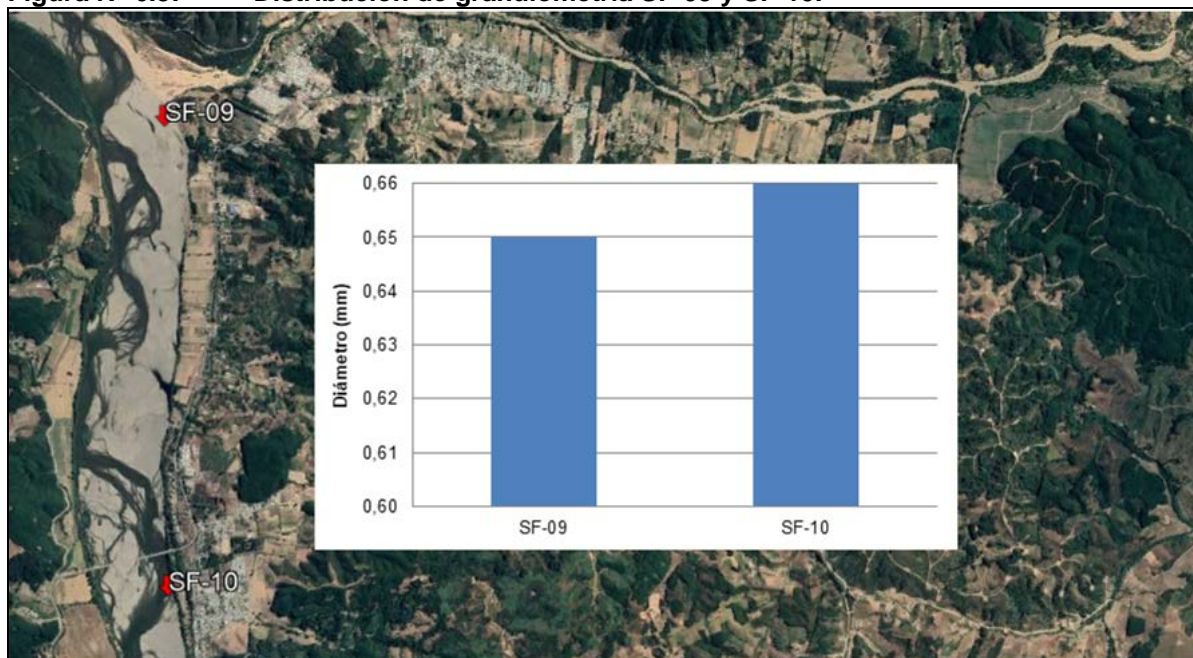
Figura N° 6.2: Distribución de granulometría a lo largo del río.



Fuente: Elaboración Propia.

Las estaciones SF-09 y SF-10, detectaron granulometrías similares de 0,65 y 0,66 mm respectivamente.

Figura N° 6.3: Distribución de granulometría SF-09 y SF-10.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 6.2: Clasificación de Sedimentos, río Itata.

N° Muestra	Clasificación de Sedimento								% Total
	GF	GMF	AMG	AG	AM	AF	AMF	L&A	
SF-01	8,93	21,26	13,81	19,38	30,98	5,54	0,08	0,02	100
SF-02	11,85	15,95	27,21	33,37	11,03	0,56	0,03	0,01	100
SF-03	1,87	8,59	31,72	50,96	6,66	0,17	0,02	0,01	100
SF-04	0,80	5,93	21,24	48,59	21,73	1,61	0,09	0,01	100
SF-05	7,80	9,51	16,12	34,05	29,14	3,29	0,07	0,01	100
SF-06	6,60	15,58	25,32	37,45	13,83	1,12	0,09	0,02	100
SF-07	2,43	12,16	20,27	38,63	22,00	2,18	2,29	0,05	100
SF-08	0,00	0,19	0,77	12,68	65,45	20,49	0,40	0,02	100
SF-09	0,35	3,45	14,89	51,20	25,79	3,75	0,43	0,15	100
SF-10	0,00	2,60	11,45	60,74	23,92	1,05	0,17	0,06	100

Fuente: Elaboración Propia.

Nomenclatura:

GF: Grava Fina;
AM: Arena Media;

GMF: Grava muy Fina;
AF: Arena Fina;

AMG: Arena Muy Gruesa;
AMF: Arena Muy Final;

AG: Arena Gruesa
L&A: Limo

En general las muestras del río (SF-01 a SF08) tuvieron un gran dominio de las arenas muy gruesas, arenas gruesas y arenas medias. En cuanto a las muestras tomadas río arriba, cercano al puente se comportaron de igual manera, prevaleciendo las arenas gruesas.

6.2 Análisis sedimentológico sector marítimo

Para caracterizar los sedimentos ubicados en la barra, se realizaron 5 transectas, donde en cada transecta se tomaron 3 muestras. Una muestra en la zona seca (TX-SE), otra muestra en la zona intermareal (TX-IN) y otra muestra en la zona sumergida (TX-SU).

La ubicación en planta de las transectas realizadas se muestra en la Figura N° 6.4.

Figura N° 6.4: Ubicación de muestras de sedimentos, zona desembocadura



Fuente: Elaboración Propia.

En visita a terreno se observó que la playa tiene una arena uniforme en cuanto a tamaño. Esta playa tiene un carácter disipativo con alta concentración de energía, debido a la amplia zona de rompientes. Se observa una pendiente suave, por lo que es esperable que los sedimentos en estas tres zonas antes descritas, mantenga un mismo diámetro nominal.

La ubicación de cada una de las transectas en detalle se presenta de la Figura N° 6.5 a la Figura N° 6.9.

Figura N° 6.5: Ubicación transecta 1



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 6.6: Ubicación transecta 2



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 6.7: Ubicación transecta 3



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 6.8: Ubicación transecta 4



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 6.9: Ubicación transecta 5



Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados del peso específico y diámetro nominal (D_{50}) de cada muestra, se presentan en el Cuadro N° 6.3

Cuadro N° 6.3: Resultados muestras de sedimentos, Desembocadura.

Id. Muestras	UTM (m)		Geográficas		D_{50} (mm)	Densidad (kg/m^3)
	Este	Norte	Latitud	Longitud		
T1-SE	691.461	5.971.933	36°22'43.26"S	72°51'56.03"O	0,41	3.005
T1-IN	691.328	5.972.007	36°22'40.95"S	72°52'1.43"O	0,41	3.024
T1-SU	691.311	5.972.017	36°22'40.64"S	72°52'2.12"O	0,69	2.756
T2-SE	691.262	5.971.469	36°22'58.45"S	72°52'3.60"O	0,51	2.879
T2-IN	691.185	5.971.469	36°22'58.50"S	72°52'6.69"O	0,42	2.982
T2-SU	691.158	5.971.478	36°22'58.23"S	72°52'7.78"O	0,77	2.714
T3-SE	691.172	5.971.082	36°23'11.06"S	72°52'6.87"O	0,59	2.786
T3-IN	691.101	5.971.130	36°23'9.56"S	72°52'9.76"O	0,63	2.761
T3-SU	691.088	5.971.136	36°23'9.37"S	72°52'10.28"O	0,72	2.752
T4-SE	691.023	5.970.518	36°23'29.46"S	72°52'12.35"O	0,65	2.813
T4-IN	690.989	5.970.532	36°23'29.03"S	72°52'13.72"O	0,42	2.939
T4-SU	690.982	5.970.532	36°23'29.04"S	72°52'14.00"O	0,52	2.952
T5-SE	690.992	5.970.005	36°23'46.12"S	72°52'13.13"O	0,49	2.942
T5-IN	690.927	5.970.031	36°23'45.33"S	72°52'15.77"O	0,38	3.289
T5-SU	690.909	5.970.014	36°23'45.89"S	72°52'16.47"O	0,42	2.885

Fuente: Elaboración Propia.

Respecto de los resultados anteriores, se ha analizado desde el punto de vista teórico la causa posible de pesos específicos (Gs) superiores a lo comúnmente encontrado en

arenas, porque efectivamente, un porcentaje de las muestras presentan valores de Gs hasta un 10% mayores a lo habitual para arenas. Cabe destacar que estos resultados se presentan solamente en las muestras tomadas en la desembocadura del río Itata, no así en las muestras tomadas en el lecho mismo del río, las cuales presentan valores dentro de lo esperado para arenas de fondo de lecho.

Por un lado, es posible que exista alguna influencia de contaminación de metales pesados en el sector, de origen desconocido, puedan ser la causante del aumento del peso específico (Gs) en las muestras realizadas en el lado mar. El Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Sistema de Conducción y Descarga al Mar de los Efluentes del CFI Nueva Aldea" de Arauco del año 2005, mostró presencia de metales pesados (ver EIA en Anexo N°2), sin embargo, para corroborar esta teoría es necesario realizar otro tipo de estudios no contemplados en los TDR de este proyecto.

Otra explicación se podría buscar desde el punto de vista geológico, sin embargo, este estudio no es posible abordarlo pues se escapa del alcance del contrato, toda vez que se requieren ensayos químicos para identificar la composición específica del material muestreado.

Respecto de la distribución de la granulometría se observa que los resultados muestran una distribución de 0,38 mm a 0,77 mm considerado homogéneo para cada una de las muestras obtenidas (25). En general el diámetro media nominal es de 0,54 mm.

En términos de zona, el sector **SECO** registró diámetros nominales en promedio de 0,53 mm, la zona **INTERMAREAL** de 0,45 mm y la zona **SUMERGIDA** de 0,62 mm.

Cuadro N° 6.4: Clasificación de Sedimentos, sector playa.

Est.	Nombre	Clasificación de Sedimento								
		GF	GMF	AMG	AG	AM	AF	AMF	L&A	% Total
1	T1-SE	0,00	0,02	1,12	33,99	54,94	7,89	1,10	0,94	100,0
	T1-IN	0,00	0,00	0,26	33,84	56,40	9,25	0,24	0,00	100,0
	T1-SU	0,00	0,38	12,83	69,98	16,02	0,76	0,03	0,00	100,0
2	T2-SE	0,18	0,05	2,86	48,16	40,49	4,06	4,17	0,04	100,0
	T2-IN	0,00	0,00	0,73	35,77	57,54	5,91	0,05	0,01	100,0
	T2-SU	0,00	0,95	26,61	60,74	11,28	0,40	0,02	0,01	100,0
3	T3-SE	0,15	1,33	14,70	44,15	36,04	3,46	0,15	0,02	100,0
	T3-IN	0,00	0,13	4,35	67,52	27,27	0,60	0,10	0,04	100,0
	T3-SU	0,99	1,43	22,58	52,22	21,48	1,29	0,01	0,00	100,0
4	T4-SE	0,00	0,11	18,43	51,38	28,32	1,70	0,04	0,03	100,0
	T4-IN	0,00	0,02	1,89	31,77	60,78	5,46	0,06	0,01	100,0
	T4-SU	0,00	0,25	8,40	43,83	45,69	1,82	0,01	0,00	100,0
5	T5-SE	0,00	0,07	2,55	45,78	46,45	4,88	0,18	0,09	100,0
	T5-IN	0,00	0,06	1,17	20,26	70,41	8,05	0,05	0,00	100,0
	T5-SU	0,00	0,19	3,48	32,07	56,75	7,50	0,01	0,00	100,0

Fuente: Elaboración Propia.

Nomenclatura:

GF: Grava Fina;
AM: Arena Media;

GMF: Grava muy Fina;
AF: Arena Fina;

AMG: Arena Muy Gruesa;
AMF: Arena Muy Final;

AG: Arena Gruesa
L&A: Limo

En general todas las muestras se concentraron en arenas muy gruesas a arenas medias, con una baja cantidad de limos y gravas.

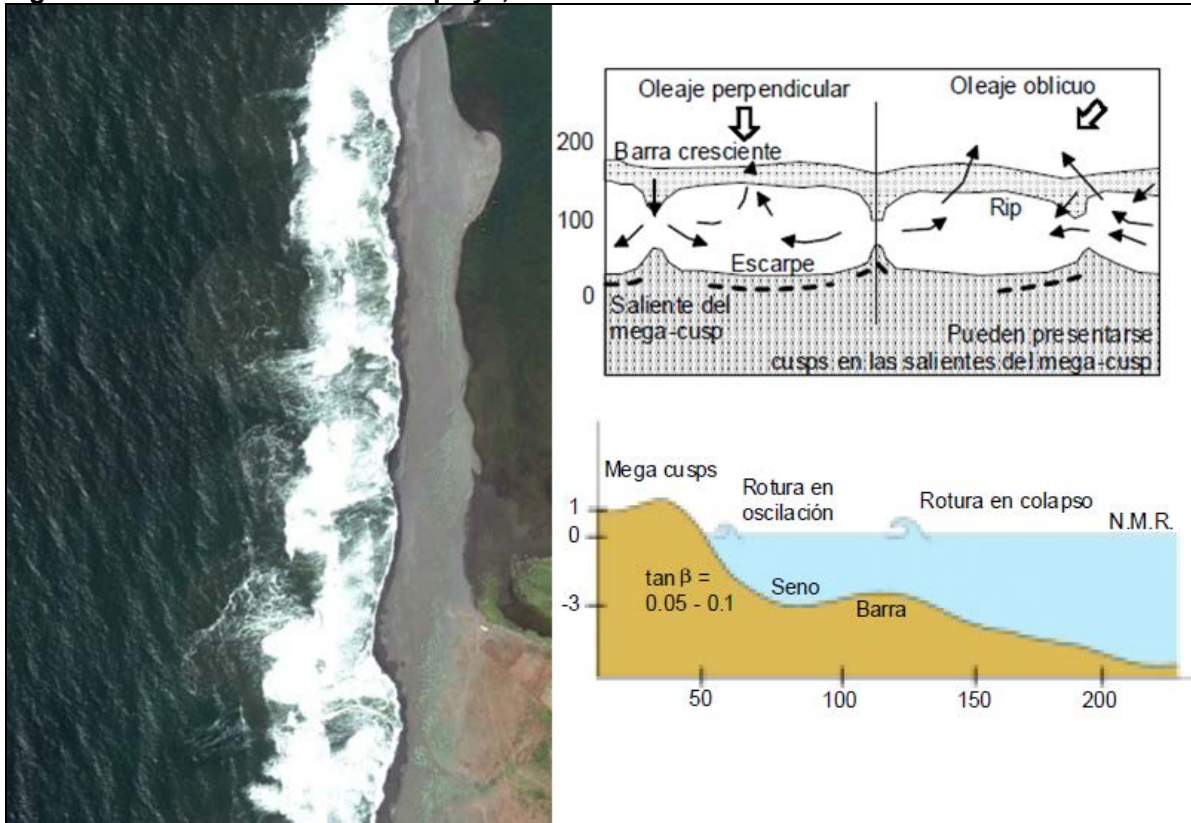
Mayor detalle de las muestras obtenidas en terreno, junto con sus respectivos ensayos de laboratorio, se presentan en el Anexo N° 4. Se incluye además en este anexo, muestras representativas de cada una de las muestras obtenidas en terreno, mediante la entrega de tubos de ensayos rotulados con la coordenada de ubicación del muestro, su diámetro nominal y peso específico.

7. COMENTARIOS FINALES

Del estudio de las condiciones naturales en conjunto con la recopilación de antecedentes, se ha definido que la problemática principal respecto de las inundaciones corresponde a la nula capacidad del río de romper la barra arenosa en épocas de primera y verano. En efecto, dada la naturaleza fluvial del río Itata, en épocas de verano y primavera este experimenta una baja en su caudal el cual no llega con suficiente fuerza para romper la barra que se forma en la playa producto del activo transporte de sedimentos que se da en la desembocadura.

La playa se conforma principalmente de arenas gruesa a arenas medias, con tamaños que varían entre los 0,3 y 0,8 mm. Estos sedimentos producto de las altas tasas de energías producidas por las variadas rompientes que se destacan en la zona, produce un transporte de sedimentos longitudinal de sur a norte provocando un cierre provisorio de la barra en períodos donde el flujo es bajo. Otro factor importante a estudiar es la conformación de la playa, la cual se puede clasificar en un estado modal de playa con “barra y playa rítmica” donde su principales características son las barras longitudinales que producen fuertes corrientes de retorno (*rip*) y en la mayoría de los casos los *megacusps* que son promontorios de arena en la zona seca de la playa.

Figura N° 7.1: Estado modal playa, río Itata.



Fuente: Elaboración Propia.

Con esta configuración en la playa se producen altas tasas de transporte de sedimentos de manera transversal, generando barras en los sectores sumergidos y aumentos del nivel medio de playa en la zona seca. Producto de esta condición morfológica y sumado a la poca capacidad del río de romper este cuerpo de arena, se producen las inundaciones en los sectores aledaños.

Otro factor de importancia, tiene relación con la naturaleza del río. Se ha caracterizado el río Itata de origen fluvial por lo que las precipitaciones en la cordillera o río arriba, en los meses de bajo caudal produce que el fenómeno de inundación se provoque en pocas horas, donde el tiempo de reacción de las autoridades es bajo o prácticamente nulo.

En general, la problemática ha sido identificada bajo los diversos estudios de terreno pero principalmente con las actividades de participación de ciudadana que se han realizado en los sectores de estudio. Con ello se buscará en una próxima etapa, caracterizar de manera numérica la hidrodinámica del río Itata en su desembocadura con el fin de proponer alternativas a nivel conceptual que entreguen real solución a la problemática existente.

Respecto al estudio de los datos aportados por la DGA, se han pre-seleccionado 2 estaciones que pueden ser utilizadas en un sistema de alerta temprana ante crecidas, que pudiesen producir desbordes en el sector de desembocadura del río Itata, especialmente en los meses de estiaje. Las estaciones mencionadas corresponden a Río Itata en **Balsa Nueva Aldea** y Río Itata en **Trilaleo** dado su emplazamiento y buena correlación con respecto a la estación Río Itata en Coelemu.

Aun cuando se analizará con mayor detención en la próxima etapa, se presenta un breve análisis de 4 eventos significativos y de variada magnitud, para los cuales se estimaron los tiempos de tránsito de onda de las crecidas entre cada una de estas estaciones y la de Río Itata en Coelemu, mediante la diferencia entre los Peak de la onda de crecida.

Cuadro N° 7.1: Tiempos de arribo por estación.

Río Itata en Balsa Nueva Aldea		Río Itata en Trilaleo	
T (hr)	fecha	T (hr)	fecha
5	27-05-2008	15	27-05-2008
9	08-06-2006	20	24-05-2006
8	29-08-2010	15	30-09-2017
6	16-08-2008	16	03-07-2013
7		16	

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se observa que los eventos registrados en la estación DGA Coelemu se encuentran desfasados en 7 horas promedios con la estación Balsa Nueva Aldea y 16 horas promedios por la estación Trilaleo. Esto puede servir para pronosticar con tiempo, los arribo de las inundaciones tomando en cuenta los registros aguas arriba del río. Esto se analizará en la próxima etapa con mayor detalle con el fin de obtener resultados precisos.