



Balance de Gestión Integral

AÑO 2021

Ministerio de Obras Públicas

**Instituto Nacional de
Hidráulica**





Índice

| | |
|--|----|
| 1. Presentación Cuenta Pública del Ministro del Ramo | 3 |
| 2. Resumen Ejecutivo Servicio | 6 |
| 3. Resultados de la Gestión año 2018-2021 | 11 |
| 4. Desafíos para el período de Gobierno 2022 | 19 |
| . | |
| Anexo 1: Identificación de la Institución | 20 |
| . | |
| . | |
| . | |
| Anexo 5: Compromisos de Gobierno 2018 - 2022 | 24 |
| Anexo 6A: Informe Programas / Instituciones Evaluadas | 25 |
| Anexo 6B: Informe Preliminar de Cumplimiento de los Compromisos de los Programas/Instituciones Evaluadas | 25 |
| . | |
| . | |
| . | |
| Anexo 10a: Proyectos de Ley en tramitación en el Congreso Nacional 2018-2021 | 26 |
| Anexo 10b: Leyes Promulgadas durante 2018-2021 | 27 |
| Anexo 11: Premios o Reconocimientos Institucionales 2018-2021 | 28 |

1. Presentación Cuenta Pública del Ministro del Ramo

Ministerio de Obras Públicas

Durante los últimos 4 años, como Ministerio de Obras Públicas hemos trabajado intensamente para proveer infraestructura pública y recursos hídricos que mejoren la calidad de vida de las personas a lo largo de Chile. Muestra de ello son la entrega de importantes obras como el nuevo terminal internacional del Aeropuerto de Santiago AMB; el puente Cautín (Cajón); los hospitales Félix Bulnes, Biprovincial Quillota Petorca, Curicó y Alto Hospicio; el aeródromo Peldehue; la restauración del Palacio Pereira; el aeropuerto Carriel Sur, el Estadio de Iquique, los embalses Chironta y Valle Hermoso, el nuevo Túnel El Melón, entre tantas otras. Además, han tenido significativos avances cientos de obras como el Hospital del Salvador, el Puente Chacao, el Puente Industrial (Concepción), la autopista Américo Vespucio Oriente, por mencionar algunas.

Pero, además de los desafíos propios del ministerio, durante este periodo hemos debido enfrentar situaciones extraordinarias que requirieron esfuerzos extraordinarios. La pandemia golpeó duramente al mundo entero, y Chile no fue la excepción. Además de la enorme crisis sanitaria y las dolorosas pérdidas humanas, también provocó la más profunda crisis económica en décadas: en tan sólo 6 meses se perdieron 2 millones de empleos.

Para enfrentar esta situación sin precedentes, el Gobierno impulsó el mayor plan de inversión pública de la historia del país: Paso a Paso Chile se Recupera. Este plan considera una inversión pública de US\$34.000 millones en el periodo 2020-2022. El MOP ha tenido un rol muy relevante en el desarrollo de este plan: 3.100 proyectos de caminos, puentes, edificación pública, agua potable rural (APR), aeropuertos, bordes costeros, obras hidráulicas, entre otros, que en total consideran, en el periodo 2020-22, una inversión pública del MOP de US\$10.900 millones.

Para la implementación de este plan de envergadura histórica fue fundamental la coordinación con otros ministerios y la colaboración de todos los sectores de la sociedad, que se canalizó a través del Consejo Asesor de la Recuperación, en el que participaron representantes transversales de la sociedad civil, la academia, gremios, alcaldes y dirigentes sociales, entre otros actores.

Junto a lo anterior, otro desafío que hemos debido enfrentar es la megasequía que estamos viviendo, la más extensa y profunda desde que tenemos registros como

país. Todos los modelos indican que la menor disponibilidad hídrica será un escenario permanente y, por tanto, hemos debido implementar soluciones para enfrentar la emergencia y también sentar las bases para soluciones de largo plazo.

En el corto plazo, nuestra primera prioridad ha sido asegurar la continuidad de suministro para el consumo humano. Ejemplo de ello es la redistribución del agua en los cauces, el aumento de la fiscalización y la aceleración de inversiones de corto plazo en las ciudades, que totalizarán US\$700 millones entre 2019 y 2023, y para la población en zonas rurales.

En particular, el sector rural ha sido el más duramente golpeado por esta sequía. Por eso, esta administración ha intensificado sustantivamente la inversión en servicios sanitarios rurales y se ha ampliado la cobertura del programa de APR. Entre 2018 y 2021 se invirtieron más de US\$760 millones. Además, se comenzó la implementación de la nueva Ley de Servicios Sanitarios Rurales, que permitirá apoyar a los sistemas no construidos por el MOP y enfrentar el desafío de las aguas servidas y su disposición. Adicionalmente, entre 2018 y 2021 la inversión pública MOP-DOH ascendió a US\$375 millones en obras de riego.

La gestión del agua es uno de los mayores desafíos que tenemos como país de cara a las próximas décadas. Es por eso que hemos querido hacer un trabajo transversal, buscando la colaboración y los acuerdos. Un ejemplo de ello es la Mesa Nacional del Agua, una instancia transversal de carácter público-privado que tuvo la misión de buscar soluciones de mediano y largo plazo para enfrentar la crisis hídrica. Esta mesa, además de estar formada por representantes del Congreso, gremios, la sociedad civil y Gobierno, escuchó a cientos de personas durante sus más de dos años de funcionamiento.

Entre los avances de largo plazo que se vieron materializados durante este periodo están, entre muchos otros, el envío del proyecto del Ley que crea el Ministerio de Obras Públicas y Recursos Hídricos, y la reforma de Código de Aguas, que tras más de 11 años de discusión, fue aprobada con apoyo transversal en el Congreso. Además, se ha impulsado el Plan de 26 Embalses Priorizados y concretado el desarrollo de Planes Estratégicos de Gestión Hídrica, que por primera vez permiten diseñar respuestas a nivel de cada cuenca con la mejor información disponible.

Durante este periodo también se potenció el sistema de concesiones, herramienta que tiene la virtud de proveer infraestructura de calidad para las personas y, al mismo tiempo, liberar recursos públicos para ser destinados a otras urgencias sociales. Este impulso se puede ver reflejado claramente en la gestión del año 2021, cuando el MOP alcanzó un récord histórico de llamados a licitación por una inversión total de US\$4.674 millones, cifra que es casi 6 veces el promedio histórico 2010-2018, y 2,5 veces el máximo anual desde que se inició el sistema de concesiones.

Durante el periodo 2018-2022, se licitaron 23 proyectos por US\$8.000 millones, tales como carreteras, hospitales y aeropuertos. De los proyectos licitados, 13 se

encuentran adjudicados, mientras que los restantes se encuentran en licitación. Durante el periodo se inició la construcción de 12 proyectos y 5 terminaron sus obras. Además, hubo otros grandes avances en materia de concesiones, como la implementación de pódicos de telepeaje en todas las autopistas interurbanas que conectan la Región Metropolitana, y el acuerdo con las autopistas urbanas de la RM para eliminar el reajuste anual de 3,5% sobre el IPC.

Nuestro trabajo, cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas, ha sido acompañado por una especial preocupación hacia el desarrollo sustentable, buscando minimizar los impactos en la naturaleza y los entornos donde se desarrollan. Así, hemos incorporado nuevas tecnologías para la reutilización del material asfáltico desechado, incorporado nuevas prácticas de relacionamiento comunitario para minimizar los riesgos de violencia en algunas zonas del país, entre otras innovaciones. Además, en materia hídrica, a partir de 2018 se estudió en detalle la situación de cada acuífero y al 2021 se cerraron 94 de ellos, alcanzando 100 zonas de prohibición en todo el país. Además, sumado a las 97 áreas de restricción, hay 197 acuíferos con limitación al otorgamiento de derechos de agua, correspondiente al 53% de los acuíferos a nivel nacional.

El desarrollo de la infraestructura debe tener una visión de largo plazo. En ese sentido, se presentó el Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad 2020-2050, cuyo objetivo es trazar una hoja de ruta de desarrollo de nuestra infraestructura de transporte para apalancar la economía del país, promover el desarrollo sustentable y dar mayor equidad territorial a lo largo de Chile.

Han sido años difíciles para Chile, en los cuales el Ministerio de Obras Públicas -tal como lo ha hecho desde su fundación en 1887- ha trabajado sin descanso al servicio de las personas en cada región del país. Nuestro profundo agradecimiento a todos quienes, desde el ministerio, de los contratistas y concesionarios, autoridades nacionales y locales, y muy especialmente de las comunidades a lo largo y ancho del país donde están nuestras obras, han hecho posible todos estos avances y logros.

Alfredo Moreno Charme
MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS

2. Resumen Ejecutivo Servicio

El Instituto Nacional de Hidráulica (INH) es una corporación autónoma con personalidad jurídica de derecho público, con patrimonio propio y con plena capacidad para adquirir y ejercer derechos y contraer obligaciones. Se relaciona con el Gobierno a través del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y tiene entre sus roles dar apoyo técnico a todas las direcciones de dicha repartición que tienen vínculos con el agua y la infraestructura. Está dirigido por un consejo y una directora ejecutiva, elegida por Alta Dirección Pública, que asumió en Noviembre de 2021.

Ubicado en la comuna de Peñaflor, Región Metropolitana, este Servicio desempeña sus funciones en el laboratorio de hidráulica, con instalaciones experimentales y de investigación, que permiten abordar problemáticas complejas asociadas al agua. Cuenta con un equipo técnico, compuesto por investigadores, ingenieros, geomensores, técnicos y maestros especializados. Los principales servicios que ofrece el INH, se relacionan con: estudios de investigación aplicada asociados a la infraestructura hidráulica de organismos públicos y privados; calibración de equipos de medición de flujos, arbitraje, apoyo a la docencia universitaria.

Nuestra historia

Ante la necesidad de proyectar los puertos del país, en 1953 el MOP impulsó la construcción de un laboratorio, que estaría encargado de realizar estudios e investigaciones de estructuras marítimas en modelo a escala reducida. En 1964 amplió sus actividades con estudios de obras hidráulicas de regadío, sanitarias y otras, para entidades estatales y privadas.

El Instituto Nacional de Hidráulica fue creado como Marco Normativo de Norma Orgánica bajo el Decreto 930 del 04 de enero de 1968, con el fin de desarrollar investigación y estudios en materias hídricas y de mecánica de fluidos. Entre 1980 y 2017, se fue incorporando infraestructura y equipamiento propios de laboratorios de hidráulica a nivel mundial, tales como: canal de calibración de molinetes, canal bidimensional de olas, banco de prueba de bombas y canal de socavación de pilas, entre otros, lo que nos ha permitido ofrecer una amplia gama de servicios.

El instituto cuenta con un Consejo, que tiene entre sus funciones, en conjunto con la Dirección Ejecutiva, definir los lineamientos del actuar del Instituto, velar por la marcha correcta de sus servicios, aprobar los planes de trabajo y las inversiones correspondientes propuestas por la Dirección. Este órgano está conformado actualmente por los siguientes consejeros:

- Director/a General de Obras Públicas y Presidente del Consejo.
- Director/a de Obras Hidráulicas.
- Superintendente de Servicios Sanitarios.

- Director/a de Obras Portuarias.
- Representante de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).
- Representante del Presidente de la República, vinculado con la docencia universitaria.

Misión y visión del INH

Misión: Nuestra misión es desarrollar estudios e investigación aplicada de proyectos de Infraestructura Hidráulica, con un enfoque integral y criterios sustentables, contribuyendo con ello a dar respuestas a los desafíos del país.

Visión: Nuestra visión es ser para el 2025 un instituto de excelencia en Hidráulica Aplicada a nivel latinoamericano.

Capital Humano

Nuestro capital humano destaca por su alto nivel de compromiso, proactividad y especialmente por su buena formación y calidad técnica, lo que ha permitido generar equipos de trabajo colaborativos y cohesionados, un buen ambiente laboral, logrando estudios y productos de excelencia. Actualmente el instituto cuenta con 62 funcionarios, en donde 41 son hombres y 21 son mujeres.

Información Financiera

En la siguiente tabla se presenta el Presupuesto Inicial y Ejecutado histórico entre los años 2010 y 2022, en miles de pesos, moneda al año 2022.

| Año | Presupuesto Inicial | Presupuesto Ejecutado |
|-------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 2010 | 1.664.557 | 1.885.343 |
| 2011 | 1.820.934 | 1.893.594 |
| 2012 | 2.099.028 | 2.004.583 |
| 2013 | 2.251.726 | 2.469.378 |

| | | |
|------------------|------------|------------|
| 2014 | 2.348.634 | 2.633.030 |
| 2015 | 2.949.932 | 3.323.304 |
| 2016 | 2.853.891 | 3.045.917 |
| 2017 | 2.707.608 | 2.775.976 |
| 2018 | 2.337.188 | 2.650.782 |
| 2019 | 2.198.060 | 2.511.077 |
| 2020 | 2.320.934 | 2.314.467 |
| 2021 | 2.298.084 | 2.379.707 |
| 2022 | 2.368.732 | * |
| Total Período | 30.219.307 | 29.887.158 |

* Ppto en ejecución

Logros del período 2018 -- 2021

1 Diagnóstico Hidráulico de Puentes, varias regiones

Desafío o problema a resolver: Durante el año 2018 el Ministerio de Obras Públicas (MOP) determinó que en Chile existían 14 puentes en estado crítico, vulnerables al colapso, a partir de un análisis realizado a más de 1.000 puentes emplazados a lo largo del país. En este contexto, el Instituto Nacional de Hidráulica debía realizar un diagnóstico desde el punto de vista hidráulico de esos 14 puentes en situación crítica para lo cual se efectuaron campañas de medición en terreno que permitieron analizar el estado de vulnerabilidad hidráulica de las estructuras viales.

2 Diseño sistema de disipación de energía, Embalse Ancoa, región del Maule

Desafío o problema a resolver: El Embalse Ancoa es una obra construida y en operación desde el año 2012. Tras algunas crecidas puntuales del río Ancoa durante el año 2016 se observó un efecto erosivo al pie de la obra de evacuación del embalse en el sector destinado a la disipación de energía del flujo. Dado lo anterior, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) debió solicitar una adecuación del sistema de evacuación de crecidas del embalse para lograr un óptimo y seguro funcionamiento de esta obra. En este contexto, el INH debía realizar un estudio mediante modelación numérica para analizar el comportamiento hidrodinámico del flujo, con objeto de apoyar y validar el diseño del salto de esquí de la obra de descarga. Una particular complejidad del estudio tuvo relación con el análisis del despegue del flujo del salto de esquí, el cual estaba fuertemente influenciado por la geometría del cuenco disipador.

3 Servicio de apoyo para la generación de un sistema de predicción de oleaje

Desafío o problema a resolver: La Dirección de Obras Portuarias (DOP), del Ministerio de Obras Públicas, en conjunto con el programa de desarrollo logístico del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones solicitó la elaboración de un sistema de pronóstico de clima de oleaje, con el fin de aumentar la seguridad y eficiencia en las instalaciones portuarias a lo largo del país. El sistema tiene como propósito el desarrollo de una herramienta de predicción de oleaje mediante la aplicación de modelación numérica, estos consideran los procesos físicos de generación y propagación del oleaje, así como su disipación y transferencia de energía.

4 Estudio de obra de bocatoma Canal Las Palmas, región de Valparaíso

Desafío o problema a resolver: El Embalse Las Palmas es una obra proyectada a construir a unos 17 km al oeste de la localidad de Petorca, destinado a abastecer principalmente las necesidades de riego con un volumen total de 55 millones de m³. El embalse será alimentado por un canal de 57 km de largo proveniente desde la cuenca del río Petorca para lo cual se dispone de una bocatoma que capte las aguas del cauce y sean conducidas al embalse. ARCADIS Chile solicitó al INH realizar el estudio en modelo física a escala reducida de la bocatoma del río Petorca para analizar el comportamiento hidráulico y sedimentológico del sector donde se proyecta la construcción de la bocatoma y barrera vertedora frontal. Uno de los grandes desafíos consiste en la fiel reproducción de la tasa de transporte de sedimentos o gasto sólido del cauce para crecidas de distintos períodos de retorno, que determina en gran medida el funcionamiento de la obra en cuestión

5 Diagnóstico Playa La Serena

Desafío o problema a resolver: Según los informes del IPCC y los estudios recientes, las playas chilenas estarán afectas a procesos erosivos en la última década, resulta entonces relevante disponer de estudios que permitan disponer de información para elaborar planes de prevención y mitigación de los efectos del cambio climático en nuestras costas. Ante eventos ocurridos que generaron grandes daños en las costas de la Serena, la Dirección de Obras Portuarias (DOP) y Aguas consultores SPA solicitaron el estudio del diagnóstico de las playa de La Serena, estimando tasas de retroceso de aproximadamente 1 m/año de la línea de costa, en los últimos 20 años, identificando una disminución de los aportes de sedimentos del río Elqui asociados a la mega sequía, la extracción excesiva de áridos y el efecto en la parte alta de la cuenca del embalse Puclaro, que repercute negativamente en la playa. Se estiman retrocesos de aproximadamente 30 m a mediados de siglos y 110 m a fines de siglo.

6 Plan de Infraestructura Hídrica 2020

Desafío o problema a resolver: La Dirección General de Obras Públicas (DGOP) durante el año 2019 realiza el Plan de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050. Esta consultoría consistió en tomar este plan y paralelamente realizar un levantamiento de la cartera de iniciativas propuestas en los planes regionales, por cuenca y completar un listado de todas las iniciativas existentes, para 52 cuencas las cuales presentaban iniciativas de obras hidráulicas (estructurales y no estructurales). El objetivo de esta etapa fue cruzar este levantamiento de iniciativas con la oferta y demanda hídrica, para cada una de estas cuencas.

Desafíos a futuro

Desde el año 2022 a futuro, se tiene como meta potenciar el laboratorio hidráulico en Peñaflores, principalmente en el área de modelación física, teniendo en cuenta adquirir equipos modernos y fundamentales para el óptimo desarrollo de los proyectos fluviales y marítimos. Un ejemplo de estos equipos es la adquisición de generadores de oleaje multidireccional, los cuales permiten desarrollar modelos físicos tridimensionales con mayor precisión en la generación de resultados.

Finalmente, un desafío de mediano plazo es lograr que el Instituto se convierta en un referente del sector público y privado en las áreas de modelación física y matemática, de ingeniería hidráulica, calibración de equipos de medición del recurso hídrico y medición de campo en el agua. Para esto, se requiere implementar un proceso de mejoramiento de la Institución, que permita entregar servicios de calidad, en forma eficiente y competitiva, lo que finalmente se cuantifica en un aumento de la demanda de nuestros servicios por parte de instituciones públicas como privadas; y como consecuencia, en un aumento de nuestros ingresos, permitiéndonos de esta forma crecer e invertir en infraestructura.

3. Resultados de la Gestión año 2018-2021

3.1. Resultados asociados al Programa de Gobierno, mensajes presidenciales y otros aspectos relevantes para el jefe de servicio

3.2 Resultados de los Productos Estratégicos y aspectos relevantes para la Ciudadanía

Resultados de los Productos Estratégicos

Los productos estratégicos se vinculan directamente con los objetivos estratégicos, y ambos conjuntos de parámetros son revisados anualmente en el proceso de formulación del presupuesto anual. Tanto los objetivos como los productos estratégicos son consensuados con la DIPRES.

Objetivos estratégicos 2018 -2022

Objetivo Estratégico 1 : Contribuir al desarrollo del país, a través de la ejecución de estudios de hidráulica e investigación aplicada, levantamiento de información de terreno, mediciones de campo, y calibraciones de instrumentación hidrométrica.

Objetivo Estratégico 2: Promover un enfoque integral y una mirada sustentable en los estudios y proyectos de ingeniería, entre ellos el efecto del cambio climático.

Objetivo Estratégico 3: Contribuir al estudio de eventos extremos o consecuencia de Cambio Climático y apoyar el desarrollo de nuevas fuentes de energía renovables (undimotriz, mareomotriz, hidráulica), a través de mediciones de campo, catastro de recursos y pruebas de dispositivos.

Objetivo Estratégico 4: Generar la información y el conocimiento en temas relativos a eventos extremos, desastres naturales y cambio climático, y así apoyar la toma de decisiones ministeriales.

Objetivo Estratégico 5: Fortalecer a la Institución, a través de intercambio científico y tecnológico con organismos nacionales e internacionales en el ámbito de la innovación y formación especializada del recurso humano, en materias hidráulicas.

Productos Estratégicos

Los productos estratégicos son 4, a saber:

- 1.- Estudios y Proyectos
- 2.- Investigación Aplicada
- 3.- Mediciones de Campo y Calibraciones
- 4.- Difusión del Conocimiento.

Proyectos destacados entre 2017 y 2021, vinculados con los objetivos estratégicos 1,2,3,4,5

1. Diagnóstico Hidráulico de Puentes, varias regiones

Desafío o problema a resolver: Durante el año 2018 el Ministerio de Obras Públicas (MOP) determinó que en Chile existían 14 puentes en estado crítico, vulnerables al colapso, a partir de un análisis realizado a más de 1.000 puentes emplazados a lo largo del país. En este contexto, el Instituto

Nacional de Hidráulica debía realizar un diagnóstico desde el punto de vista hidráulico de esos 14 puentes en situación crítica para lo cual se efectuaron campañas de medición en terreno que permitieron analizar el estado de vulnerabilidad hidráulica de las estructuras viales.

Relevancia del proyecto para el país: Los puentes son estructuras vitales para la conectividad vial del país, y las consecuencias del colapso de estas estructuras son catastróficas. Dado lo anterior, es fundamental diagnosticar hidráulicamente el estado de las estructuras de soporte de los puentes, vale decir, las cepas y los estribos; así como también, conocer el impacto de agentes externos, como la presencia de obras hidráulicas en las cercanías del puente, o efectos antrópicos como la extracción de áridos. El estudio permitió diagnosticar y categorizar según su vulnerabilidad a los 14 puentes críticos del país, además de recomendar acciones de mitigación ante los nocivos efectos de fenómenos hidráulicos en la estabilidad de las estructuras. La participación del INH en estos estudios es de gran relevancia por ser la única institución con la instrumentación y capacidad técnica suficiente para abordarlos.

Cómo se desarrolló: El diagnóstico hidráulico consideró una campaña de medición en terreno en cada uno de los 14 puentes críticos. Estas campañas se realizaron para rescatar información fundamental para el análisis tales como medición de la socavación actual alrededor de cepas y estribos, dimensiones de la infraestructura del puente, caracterización y composición del lecho, determinación de las características hidráulicas del cauce, etc. Además, mediante el análisis de imágenes satelitales se evaluó el dinamismo morfológico de los cauces. Toda esta información se utilizó para realizar el diagnóstico hidráulico de los puentes y recomendar acciones de mitigación o medidas complementarias para reducir el riesgo de colapso de las estructuras viales. Finalmente, se categorizaron los puentes según la vulnerabilidad hidráulica de ellos mediante el uso de cinco metodologías o índices de evaluación de puentes existentes en la literatura universal.

Elementos innovadores del estudio: El desarrollo del estudio requería de un equipo de trabajo multidisciplinario para obtener la información suficiente en las campañas de terreno que permitieron robustecer el diagnóstico de los puentes analizados. Por otra parte, se efectuaron mediciones de una gran cantidad de variables y en diversos ambientes fluviales, vale decir, tanto en cauces de régimen supercrítico como subcrítico o transcrito, lechos de granulometría fina, gruesa y extendida, ríos de alta pendiente y de llanura o cercanos a la desembocadura, etc. Del mismo modo, se debió implementar una metodología de medición adecuada y eficaz para trabajos en terreno como el uso de imágenes captadas con dron para la obtención de la granulometría superficial del lecho.

Aporte del estudio, resultados o conclusiones: El estudio permitió, en primer lugar, categorizar los 14 puentes analizados según la vulnerabilidad hidráulica, empleando diversas metodologías de evaluación para ello. Por otro lado, el diagnóstico realizado a cada una de las estructuras viales permitió determinar caso a caso aquellos factores que recrudecen o impactan negativamente en la estabilidad de estas, recomendando acciones o medidas de mitigación en pos de reducir la vulnerabilidad de las mismas. Así, por ejemplo, las medidas recomendadas van desde acciones básicas como la limpieza frecuente de cauces en las cercanías del puente hasta la incorporación inmediata de obras de protección o la suspensión de circulación ante un inminente riesgo de colapso.

2. Diseño sistema de disipación de energía, Embalse Ancoa, región del Maule

Desafío o problema a resolver: El Embalse Ancoa es una obra construida y en operación desde el año 2012. Tras algunas crecidas puntuales del río Ancoa durante el año 2016 se observó un efecto erosivo al pie de la obra de evacuación del embalse en el sector destinado a la disipación de energía del flujo. Dado lo anterior, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) debió solicitar una adecuación del sistema de evacuación de crecidas del embalse para lograr un óptimo y seguro funcionamiento de esta obra. En este contexto, el INH debía realizar un estudio mediante modelación numérica para

analizar el comportamiento hidrodinámico del flujo, con objeto de apoyar y validar el diseño del salto de esquí de la obra de descarga. Una particular complejidad del estudio tuvo relación con el análisis del despegue del flujo del salto de esquí, el cual estaba fuertemente influenciado por la geometría del cuenco disipador.

Relevancia del proyecto para el país: Los embalses de riego, y en particular el Embalse Ancoa, son obras de gran relevancia para las comunidades agrícolas usuarias del recurso hídrico, toda vez que permiten almacenar grandes volúmenes de agua para ser utilizados en períodos de sequía, cobrando más importancia aún en el escenario actual de cambio climático y de escasez hídrica. Dada la gran envergadura del embalse, es de vital importancia el correcto funcionamiento de la obra de evacuación de crecidas, ya que un desempeño defectuoso puede ocasionar consecuencias tremendamente nocivas. El desarrollo de este estudio es fundamental para el diseño del salto de esquí, componente principal del evacuador de crecidas, al lograr esclarecer el comportamiento hidrodinámico del flujo en esta obra.

Cómo se desarrolló: Para estudiar el comportamiento hidráulico del flujo en el salto de esquí se desarrolló un modelo numérico 3D en el software libre OpenFOAM. En este se analizó la situación base o existente de la obra, además de 2 alternativas en la configuración del salto de esquí, todas ellas para caudales asociados a crecidas de 2, 5, 10 y 1.000 años de período de retorno. En cada una de las modelaciones se efectuaron análisis de las variables hidráulicas de interés, vale decir, altura y velocidad de escurrimiento, presión hidrodinámica en el fondo de la obra y alcance del impacto del chorro en la zona de restitución al cauce.

Elementos innovadores del estudio: Para robustecer el análisis, y dar apoyo a la modelación 3D en OpenFOAM, se realizaron modelaciones con el método de Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) el que se utilizó para estudiar particularmente el despegue del flujo del salto de esquí. Cabe destacar que el método SPH es una potente herramienta emergente en el campo de la dinámica de fluidos computacional (CFD).

Aporte del estudio, resultados o conclusiones: El estudio permitió definir el comportamiento hidrodinámico del flujo en el salto de esquí del evacuador de crecidas del embalse Ancoa con el cual se obtuvo un diseño óptimo y eficaz de la obra. En particular, se determinó el ángulo de despegue y radio de curvatura del salto de esquí que permitiera un adecuado funcionamiento de la obra evacuadora. Adicionalmente, se determinaron las zonas de impacto del chorro en la restitución del flujo al río Ancoa, para cada uno de los caudales estudiados, lo que permite definir los límites de pre-excavación de la piscina de disipación de energía. Finalmente, y como resultado colateral del estudio, se logró representar el despegue del salto de esquí mediante modelación numérica con el método de SPH.

3 .Servicio de apoyo para la generación de un sistema de predicción de oleaje

Desafío o problema a resolver: La Dirección de Obras Portuarias (DOP), del Ministerio de Obras Públicas, en conjunto con el programa de desarrollo logístico del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones solicitó la elaboración de un sistema de pronóstico de clima de oleaje, con el fin de aumentar la seguridad y eficiencia en las instalaciones portuarias a lo largo del país. El sistema tiene como propósito el desarrollo de una herramienta de predicción de oleaje mediante la aplicación de modelación numérica, estos consideran los procesos físicos de generación y propagación del oleaje, así como su disipación y transferencia de energía.

Relevancia del proyecto para el país: El sistema de predicción del oleaje tiene como objeto suministrar información relevante para la operatividad portuaria, para los puertos públicos y privados de uso público más importantes del país, considerando la entrega de los parámetros del oleaje a la entrada de dichos puertos. En el caso particular, y con el fin de realizar un análisis más detallado, se

considera un puerto piloto (puerto de San Antonio) para la entrega de la altura del oleaje al interior de la dársena. Cabe mencionar que la metodología utilizada en el puerto piloto es replicable a cualquier otro puerto del Estado en un futuro.

Cómo se desarrolló: El estudio se dividió en 3 etapas, las que tienen relación directa con los modelos numéricos que se desarrollaron según la escala que se desea resolver:

1. Generación global de oleaje: Esta etapa consideró la representación de forma adecuada de los mecanismos de generación y propagación de oleaje en la costa de Chile y su plataforma continental. Para ello se realizaron simulaciones utilizando el modelo numérico WaveWatchIII, el cual mediante la utilización de datos globales de vientos de la cuenca del pacifico, obtendrá información detallada del oleaje espectral en nodos ubicados en aguas profundas.
2. Propagación Regional de oleaje: A partir de los resultados obtenidos de la modelación global de oleaje, se realizan propagaciones de oleaje considerando el modelo regional SWAN (Simulating WAVes Nearshore) hasta nodos costeros.
3. Propagación Local de oleaje: mediante los resultados obtenidos de la modelación regional, se realizaron simulaciones de forma de obtener resultados de la propagación de oleaje en la costa y al interior de dársenas portuarias.

Elementos innovadores del estudio: Para obtener la agitación en la dársena se utilizan los resultados de SWAN como entrada al modelo FUNWAVE. Este modelo utiliza la ecuación de Boussinesq para propagar el oleaje, con la cual, es posible resolver la superficie libre y obtener la serie de tiempo del oleaje sobre todo el puerto de San Antonio. La calibración del modelo numérico local, por otra parte, se realizó mediante el procesamiento de los datos obtenidos por los mareógrafos (sensores de presión) al interior de la dársena del puerto. Estos fueron configurados a una tasa de muestreo de 1 hz, cuyas señales fueron filtradas mediante filtros pasa banda para eliminar las oscilaciones superiores 30 s, obteniendo así solo las variaciones de la superficie libre asociados a procesos de oleaje. Estos datos procesados son comparados con los obtenidos por el modelo numérico FUNWAVE, permitiendo ajustar y calibrar sus resultados.

Aporte del estudio, resultados o conclusiones: El estudio permite la propagación espectral de oleaje desde aguas profundas hasta el interior de la dársena del puerto de San Antonio, obteniendo información de parámetros espectrales de oleaje en los sitios de atraque de las embarcaciones, siendo este procedimiento replicable a todos los puertos de uso público del país, incluyendo información de pronóstico de oleaje en aguas intermedias a lo largo de la costa. Los datos obtenidos son de gran utilidad para cierre o aperturas de zonas portuarias en condiciones de tormentas.

4. Estudio de obra de bocatoma Canal Las Palmas, región de Valparaíso

Desafío o problema a resolver: El Embalse Las Palmas es una obra proyectada a construir a unos 17 km al oeste de la localidad de Petorca, destinado a abastecer principalmente las necesidades de riego con un volumen total de 55 millones de m³. El embalse será alimentado por un canal de 57 km de largo proveniente desde la cuenca del río Petorca para lo cual se dispone de una bocatoma que capte las aguas del cauce y sean conducidas al embalse. ARCADIS Chile solicitó al INH realizar el estudio en modelo física a escala reducida de la bocatoma del río Petorca para analizar el comportamiento hidráulico y sedimentológico del sector donde se proyecta la construcción de la bocatoma y barrera vertedora frontal. Uno de los grandes desafíos consiste en la fiel reproducción de la tasa de transporte de sedimentos o gasto sólido del cauce para crecidas de distintos períodos de retorno, que determina en gran medida el funcionamiento de la obra en cuestión.

Relevancia del proyecto para el país: Los embalses de riego son obras que cobran cada vez mayor relevancia debido a los extensos períodos de sequía que afectan al país como consecuencia del cambio climático que azota al planeta actualmente, toda vez que permiten la acumulación de grandes

volúmenes de agua en períodos de crecidas para utilizar el recurso hídrico durante los meses de escasez. Dado lo anterior, es fundamental que las obras de captación (bocatoma) que alimentan los embalses funcionen adecuadamente con objeto de mantener continuidad de operación y suministro de agua. En particular, el desarrollo del estudio permite definir una óptima configuración de las obras que componen la bocatoma del Embalse Las Palmas, otorgando seguridad para el diseño de las mismas.

Cómo se desarrolló: Para el desarrollo del estudio se diseñó, construyó e implementó un modelo físico a escala reducida (1:30) con lecho móvil que permitía reproducir la hidrodinámica de un tramo del río Petorca y el comportamiento sedimentológico del lecho en la zona analizada. En él se efectuaron, en primer lugar, pruebas de pseudo calibración de la tasa de transporte de sedimentos del río. Luego, se modelaron crecidas asociadas a 10, 25, 100 y 200 años de período de retorno, en las cuales se registran alturas de escurrimiento en 11 puntos del modelo mediante el uso de sensores ultrasónicos. Adicionalmente, para determinar la variación del lecho se levanta la topografía del modelo antes y después de cada ensayo, haciendo uso de dos tecnologías para este fin: drone y estación total. Esto permitió contrastar perfiles transversales y longitudinales para determinar zonas de erosión y depositación de sedimentos, y en particular, para conocer la erosión al pie de las obras proyectadas cuyo dato es utilizado para definir las cotas de fundación de estas.

Elementos innovadores del estudio: El principal elemento innovador del estudio corresponde al uso del drone para el levantamiento topográfico del modelo físico, contratado con la medición convencional mediante el equipo estación total para validar los resultados. Cabe destacar que el uso de drones para levantamientos topográficos en terreno está siendo ampliamente utilizados en la industria, y en esta ocasión se le ha dado utilidad incluso en labores de medición en laboratorio.

Aporte del estudio, resultados o conclusiones: En los ensayos de modelación física realizados se logró determinar la erosión al pie de las obras que componen la bocatoma del Embalse Las Palmas, con lo cual se recomendó la inclusión de enrocados de protección para otorgar mayor seguridad en el funcionamiento de la misma. De igual manera, se recomendó la elevación de la cota de coronamiento de los muros de la bocatoma dado que la superficie libre del flujo alcanza la cota sin respetar las revanchas de seguridad.

5. Diagnóstico Playa La Serena

Desafío o problema a resolver: Según los informes del IPCC y los estudios recientes, las playas chilenas estarán afectas a procesos erosivos en la última década, resulta entonces relevante disponer de estudios que permitan disponer de información para elaborar planes de prevención y mitigación de los efectos del cambio climático en nuestras costas. Ante eventos ocurridos que generaron grandes daños en las costas de la Serena, la Dirección de Obras Portuarias (DOP) y Aguas consultores SPA solicitaron el estudio del diagnóstico de las playa de La Serena, estimando tasas de retroceso de aproximadamente 1 m/año de la línea de costa, en los últimos 20 años, identificando una disminución de los aportes de sedimentos del río Elqui asociados a la mega sequía, la extracción excesiva de áridos y el efecto en la parte alta de la cuenca del embalse Puclaro, que repercute negativamente en la playa. Se estiman retrocesos de aproximadamente 30 m a mediados de siglos y 110 m a fines de siglo.

Relevancia del proyecto para el país: Informes de IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) indican que el cambio climático aumentará la erosión costera en todo el mundo, cambiando significativamente las zonas costeras. En ese contexto, y considerando que existe una carencia de estudios en la materia, y mucho más de mediciones a lo largo de la costa, resulta necesario disponer de metodologías que permitan el desarrollo de planes y medidas de mitigación de los efectos del cambio climático en zonas costeras.

Cómo se desarrolló: Para abordar el análisis sedimentológico de la bahía de Coquimbo se desarrolló un balance (volumen de control), determinando los aportes y pérdidas de sedimentos que tiene las playas, identificando tanto las unidades geomorfológicas costeras (cauces de agua, salientes, dunas, quebradas, etc.), la dinámica costera (oleaje, mareas y corrientes litorales) y los efectos antropogénicos. Respecto de los aportes estos corresponden a flujos netos positivos de sedimento al interior de un volumen de control, siendo los más significativos los generados por los ríos o por flujos a lo largo de la costa, también pueden existir aportes producto de la erosión de acantilados cercanos. Respecto de los sumideros ó los flujos netos negativos, estos pueden ser generados por cañones sumergidos, por el transporte eólico que retira los sedimentos superficiales, cuando hay vientos fuertes, y también por los flujos laterales, en donde se transfiere sedimentos a volúmenes de control vecinos. A estos se le agrega eventos muy extremos como tsunamis o marejadas muy extremas capaz de generar corrientes que pueden transportar sedimentos hacia aguas muy profundas.

Elementos innovadores del estudio: Para la detección histórica de la línea de costa se empleó el conjunto de herramientas de código abierto denominado “CoastSat” (Vos et Al, 2019), que permiten obtener la posición de la línea de costa mediante la aplicación de algoritmos, basado en redes neuronales y imágenes proporcionadas por los satelitales Landsat (L5, L7 y L8) y Sentinel-2 en la zona de estudio. El análisis de las proyecciones del cambio climático, oleaje y nivel del medio del mar, se obtuvieron de modelaciones numéricas para mediados de siglo (2026-2045) y fin de siglo (2081-2100), extraídas desde modelos climáticos globales del proyecto CMIP5.

Aporte del estudio, resultados o conclusiones: Los resultados han estimado tasas de retroceso de aproximadamente 1 m/año de la línea de costa, en los últimos 20 años, identificando una disminución de los aportes de sedimentos del río Elqui asociados a la mega sequía, la extracción excesiva de áridos y el efecto en la parte alta de la cuenca del embalse Puclaro, que repercute negativamente en la playa. Bajo una situación conservadora y considerando las descargas (aportes) de sedimentos similares a como se ha observado los últimos 20 años, se estiman retrocesos de aproximadamente 30 m a mediados de siglos y 110 m a fines de siglo. Los eventos extremos serán capaces de erosionar la totalidad del frente de la playa, probablemente llegando hasta el borde de la Av. del mar, presentando erosiones no vistas hasta la fecha. La condición será peor para fines siglos, ya que los efectos erosivos generados podrían eliminar en su totalidad el ancho de playa de la zona de estudio, si no se realizan medidas de mitigación en el mediano plazo y largo plazo.

6 .Plan de Infraestructura Hídrica 2020

Desafío o problema a resolver: La Dirección General de Obras Públicas (DGOP) durante el año 2019 realiza el Plan de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050. Esta consultoría consistió en tomar este plan y paralelamente realizar un levantamiento de la cartera de iniciativas propuestas en los planes regionales, por cuenca y completar un listado de todas las iniciativas existentes, para 52 cuencas las cuales presentaban iniciativas de obras hidráulicas (estructurales y no estructurales). El objetivo de esta etapa fue cruzar este levantamiento de iniciativas con la oferta y demanda hídrica, para cada una de estas cuencas.

Relevancia del proyecto para el país: Si bien el Instituto Nacional de Hidráulica en el año 2018 desarrolló para la Dirección de Planeamiento un estudio similar denominado “Análisis de Requerimientos de Largo Plazo Infraestructura Hídrica”, esta nueva versión actualiza el análisis de la cartera de iniciativas estratégicas y extiende su horizonte de evaluación hasta el año 2050. Ambos estudios tienen la particularidad de evaluar el estado de cada una de las iniciativas, analizando si estas se llevaron a cabo, cuales se mantienen vigentes y cuales serían idóneas de incorporar de acuerdo a la realidad actual de la cuenca, con un enfoque en la regulación hídrica, evacuación de aguas lluvias, protección de cauces y control aluvional. Este tipo de estudios permiten ordenar, evaluar y priorizar la cartera de iniciativas que muchas veces son propuestas por distintas

instituciones, las cuales no siempre se llevan a cabo. Además, permite incorporar nuevas iniciativas que incorporen la incertidumbre de los escenarios hidrológicos futuros que provoca el cambio climático, los avances y los nuevos requerimientos ambientales.

Cómo se desarrolló: El estudio parte en el año 2020 con el levantamiento de antecedentes e información específica sobre los recursos hídricos (oferta, demanda e iniciativas) en todas las cuencas iniciativas identificadas en el documento de base para Plan de Inversiones en Infraestructura Hídrica Versión 2019, el cual será un input para una posterior etapa que permita desarrollar modelos simplificados por cuenca, que permitan efectuar una evaluación hídrica y económica de las iniciativas, además proponer y evaluar diversas iniciativas adicionales, todo eso para solo tres cuencas pilotos. A partir de la base de iniciativas del Plan versión 2019 se recopiló información de diferentes fuentes, principalmente de los planes Directores y Maestros de cada cuenca y región, respectivamente. Se incluyeron también iniciativas presentadas en estudios de cuencas específicas, realizados principalmente por la Dirección General de Aguas (DGA) y la Comisión Nacional de Riego (CNR). Cada una de estas iniciativas cuenta con información específica del proyecto y su historia: cuántas veces la iniciativa ha sido presentada, monto de inversión y duración de sus etapas, indicadores sociales (TIR, VAN), localización, número de beneficiarios, etc. Paralelamente, se realiza una recopilación de la información de la demanda y la estimación de la curva de caudal de oferta medio anual respecto a la probabilidad de excedencia. Finalmente, ambos datos se cruzan con la cartera de iniciativas de cada cuenca, obteniendo así un análisis de la infraestructura con sentido hídrico.

Elementos innovadores del estudio: Para la obtención de la información de la oferta y demanda de cada una de las 52 cuencas a distintas probabilidades de excedencia, se requirió no solo de la extracción de estos valores desde informes publicados por la Dirección General de Aguas, sino también del análisis de las estaciones fluviométricas emplazadas en distintos puntos de la cuenca. A partir de rutinas programadas en Python, se pudo obtener de manera rápida y sistematizada la extensión y calidad de datos, curva de variación estacional, correlación entre estaciones y la curva de duración de caudales; todo esto para caudales medios mensuales y diarios de las estaciones fluviométricas pertenecientes a la Dirección General de Aguas. Este análisis no solo permitió obtener información en cuencas donde no existen estudios hidrológicos, si no también contrastar los datos obtenidos de informes donde si existe información disponible.

Aporte del estudio, resultados o conclusiones: El estudio permitió categorizar las principales iniciativas las cuales serán consideradas para la siguiente etapa de la construcción del modelo hidrológico - económico simplificado. La recopilación de información acerca de las características de iniciativas en cada cuenca y el análisis de oferta y demanda, constituye un insumo fundamental para disponer de los elementos que permiten interpretar el sentido hídrico de las iniciativas existentes y por otra parte lugar para la selección de cuencas a modelar, en las que con esta información analizada se dispone de los órdenes de magnitud de los parámetros a incorporar en dichos modelos.

4. Desafíos para el período de Gobierno 2022

Desafíos a futuro

Desde el año 2022 a futuro, se tiene como meta potenciar el laboratorio hidráulico en Peñaflores, principalmente en el área de modelación física, teniendo en cuenta adquirir equipos modernos y fundamentales para el óptimo desarrollo de los proyectos fluviales y marítimos. Un ejemplo de estos equipos es la adquisición de generadores de oleaje multidireccional, los cuales permiten desarrollar modelos físicos tridimensionales con mayor precisión en la generación de resultados.

Finalmente, un desafío de mediano plazo es lograr que el Instituto se convierta en un referente del sector público y privado en las áreas de modelación física y matemática, de ingeniería hidráulica, calibración de equipos de medición del recurso hídrico y medición de campo en el agua. Para esto, se requiere implementar un proceso de mejoramiento de la Institución, que permita entregar servicios de calidad, en forma eficiente y competitiva, lo que finalmente se cuantifica en un aumento de la demanda de nuestros servicios por parte de instituciones públicas como privadas; y como consecuencia, en un aumento de nuestros ingresos, permitiéndonos de esta forma crecer e invertir en infraestructura.

Anexo 1: Identificación de la Institución

a) Definiciones Estratégicas 2018-2022

Leyes y Normativas que rigen el funcionamiento de la Institución

Decreto N°930, de 1967, (que crea el Instituto Nacional de Hidráulica)

Misión Institucional

Desarrollar Estudios e Investigación aplicada de proyectos de Infraestructura Hidráulica, con un enfoque integral y criterios sustentables, contribuyendo con ello a dar respuesta a los desafíos del país.

Objetivos Ministeriales

| Nro. | Descripción |
|------|---|
| 1 | Estado con visión de largo plazo. Proveer y gestionar obras y servicios de infraestructura y gestión hídrica que contribuyan al desarrollo económico, social, cultural y sustentable del país, permitiendo la conectividad, la protección del territorio y las nuevas oportunidades, fortaleciendo las concesiones como herramienta de financiamiento y operación eficiente de las obras. |
| 2 | Desarrollo social y cultural a través de la infraestructura. Promover la movilidad de las personas y los bienes a lo largo del país, para el impulso de una infraestructura resiliente y gestión hídrica que propicie la productividad, en concordancia con las estrategias de desarrollo nacional y regional. |
| 3 | Hacer las obras en tiempo y forma adecuados. Gestionar los procesos de planificación, ejecución, explotación y evaluación de la Infraestructura y gestión hídrica de forma oportuna, de manera de garantizar su calidad y pertinencia en el tiempo. |
| 4 | Contribuir y promover la gestión eficiente y sustentable del medio ambiente, de los ecosistemas y del recurso hídrico. Regular y priorizar la disponibilidad y distribución de los recursos hídricos, de tal forma que contribuya a la suficiencia y abastecimiento sustentable y eficiente para toda la población. |

Objetivos Estratégicos

| Nro. | Descripción |
|------|---|
| 1 | Contribuir al desarrollo del país, a través de la ejecución de estudios de hidráulica e investigación aplicada, levantamiento de información de terreno, mediciones de campo, y calibraciones de instrumentación hidrométrica. |
| 2 | Promover un enfoque integral y una mirada sustentable en los estudios y proyectos de ingeniería, entre ellos el efecto del cambio climático. |
| 3 | Contribuir al estudio de eventos extremos o consecuencia de Cambio Climático y apoyar el desarrollo de nuevas fuentes de energía renovables (undimotriz, mareomotriz, hidráulica), a través de mediciones de campo, catastro de recursos y pruebas de dispositivos. |

| Nro. | Descripción |
|------|--|
| 4 | Generar la información y el conocimiento en temas relativos a eventos extremos, desastres naturales y cambio climático, y así apoyar la toma de decisiones ministeriales. |
| 5 | Fortalecer a la Institución, a través de intercambio científico y tecnológico con organismos nacionales e internacionales en el ámbito de la innovación y formación especializada del recurso humano, en materias hidráulicas. |

Productos Estratégicos vinculados a Objetivos Estratégicos

| Nro. | Nombre | Descripción | Objetivos Estratégicos a los cuales se vincula |
|------|-------------------------------------|---|--|
| 1 | Estudios y Proyectos | Se refiere a los estudios de hidráulica desarrollados en el contexto de una obra o infraestructura hidráulica, en el ámbito marítimo o fluvial, que realizamos con modelación física y modelación numérica. Los estudios y proyectos se desarrollan en las siguientes áreas técnicas: hidráulica marítima, costera y puertos, hidráulica de ríos, infraestructura hidráulica, hidrología y ecohidráulica. | 1, 2, 3, 4, 5 |
| 2 | Investigación Aplicada | Se refiere a las investigaciones que se desarrollan en temáticas de interés especial, y que se consideran estratégicas, tales como: aluviones, marejadas, tsunamis, lahares, eventos como consecuencia de cambio climático, etc. Algunas de estas temáticas son desarrolladas en conjunto con la Academia, y en el contexto de tesis o memorias de título. | 1, 4, 5 |
| 3 | Mediciones de Campo y Calibraciones | Se refieren a mediciones en terreno de las formas de las áreas de estudios, sean marítimas o fluviales, así como de las variables hidráulicas de interés (caudal, velocidad, corrientes, oleaje, mareas). A esto se agrega la calibración de instrumentos de medición de caudales en superficie libre, y ensayos de pruebas de bombeo. | 1, 2, 3, 4 |
| 4 | Difusión del Conocimiento | Se refiere a la difusión del quehacer de nuestra Institución a través de actividades de capacitación, seminarios, y participación en eventos técnicos, presentación de trabajos de investigación (paper), participación en Comités Técnicos de Organizaciones nacionales o internacionales de relevancia, así como emisión de Reportes Técnicos o Memorias del INH. Otro medio de difusión de importancia corresponde a la Web del INH. | 4, 5 |

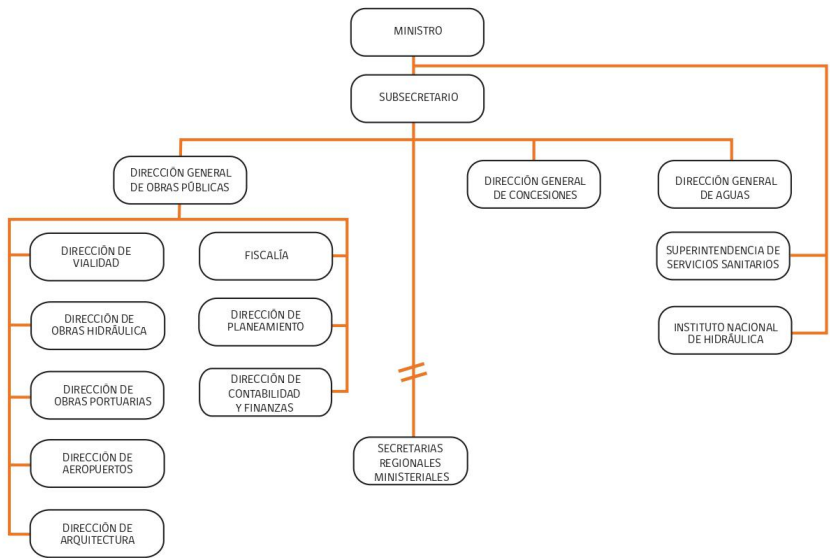
Cientes / Beneficiarios / Usuarios

| Nro. | Descripción | Cantidad |
|------|-------------------------|----------|
| 1 | Instituciones Públicas. | 5 |
| 2 | Gobiernos Regionales | 3 |
| 3 | Empresas Privadas | 25 |
| 4 | Municipalidades | 3 |
| 5 | Universidades | 5 |
| 6 | Personas Naturales | 2.000 |

b) Organigrama y ubicación en la Estructura del Ministerio



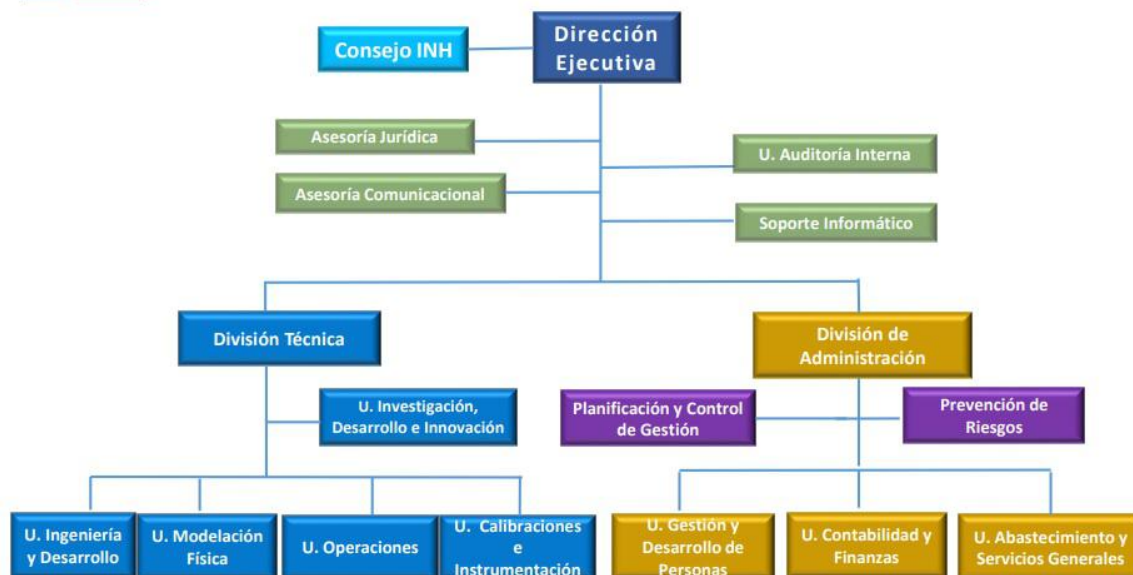
Ministerio de Obras Públicas



Organigrama y ubicación en la Estructura del Servicio



ORGANIGRAMA INH



c) Principales Autoridades

| Cargo | Nombre |
|---|-----------------------------|
| Presidente del Consejo INH, Director General Obras Públicas MOP | Carlos Guzmán Jara |
| Consejero Director de Obras Portuarias | Alfredo Gutiérrez Vera |
| Consejero Superintendente de Servicios Sanitarios | Jorge Rivas Chaparro |
| Consejero Director de Obras Hidráulicas | Claudio Darrigrandi Navarro |
| Consejero Representante de CORFO | Pablo Terrazas Lagos |
| Consejero Representante del Presidente de la República, vinculado con la docencia | Yarko Niño Campos |
| Directora Ejecutiva | Carolina Meruane Naranjo |
| Jefa de División Técnica | Scarlett Vásquez Paulus |
| Jefe de Unidad de Auditoría Interna | Juan Carlos Vargas Gimpels |
| Jefe de Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación | Luis Zamorano Riquelme |
| Jefe de Unidad de Ingeniería y Desarrollo | Francisco Ulloa Castillo |
| Jefe de Unidad de Modelación Física | Rodrigo Herrera Hernández |
| Jefe de Unidad de Operaciones | Marcos Díaz Nuñez |
| Jefe Unidad de Calibraciones e Instrumentación | Rubén Zúñiga Olmos |
| Jefe de Unidad de Contabilidad y Finanzas | Fernando Figueroa Soto |

| Cargo | Nombre |
|--|-------------------------|
| Jefa de Unidad de Gestión y Desarrollo de Personas | Meribel Tófalos Salinas |

Anexo 5: Compromisos de Gobierno 2018 - 2022

| Año | Iniciativa | Estado de Avance |
|-----|------------|------------------|
|-----|------------|------------------|

Anexo 6A: Informe Programas / Instituciones Evaluadas

Anexo 6B: Informe Preliminar de Cumplimiento de los Compromisos de los Programas/Instituciones Evaluadas

No aplica

Anexo 10a: Proyectos de Ley en tramitación en el Congreso Nacional 2018-2021

No aplica

Anexo 10b: Leyes Promulgadas durante 2018-2021

No aplica

Anexo 11: Premios o Reconocimientos Institucionales 2018-2021

No aplica