

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA
EDUCACIÓN

CARRERA DE HISTORIA



MEMORIA HISTÓRICA DEL INSTITUTO DE HIDRÁULICA E
HIDROLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
(1972-2022)

Trabajo Dirigido presentado para la obtención del Grado de Licenciatura

POSTULANTE: UNIV. NATALIA ALEXANDRA LINARES CANEDO

TUTORA: DRA. ESTHER AILLÓN SORIA
ASESOR INSTITUCIONAL: DR. JOSÉ ANTONIO LUNA VERA
ASESOR INSTITUCIONAL: DR. JOSÉ LUIS MONTAÑO

LA PAZ – BOLIVIA

2024

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA
EDUCACIÓN
CARRERA DE HISTORIA

Trabajo dirigido:

Memoria histórica del Instituto de Hidráulica e Hidrología de la Universidad Mayor de San Andrés (1972-2022)

Realizado por: Univ. Natalia Alexandra Linares Canedo

Para optar el grado académico de **Licenciatura en Historia**

Nota numeral.....

Nota literal

Valoración

Dra. Esther Aillón Soria
DIRECTORA DE LA CARRERA DE HISTORIA

Dra. Esther Aillón Soria
TUTORA

Dr. José Antonio Luna Vera
ASESOR INSTITUCIONAL

Dr. José Luis Montaña
ASESOR INSTITUCIONAL

Ing. Marcos Francisco Vargas Carvallo
TRIBUNAL LECTOR

Dra. Ana María Lema
TRIBUNAL LECTOR

DEDICATORIA

Dedicado a mi papá Mauricio, a mi mamá Alexandra y a mí
hermano Leonardo.
También dedicado a las y los compañeros que acompañaron este
proceso.

AGRADECIMIENTOS Y CREDITOS

Agradezco a mi familia por acompañarme y cuidarme este proceso, a mis docentes que fueron importantes para mi formación académica y a mis compañeras que estuvieron presentes en todo momento.

Índice

Introducción	6
Capítulo 1	
Contexto nacional y universitario de la Universidad Mayor de San Andrés	14
1. Contexto Nacional.....	14
2. Contexto universitario.....	20
Capítulo 2	
Las fases y líneas de investigación del Instituto de Hidráulica e Hidrología	24
1. La fundación y los modelos hidráulicos.....	24
2. El inicio de la hidrología (1982- 1987).....	36
3. El Programa sobre Climatología e Hidrología de Bolivia – PHICAB (1982 – 1992).....	48
4. El Proyecto Hidro energético.....	49
5. Estudio de los glaciares.....	57
6. Los proyectos de trabajo actuales.....	63
Capítulo 3	
Relaciones interinstitucionales del Instituto de Hidráulica e Hidrología, IHH ...	65
1.Relaciones interinstitucionales a nivel nacional	65
a. Relaciones a nivel universitario.....	66
b. Relaciones interinstitucionales con el Estado Boliviano.....	66
2.Relaciones interinstitucionales a nivel internacional	68
a. Ejemplos de relaciones a nivel internacional.....	69
Resultados	72
Referencias	75
Anexos	79
Anexo 1	
Línea del tiempo del Instituto de Hidráulica e Hidrología.....	78
Anexo 2	
Lista de profesores titulares e investigadores que dictaron cursos en el IHH entre 1972 y 1981.....	80

Anexo 3	
Lista de universidades con las que ha establecido intercambio tecnológico en el exterior.....	81
Anexo 4	
Trabajos realizados en cooperación entre el IRD y el IHH (1985 – 2020).....	82
Anexo 5	
Nómina de docentes investigadores gestión 2022.....	87

Índice de cuadros

Cuadro 1	
Instituciones del Estado encargadas de la gestión de recursos hídricos entre 1912 y 1970.....	18
Cuadro 2	
Organigrama del Instituto de Hidráulica e Hidrología, 1972.....	25
Cuadro 3	
IHH - División académica 1972.....	27
Cuadro 4	
Primer Boceto de la infraestructura del Instituto de Hidráulica e Hidrología.....	32
Cuadro 5	
Lista de tesis de grado elaboradas en el IHH entre 1972 – 1982.....	34
Cuadro 6	
Primeros docentes del IHH 1972 – 1980.....	38
Cuadro 7	
Personal administrativo del IHH 1972 – 1980.....	39
Cuadro 8	
Proyectos ejecutados por el IHH 1982.....	40
Cuadro 9	
Organigrama del IHH en 1982.....	42
Cuadro 10	
Trabajos dirigidos y tesis entre 1983 y 1987.....	46
Cuadro 11	
Prueba de Turbina Banki en el IHH 1991.....	51
Cuadro 12	
Fases de la implementación del proyecto.....	52
Cuadro 13	
Proyectos del programa Hidroenergético.....	54
Cuadro 14	
Trabajos de investigación y proyectos ejecutados relacionados al estudio de los glaciares.....	61

Glosario siglas y abreviaciones

BHSB: Balance hídrico Superficial de Bolivia

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

CODETAR: Corporación de desarrollo de Tarija

CONAPHI: Comité nacional para el Programa hidrológico Intergubernamental

CORDECRUZ - Corporación de desarrollo de Santa Cruz

CSA: Consejo Superior de Área

ENDE: Empresa Nacional De Electricidad

GTZ: Agencia Alemana de Cooperación Técnica

HAM-LP: Honorable Alcaldía Municipal de La Paz

IHH: Instituto de Hidráulica e Hidrología

IRD: French Institute for Development Research

LFUB: Ley Fundamental de la Universidad Boliviana

MCH: Micro Central Hidroenergetica

ORSTOM: Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer

PHICAB: Programa sobre climatología e hidrología de Bolivia

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

SKAT: Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management

UMSA: Universidad Mayor de San Andrés

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UTB: Universidad Técnica de Berlín

Introducción

En el marco del nuevo Reglamento de Trabajo Dirigido de la UMSA, aprobado por Res. HCU N°330/2022 de 18 de agosto de 2022, el Instituto de Hidráulica e Hidrología (en adelante IHH) de la Universidad Mayor de San Andrés, ubicado en el Campus de Cota Cota, ha solicitado a la Carrera de Historia de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación la realización del presente Trabajo Dirigido con el objetivo de retratar los 50 años del IHH, medio siglo de vida, lo que es muy destacable para un instituto de investigación de la UMSA porque ha trabajado aportando al desarrollo científico de la universidad y de la sociedad, en distintos niveles.

No solo tiene trascendencia la realización de este tipo de trabajos en el marco de la cooperación entre las facultades de la UMSA sino en la formación de recursos humanos que se colaboran con objetivos comunes.

La importancia de este Trabajo Dirigido también radica en que se abordará la memoria institucional de uno de los institutos de investigación de la UMSA, que trabaja con el agua, una temática de primera importancia para el planeta en el presente siglo XXI.

A continuación, se detalla el Perfil de Trabajo Dirigido con las actividades que se plantearon en el marco de la construcción de la memoria del IHH, con el objetivo de ver las transformaciones dentro de la institución, sus cambios y desafíos, además de las relaciones que establece con el Estado boliviano y los organismos internacionales para el desarrollo regional.

El Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH) fue fundado el 20 de marzo de 1972, a través de la Resolución Universitaria UMSA 244/72 mediante Convenio con la Universidad Técnica de Berlín con el financiamiento de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ, hoy GIZ). Desde su fundación se ha dedicado a tareas de investigación, formación de recursos humanos e interacción social con el objetivo de contribuir al desarrollo tecnológico y social del país mediante el manejo y estudio de los recursos hídricos además del estudio permanente sobre el cambio climático y sus proyecciones a futuro.

Debido a que la gestión del agua es una de las principales preocupaciones de Bolivia, Latinoamérica y el mundo, estas instituciones se encuentran en constante evolución según las necesidades y condiciones sociales. Es por ello que el registro de las actividades que realizan sumado a su impacto regional como nacional es importante, ya que con ello se hace una evaluación constante del avance de la institución y su impacto en la sociedad. A 50 años de la fundación del IHH es importante hacer la recopilación y el registro del aporte de las personas que pasaron por el Instituto para ver cómo sus visiones fueron plasmadas en proyectos que beneficiaron a la comunidad boliviana, revisar aquellos hitos que marcaron puntos de arranque o quiebre sobre el agua y su manejo. Es importante para empezar a generar conciencia social, además de la difusión de los mismos para tener un alcance más allá de las esferas especializadas e involucrar a la sociedad civil sobre un tema que nos involucra a todos.

El objetivo general de este Trabajo dirigido es reconstruir la historia del IHH a través de la memoria de los actores fundamentales como ser sus fundadores y actores principales, junto con el trabajo de interacción con la sociedad y su transformación en los últimos 50 años para presentarlo en una memoria para su difusión.

Planteamos tres objetivos específicos que consistieron en: Reconstruir los hitos de la institución en 50 años de vida, recopilar acciones del IHH hacia la sociedad boliviana

y su impacto, y por último, recopilar las relaciones interinstitucionales del IHH a nivel local, nacional e internacional.

Las preguntas que orientaron el trabajo dirigido fueron, ¿Cuáles son los hitos en la historia del IHH? ¿Cómo el Instituto de Hidráulica e Hidrología -fundado en 1972- ha influido en la sociedad a lo largo de su trayectoria institucional?

El enfoque asumido durante este trabajo dirigido se enmarca en la realización de la historia institucional del Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH), para ello los ejes temáticos fueron articulados desde esta óptica, para lo cual se recurrió al trabajo de José Daniel Flores, *Guía Metodológica para la investigación de las historias institucionales* (2011) donde expone la necesidad de la realización de una historia institucional como método para conectar las distintas ramas de la historia desde la evolución de las instituciones, como el mismo expone

Para plantear el enfoque problemática de la historia institucional, tiene que ver con que la historia en general, tal y como se ha escrito (...) ha olvidado en parte lo institucional (...) la historia que se viene escribiendo luego de la corriente de la nueva historia, de carácter insular, que se ha ocupado de temáticas, sin duda algunas interesantes, como la historia de las mentalidades, de la cultura, de las ciudades y regiones, la historia ambiental, entre otras tendencias, pero de algún modo desconcertadas entre si y sin encontrar un eje articulador que las aglutine alrededor de una problemática histórica común (Flores, 2011: 23)

Las mecánicas que propone Flores están enmarcadas en el estudio de las instituciones del Estado, pero así mismo como define él, desde la teoría de las organizaciones, entendemos, cualquier institución que cumpla con los parámetros de estar clasificadas por el derecho y organizadas administrativamente. Por lo tanto, se puede extrapolar en definición incluso para las instituciones fuera de las que componen el Estado como tal.

Para entender la importancia de la historia institucional en el campo científico, recurriremos al trabajo de Shambu Prasad Andrew Hall y Lexami Thummuru (2006)

“involucrar a los científicos a través de historias institucionales” que muestren la necesidad de empezar a indagar en las historias específicas de las instituciones científicas, para mostrar la evolución, tanto en éxitos y fracasos de las organizaciones de investigación, para poder analizar las propuestas de innovación sus transformaciones y el conocimiento que aportan a la sociedad.

Los institutos de investigación en la universidad no son fenómenos nuevos dentro del desarrollo de la misma, partiendo del principio universitario del carácter científico “La UMSA es científica porque crea conocimiento y utiliza los adelantos de la ciencia y la tecnología, que ha alcanzado la humanidad, adecuándolos a la realidad nacional y regional” (UMSA, 1988). La creación de facultades, institutos de investigaciones y escuelas responden a necesidades coyunturales y de crecimiento de la misma universidad para la producción del conocimiento.

La Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) cuenta en la actualidad con 53 institutos (UMSA, 2024) que se han ido fundando a lo largo de su historia. De manera más específica en el área de ingeniería, podemos ver cómo la actual Facultad de Ingeniería se fue transformando desde los inicios de la universidad, empezando como facultad de ciencias físicas y matemáticas en 1842, siendo cerrada un par de años después y reinaugurada en 1930, posteriormente veremos cómo ésta se transforma en la facultad de ciencias exactas con las escuelas de puentes y calzadas, industrias y manufacturas, minas y petróleo.

En 1943 se fundó la escuela de ingeniería industrial que pasó a ser, en 1953, la Facultad de Ingeniería Civil e Industrial. De manera paralela, en 1962, se fundó el Instituto Tecnológico Boliviano, que dos años más tarde, se integró a las facultades ya existentes. En 1972, se transformó en la Facultad de Tecnología para unos años más tarde, en 1984, después de las reestructuraciones universitarias, pasó a ser la actual Facultad de Ingeniería. De manera constante, vemos cómo se mantiene el interés por el estudio del petróleo, la metalurgia, la eléctrica, las minas, etc. Pero fue recién en 1972 cuando se empezó a dictar

clases dirigidas específicamente al manejo de recursos hídricos y la formación de técnicos en hidroeléctricas.

Los trabajos específicos en tanto la hidrología y el agua son limitadas. En 1989, se publicó el trabajo de Consuelo Cardozo Saravia denominado *Bibliografía boliviana de ecología* en el que hace un recuento de las obras que tratan sobre el tema de la ecología en un amplio espectro, desde 1825 hasta 1980, pero los títulos sobre el agua e hidrografía, específicamente, no sobrepasan 12 publicaciones. Los estudios más antiguos referentes a la hidrografía fueron abarcados por Agustín Aspiazu en su *Curso de historia natural* (1850) y por Manuel Vicente Ballivián en su estudio sobre *Explotaciones y noticias hidrográficas de los ríos del Norte de Bolivia* (1880). Veremos que los estudios específicos sobre la hidrología y el manejo del agua tendrán mayor relevancia en la segunda mitad de siglo XX como ser el trabajo de Hugo Bacarreza Roncal “Hidrología Boliviana” en un artículo publicado en 1949 en la revista *Nimbus* de la ciudad de La Paz. Esta revista fue una de las que dio espacio a artículos relacionados con hidrología y recursos hídricos. Posteriormente, desde la década de 1970, hubo mayor difusión de trabajos dirigidos a estos temas, de la mano de la cooperación internacional.

Se publicaron una serie de estudios relacionados de ORSTOM¹ (Francia) como ser el trabajo dirigido por Jean Pierre Carmouze; *Circulación de materia a través del sistema lacustre del altiplano* (1978) en área de los artículos también tenemos el trabajo de Hans Salms, “Algunas consideraciones sobre el uso del agua subterránea en una comunidad típica del altiplano central de Bolivia” (1985) publicado en la revista *Nimbus*

La metodología que se abordó en este trabajo es desde la historia institucional con un soporte gráfico haciendo hincapié en los aportes institucionales del IHH y en las

¹ Llegó a Bolivia en 1968 bajo el nombre de Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer (ORSTOM) se convirtió en Instituto francés de Investigación para el Desarrollo – por sus siglas en francés IRD (Institut de Recherche pour le Développement), nombre que tiene en la actualidad.

transformaciones de la institución dentro de la sociedad boliviana y su relación con otras instituciones de la misma índole.

Para comprender el desarrollo de la institución, éste será abordado con distintas técnicas de investigación que se detallan más abajo, con el objetivo de generar un documento con textos, imágenes y datos base que sirva de referencia para que el IHH desarrolle un álbum que pueda servir como material de consulta y difusión. El abordaje se hará con la perspectiva de la Historia Institucional, para esto nos basaremos en la definición que tiene Flores como objeto de estudio “el análisis estructural, normativo, funcional e histórico de las organizaciones” (2011:22) también vemos desde la propuesta de Prasad en su artículo “involucrar a los científicos a las tramas de historias institucionales”

El propósito de escribir historias institucionales es introducir factores institucionales en las narrativas legítimas del éxito y fracaso en las organizaciones de investigación (...) si bien no existe una fórmula establecida, una historia institucional puede cubrir de manera útil las siguientes etapas generales; construcción de un cronograma institucional, el inventario y roles de actores e innovación institucional (Prasad, C. et al, 2006: 1)

Tomando en cuenta estos lineamientos sobre tres pilares fundamentales: la estructura, lo funcional y la evolución, nos ocuparemos de retratar al IHH desde su concepción, su función administrativa, evolución histórica, y proceso de acción e intervención en la sociedad.

Para revisar esas características, se utilizó la técnica de la entrevista semiestructurada para lo que se elaboró una guía de preguntas estándar, pero dejando espacio para el abordaje distinto a cada uno de los actores, según su participación en el IHH, centrándonos en quiénes fueron actores importantes de la institución y contaban con el conocimiento adecuado para ser la voz de la misma, A partir de ello, se construyó una línea de tiempo, una técnica de investigación muy útil para marcar los hitos y periodos para comprender la evolución del IHH.

Así también se realizó investigación documental con el material producido por la misma institución que fue sistematizado para que sea en la voz del mismo IHH que se dé cuenta de su evolución.

En un segundo momento, se abordó la investigación a partir de la interacción del IHH con la sociedad y el manejo de los recursos hídricos, para analizar la evolución de la hidrología en Bolivia. Desde la fundación del IHH veremos cómo en distintas etapas la relación IHH-Cooperativas Internacionales-Gobierno Central está en constante diálogo para llevar adelante la formación de técnicos en hidrología, estudios de investigación sobre las condiciones medioambientales nacionales y así obtener proyectos de alto impacto enmarcados en las necesidades nacionales, sin dejar de lado el diálogo constante con las comunidades a las que estos proyectos involucraban.

Dentro de las actividades que realizaron veremos un trabajo constante en la elaboración de planes de desarrollo a nivel nacional y proyectos de ley para el manejo de los recursos hídricos, además de la presencia de actores del IHH en organismos internacionales sobre el debate del agua y por último veremos cómo las gestiones de los actores del IHH se tradujeron en proyectos significativos para la gestión de recursos hídricos.

Las fuentes de investigación con las que trabajamos, se obtuvieron principalmente del IHH donde se recolectó, para la primera etapa, las entrevistas al personal de interés del IHH. Docentes, administrativos y estudiantes conformaron el grueso de la memoria institucional para realizar una investigación/participación de los sujetos del instituto, armando la memoria histórica desde las propias experiencias. También se revisó los documentos producidos por la propia institución (memorias, actas y fotografías) para la reconstrucción del instituto. Como parte de la triangulación de información también se revisaron periódicos del periodo del estudio y folletería de la perspectiva y de la relación del instituto con la sociedad y como está la ve.

Como resultado del Trabajo Dirigido, se entregó al IHH la memoria institucional, en dos partes. La primera consiste en la elaboración de la memoria del Instituto que de manera didáctica muestra los datos recogidos anteriormente plasmados en una línea de tiempo, experiencias e imágenes.

El resultado de la segunda parte consiste en una exposición de los proyectos más importantes en los que el IHH ha participado, estableciendo infraestructura de impacto regional y la elaboración de proyectos para la gestión de recursos hídricos, lo que muestra como el IHH ha ido evolucionado junto con la sociedad y respondiendo a sus necesidades.

Capítulo 1

Contexto nacional y universitario de la Universidad Mayor de San Andrés

1. Contexto nacional

Durante el siglo XX, en América Latina, se expresó una preocupación por la administración de los recursos naturales y, sobre todo, los recursos hídricos:

Los desafíos que debe enfrentar la gestión del agua en una región en transformación como América Latina y el Caribe están fuertemente relacionados con el conjunto de factores exógenos al sector del agua determinados por la dinámica social, económica y política interna y externa a la región, de modo que las incertidumbres que se deben analizar no se restringen a aquellas de carácter hidrológico. (Peña, 2016: 1)

En el aspecto físico, la mayoría de las zonas de América Latina se suscriben a regiones húmedas y de altas precipitaciones por lo cual, posee bastantes recursos hídricos, pero las condiciones sociales, políticas y económicas determinan las acciones a tomar frente a éstos.

Uno de los factores que más se destaca a la hora de evaluar las políticas frente a la administración del agua, es el crecimiento demográfico que, junto a una oferta natural constante, genera problemas en algún momento. La necesidad de servicios de agua potable, alcantarillado y la ampliación de sistemas de riego para abastecer a la población creciente son problemas que se deben atender desde lo político y lo técnico.

Desde mediados del siglo XX, los países de América Latina han empezado a crear instituciones encargadas de realizar estudios hidrológicos. Su principal tarea es recabar la información necesaria. Sin embargo, todavía queda pendiente la generación de políticas públicas para la administración del agua y la formación de recursos humanos que puedan llevar a cabo el análisis, planificación y elaboración de proyectos según los datos recabados.

En el caso específico de Bolivia, el estudio del paisaje nacional, al ser tan variado y complejo, ha llamado la atención para su estudio en distintas disciplinas a lo largo del tiempo.

El periodo republicano durante el siglo XIX se circunscribe a pequeñas obras realizadas en el agro sin mayor relevancia. Es durante el siglo XX donde el agua cobra especial atención con la incorporación de las primeras obras hidráulicas de magnitud para el uso de agua potable, hidrogenaría y riego” (Instituto de Hidrología e Hidráulica, 2000: 8).

En 1888, se instaló la primera red pública eléctrica en Bolivia, la tercera de la región. El consumo eléctrico estaba dirigido a la explotación de la minería, con un consumo del 83% de la energía producida (Tafunell, 2011). Es por ello que, con el paso de los años, la producción de energía para el funcionamiento de la maquinaria minera fue una de las necesidades básicas. Poco a poco, se empezó a considerar el agua como un elemento importante para el desarrollo nacional, no solo para la producción de energía sino también para la agricultura.

Pocos son los lugares en Bolivia en que se realizan observaciones hidrológicas. Las primeras de tipo sistemático fueron iniciadas en 1930 por la Bolivian Power Company. Que ha continuado su labor hasta el presente teniendo instaladas en la actualidad 49 estaciones en dos reducidas zonas en el departamento de La Paz, sobre pequeños ríos o arroyos. El servicio hidrométrico nacional más antiguo pertenece a la Dirección General de Riegos, y fue creado en 1939 Esta, repartición llegó a tener 23 estaciones de aforo en funcionamiento, pero posteriormente, por falta de recursos, fue clausurando estaciones, aunque instaló otras nuevas. (Naciones Unidas, 1964: 55)

En el caso específico de la planificación hidrológica para la dotación de agua para distintos usos, es importante comprender los sistemas hidrográficos, su aprovechamiento y las condiciones regionales. Bolivia cuenta con tres cuencas principales: la Amazónica, que abarca el 66% del territorio; la del Plata, que ocupa el 21% del espacio nacional; y la endorreica del Altiplano, que abarca el 13% del territorio nacional (Ministerio de Medio a Ambiente y Agua, 2016: 35). Estos sistemas hidrográficos, junto a las condiciones ecológicas, condicionaron el desenvolvimiento de las áreas rurales y urbanas. Por ejemplo,

en la región Andina y los Valles se presentan períodos largos de sequías: “Por consiguiente, el agua es allí un factor limitativo serio para el desarrollo económico” (Comisión Económica para América Latina, Naciones Unidas, 1964: 13) Sin embargo, como lo menciona la CEPAL, no se puede gestionar una respuesta a las problemáticas sobre el agua debido a la falta de información básica, seguimiento, mapas especializados e inversión tanto pública como privada.

Como se señaló anteriormente, las observaciones hidrológicas realizadas durante la primera mitad del siglo XX se llevaron a cabo de forma independiente y según las necesidades de cada institución, tanto pública como privada. La falta de coordinación entre ellas impidió la generación de una visión integral de los datos recolectados para la planificación hidrológica.

El Estado realizó esfuerzos por crear instituciones que respondieran a las necesidades coyunturales en distintos momentos. El primer registro que tenemos de la creación de una institución que trabaja con temas del agua es de 1912, durante la presidencia de Eliodoro Villazón. Se creó un servicio meteorológico dependiente del Ministerio de Instrucción y Agricultura encargado de las observaciones meteorológicas, la ejecución y publicación de estudios y trabajos referentes a la climatología agrícola y la formación de un mapa agronómico. Sin embargo, este servicio no se reglamentó sino hasta 1942, cuando se creó el Departamento del Servicio Meteorológico. Entre sus consideraciones se evaluó:

Que existen en el país varios observatorios meteorológicos de diversa categoría, instalados y manejados sin un plan de conjunto; Que, por la forma desarticulada en que funcionan, no cumplen una labor eficiente, siendo por ello imposible proporcionar a los servicios similares del exterior la información que solicitan para completar sus observaciones generales, necesidad que se hace aún más sentida si se tiene en cuenta que Bolivia, por razón de su altitud, está en condiciones de ofrecer datos científicos de especial interés en la materia;

Que toda información meteorológica es base esencial para el estudio climatológico de un país, así como para la consiguiente racional clasificación de sus zonas productoras;

Que Bolivia carece de un servicio directriz y centralizado en la materia, que beneficie sus actividades agropecuarias y le permita, por otra parte, cumplir con la reciprocidad respecto a los países que le proporcionan información meteorológica (Ley del 12 de junio de 1942, *La Gaceta del Estado*, 12 de junio de 1942)

A pesar de la creación del Departamento del Servicio Meteorológico, la capacidad del Estado para implementar un sistema centralizador de análisis de datos para la gestión de políticas públicas relacionadas a los recursos hídricos siguió siendo deficiente. No se realizaban observaciones de aguas subterráneas y las estaciones no registraban datos de alto impacto ya sea por falta de seguimiento o mantenimiento de las mismas. Ambos elementos son necesarios para tener una perspectiva de largo alcance y profunda. Esto genera un problema no solo para la planificación agrícola, sino también para el desarrollo de las ciudades.

En el proceso de urbanización el abastecimiento de agua potable es indispensable, así como la disponibilidad de un curso de agua, para la eliminación fácil de las servidas y residuales. (...) para apreciar la magnitud del problema que plantearan los servicios de agua potable y alcantarillado en ese mismo período téngase en cuenta que más del 84 por ciento de la población (1960) carece del primero y que el 90 por ciento no dispone del segundo, con el agregado de que en gran parte los existentes no son satisfactorios ni por la cantidad ni por la calidad del agua suministrada. (Comisión Económica para América Latina, Naciones Unidas, 1964: 26)

La planificación del agua en Bolivia era deficiente en varios aspectos a nivel nacional hasta 1970. Como se puede observar en el siguiente cuadro, no había una institución dedicada de manera exclusiva al uso, conservación, inventario y desarrollo de proyectos de los recursos hídricos.

Cuadro 1
Instituciones del Estado encargadas de la gestión de recursos hídricos entre 1912 y 1970

Institución	Atribuciones
Presidencia	Divulgación de leyes, decretos y resoluciones
Ministerio de Energía e Hidrocarburos	Establecer la red nacional de hidroenergía
Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios	Uso y distribución del agua en micro y macro riegos
Ministerio de Defensa Nacional	Recursos Hídricos – Uso para el transporte fluvial
Ministerio de Industria, Comercio, Turismo	Normas en el cambio de recursos hídricos a nivel nacional
Ministerio de Minería y Metalurgia	Autorización de uso de recursos hídricos para la explotación minera
Ministerio de Planificación y Coordinación	Panificación y coordinación de proyectos en general sobre recursos hídricos
Ministerio de Salud Pública y Previsión Social	Información y control de la calidad del agua, posición de desechos en el área rural, proyectos y seguimiento en pequeñas comunidades
Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto	Acuerdos y convenio sobre los recursos hídricos
Ministerio de Urbanismo y Vivienda	Utilización de los recursos hídricos para el consumo humano y reglamenta, controla y autoriza su utilización
Congreso Nacional	Legisla y aplica las leyes
Corte Suprema de Justicia	Aplica leyes sobre recursos hídricos a nivel nacional
Universidad Boliviana	Investiga y educa sobre recursos hídricos

La falta de centralización de la "planificación de los recursos hídricos a largo plazo y su relación con la evaluación de recursos hídricos" (Instituto de Hidráulica e Hidrología,

Alcaldías municipales	Usos y servicios para el consumo humano a nivel urbana
Prefecturas departamentales	Uso y servicio a nivel rural

Fuente: Elaboración a partir del documento Instituto de Hidráulica e Hidrología. (s/f) *Esquema Institucional*. Archivo del Instituto de Hidráulica e Hidrología, La Paz, Bolivia.

s/f: 4) tenía un impacto directo sobre los espacios públicos. Noticias como "alcalde dispuso se estudie la provisión de agua durante 24 horas al día" (*Presencia*, La Paz, 7 de noviembre de 1969: 6) o "Falta de agua potable en Cochabamba es atribuida a anteriores autoridades" (*El Diario*, La Paz, 12 noviembre de 1969: 3) eran el tipo de noticias donde se hablaba de estudios técnicos para el manejo del agua en las ciudades. Los problemas de riego, inundaciones y sequías de cuerpos de agua eran problemas importantes a atender a largo plazo, pero debido a la falta de financiamiento y planificación solo se permitía la respuesta inmediata, aunque paliativa, por lo que se recurría a organismos internacionales para realizar dichas tareas. La pavimentación, el alcantarillado y los programas de desarrollo dependían de organizaciones internacionales como el BID.

En 1961, Naciones Unidas propuso la creación de un archivo nacional hidrológico donde se centralizaría la información, así como la creación de un comité nacional de meteorología e hidrología para elaborar un plan nacional de actividades específicas para mejorar los aspectos técnicos, administrativos y políticos. Este comité estaría constituido por diversas organizaciones nacionales, tanto privadas como públicas, para coordinar el quehacer meteorológico e hidráulico. Sin embargo, esta idea no se concretó. En 1964, mediante decreto 8465, se fusionaron la Dirección de Meteorología, dependiente del Ministerio de Agricultura, y la Sección de Hidrología del Ministerio de Transporte. La fusión de estas dos instancias dio lugar al actual Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Si bien esta instancia es una de las más serias y de mayor trayectoria, aún se siente la falta de gestión de proyectos y formación de recursos humanos en el aspecto de la administración de los recursos hídricos.

2. Contexto universitario

La Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) fue fundada en 1830 por el presidente Andrés de Santa Cruz, es la segunda casa de estudio superior más antigua² e influyente³ del país. Entre sus principios se encuentra el carácter científico:

La UMSA es científica porque crea conocimiento y utiliza los adelantos de la ciencia y la tecnología que ha alcanzado la humanidad, adecuándolos a la realidad nacional y regional, por encima de toda concepción dogmática o metafísica, y buscando la ligazón de la teoría con la práctica, con claro sentido dialéctico y transformador, desarrollando sin restricciones todas las esferas del conocimiento en sus diversos niveles y aplicaciones. (UMSA, 1988: 4)

La investigación y la generación de recursos humanos son fundamentales para responder a las necesidades del país. Durante los primeros años de la universidad, las principales facultades eran Derecho, Medicina y Teología. Con el avance de los años, se fueron creando otras facultades e institutos.

En el caso de las carreras de ingeniería, podemos observar dos momentos importantes, en 1842 se creó el Colegio de Ciencias de la ciudad de La Paz debido a la necesidad de empezar a formar recursos humanos especializados en el área de ciencias e ingeniería en nuestro país y no tener que recurrir a la migración. En 1883 se creó la Escuela de Ingeniería, a cargo del Ministerio de Instrucción Pública. (Facultad de Ingeniería, 2019)

En el siglo XX, las carreras dedicadas a la ingeniería comenzaron a tener más relevancia. En 1939 se fundó la Facultad de Ciencias Exactas, que abarcaba la Escuela de Puentes y Calzadas, la Escuela de Minas y Petróleo, la Escuela de Industrias y Manufacturas y, pocos años después, se fundó la Escuela de Ingeniería Industrial. En 1953, las facultades de Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial comenzaron a funcionar, acogiendo las escuelas mencionadas anteriormente, hasta 1955.

² La Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca fue fundada en 1624, en la entonces ciudad de La Plata, hoy Sucre.

³ Es la universidad más grande de Bolivia, cuenta con aproximadamente 77,000 estudiantes que estudian en 13 facultades, 54 carreras y 53 institutos de investigación.

En 1962, el Instituto Tecnológico Boliviano comenzó a funcionar para formar ingenieros en Geología, Minas y Petróleo. Las necesidades nacionales exigían recursos humanos formados en nuestro país. La década de 1960 fue la más importante para el ámbito de la ingeniería en cuanto a la formación de técnicos, ya que la llegada de diversas organizaciones internacionales apoyó los programas técnicos de formación de profesionales. En 1968, la UMSA adquirió un préstamo del BID para la construcción de una Ciudadela Universitaria. Se aprovechó el espacio y el financiamiento para establecer un laboratorio dedicado a la hidráulica e hidrología, pero no un instituto. Sin embargo, las conversaciones con las universidades de Berlín proyectaban la necesidad de profundizar en estas ramas y generar una institución que pudiera responder correctamente. (Montaño, 2022).

La fundación de un instituto generador de recursos humanos era necesaria. A pesar de las especialidades de hidráulica y sanitaria que ya existían en la Facultad de Ingeniería Civil, la especialización en gestión de recursos hídricos todavía hacía falta. En 1969, durante el segundo gobierno de Alfredo Ovando Candía (1969 – 1970), la universidad comenzó a trabajar en convenios de cooperación con el gobierno de la República Federal de Alemania. Una de las conversaciones, enfocada en el desarrollo de la ingeniería tanto en la implementación de proyectos de desarrollo como en la formación de técnicos, llevó a la elaboración de un convenio de cooperación técnica entre la Universidad Mayor de San Andrés, la Universidad Libre y la Universidad Técnica de Berlín.

Este convenio contemplaba la creación de un departamento de obras hidráulicas y economía hidráulica en la Facultad de Ingeniería Civil. Este departamento tendría a su disposición el Instituto de Hidráulica y el Instituto de Ingeniería Sanitaria (Instituto de Hidráulica, 1972). La dirección y ambos institutos estarían a cargo del Ingeniero Hugo Mansilla. Este convenio, firmado en 1969, anunciaba la creación del Instituto de Hidráulica e Hidrología (IIH) en 1970.

La Universidad Mayor de San Andrés (en adelante designada “UMSA”) establecerá (...) en la “Facultad de Ingeniería Civil”, un Departamento especial de “Obras Hidráulicas y Económica Hidráulica. (2) Las finalidades de estos Departamentos será: a) Formación de estudiantes en las materias indicadas en el artículo I de acuerdo a lo previsto en los planes de estudios de las Facultades de Ciencias Geológicas e Ingeniería Civil (...) La investigación de problemas científicos y técnicos en los campos de la Geología Aplicada, Obras Hidráulicas y Economía Hidráulica que tengan importancia para el desarrollo de Bolivia (Universidad Mayor de San Andrés, 1969: 1)

Este convenio fue firmado por las partes en noviembre de 1969. Sin embargo, la situación universitaria pasaba por un proceso de tensión: “Una radicalización de los métodos de lucha universitaria en contra de un sistema que tendía a “derechizar”, con un gobierno universitario que buscaba el prorroguismo” (Guerra Mercado, 2004: 23). Un par de meses después, en mayo de 1970, estalló lo que se conoce como la Revolución Universitaria. Durante los siguientes meses, la coyuntura no permitió el cumplimiento del convenio.

A raíz de la Revolución Universitaria se creó la Comisión Nacional de Reforma Universitaria, que sustituyó a las autoridades previas a la revuelta y designó nuevas. El panorama universitario contemplaba una reestructuración total de la universidad, lo que afectó específicamente a la Facultad de Ingeniería Civil.

Se propuso e implementó la semestralización de los planes de estudio (10 semestres para Ingeniería Civil) que entró en vigencia el año 1972, al mismo tiempo las Facultades de Ingeniería fueron fusionadas bajo la denominación de Facultad de Tecnología, con Carreras de las diferentes ramas de la ingeniería entre estas la de Civil. Fue en estos años que en la ya Carrera de Ingeniería Civil se crearon las menciones, con el objetivo de mejorar la formación profesional en las varias especialidades de la Carrera; las menciones fueron: Estructuras, Vías de Comunicación, Hidráulica y Sanitaria, que empezaban a cursarse desde el 8vo semestre (Carrera de Ingeniería Civil, s.f.)

Bajo estas nuevas condiciones, se retomaron las conversaciones para el cumplimiento del convenio, que tenía una vigencia de cinco años (1969-1974). Se firmó una resolución universitaria que dispuso el inicio de actividades del nuevo Instituto de

Hidráulica e Ingeniería Sanitaria, dependiente de la carrera de Ingeniería Civil formando parte de sus menciones de titulación.

En resumen, como se ha visto en el presente capítulo, la gestión del agua, a pesar de la gran cantidad de recursos hídricos disponibles en el país, ha sido deficiente debido a la falta de información, coordinación e inversión. La planificación del agua a nivel nacional era deficiente, dadas las responsabilidades dispersas en varias instituciones porque no se contaba con una centralización que permitiera una visión integral.

También se ha analizado el contexto histórico en el que se creó el IHH, destacando finales de la década de 1960 y principios de 1970 como un periodo de cambios en la UMSA, con la creación de nuevas carreras e institutos y sobre todo la importancia de la cooperación internacional para la creación del IHH, con la firma de un convenio entre la UMSA y la UTB, en 1969. Este convenio contemplaba la creación de un departamento de obras hidráulicas y economía hidráulica en la Facultad de Ingeniería Civil. Sin embargo, la Revolución Universitaria de 1970 retrasó la implementación del convenio, que finalmente se retomó, y el IHH comenzó a funcionar en 1972 como parte de la carrera de Ingeniería Civil.

A continuación, en el capítulo dos analizaremos las fases y las líneas de investigación con las que se desarrolló el IHH, los actores más importantes, y los proyectos e instituciones que se involucraron en su desarrollo.

Capítulo 2

Las fases y líneas de investigación del Instituto de Hidráulica e Hidrología⁴

1. La fundación y los modelos hidráulicos

En 1969, se preveía la creación de un instituto que especialice a los estudiantes en el manejo de los recursos hidráulicos “los requerimientos materiales del desarrollo económico y social del país y el crecimiento demográfico convierten a los recursos hídricos en factores de importancia” (Universidad Mayor de San Andrés, 1977):

Se firmó el “convenio sobre el establecimiento de colaboración mutua entre la Universidad Mayor de San Andrés de La Paz y las Universidades Libre y Técnica de Berlín”, en fecha de 28 de noviembre de 1969.

Sin embargo, diversos factores impidieron concretar con mayor rapidez los términos del convenio (Instituto de Hidráulica. (1972) [Plan de acción del segundo semestre de 1972] (Archivo Instituto de Hidráulica e Hidrología (s/c) La Paz, Bolivia) (IHH, 1972).

Los factores ocurridos entre 1969 y 1981 como el Golpe de Estado de 1971 de Hugo Banzer Suarez, la revolución universitaria de 1970, se decantaron en la Resolución Universitaria de la Comisión Nacional de Reforma Universitaria N° 0244/72 del 20 de marzo de 1972, que puso en funcionamiento el Departamento de Hidráulica. Se designó al Ingeniero Civil, Hugo Mansilla como Director del Departamento y al Ingeniero Civil Waldo Jáuregui como Director del Instituto.

Partiendo del convenio firmado en 1969, se pusieron en funcionamiento las actividades administrativas, docentes e investigativas. Según este documento, la finalidad del departamento sería:

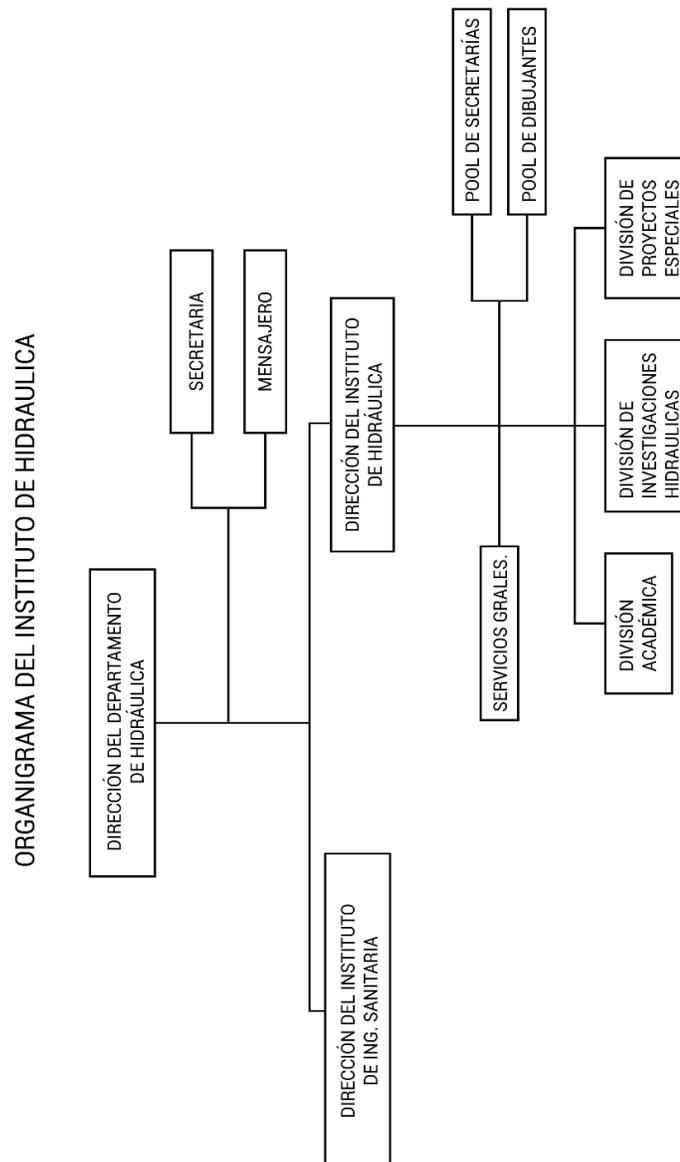
⁴ Ver Anexo 1 – Línea del tiempo del Instituto de Hidráulica e Hidrología

- La formación especializada de los estudiantes
- El fomento a la investigación de problemas científicos y técnicos de importancia para el país

Mediante el organigrama desarrollado en 1972 se vislumbra la organización administrativa, docente e investigativa con la cual el IHH cumpliría sus objetivos mencionados anteriormente.

Cuadro 2

Organigrama del Instituto de Hidráulica e Hidrología, 1972



Fuente: Instituto de Hidráulica e Hidrología. (1972). *Plan de acción para el segundo semestre 1972*. (Archivo del Instituto de Hidráulica e Hidrología) pg. 18), La Paz, Bolivia.

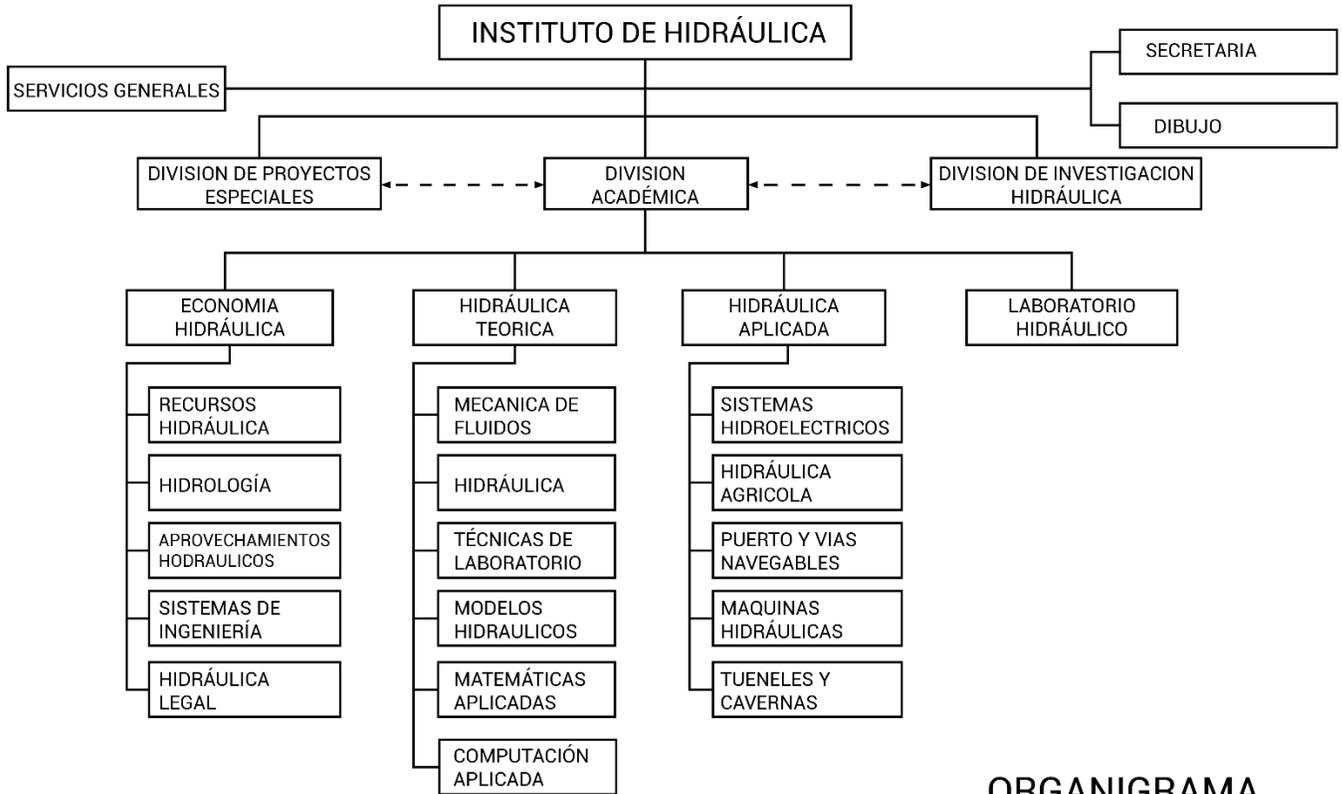
En cuanto a los aspectos administrativos, el Ing. Hugo Mansilla fue Director del Departamento de Hidráulica, el Ing. Waldo Jáuregui, Director del Instituto y el Ing. Vladimiro Salinas, Subdirector del mismo. También participaba el Sr. Jorge Álvarez como ayudante técnico. (Montaño, 2022)

En un primer momento, junto a las autoridades bolivianas, llegaron los dos primeros componentes de las universidades berlinesas: el Dr. Johannes Meyer como catedrático y el Dr. Michael Malik como jefe de trabajos prácticos. La labor de los técnicos alemanes consistía en encargarse de la instalación y puesta en funcionamiento de los laboratorios, dictar cátedra sobre hidráulica y colaborar con las líneas de investigación. Esta colaboración entre catedráticos de UTB y la Carrea de ingeniería civil de la UMSA tuvo una duración de 8 años, entre 1969 a 1974 con el primero convenio y su ampliación que duró desde 1975 a 1981 con el ultimo co-director Franz Waselevski.

Durante los primeros años, el instituto se encontraba en proceso de organización, se contaba con la división de investigación hidráulica, la división de proyectos especiales que se encargaría del desarrollo de investigaciones hidráulicas con proyección nacional⁵ y la división académica que se encargaría de la docencia y de los cursos de especialización que contaban con cuatro áreas, economía hidráulica, teoría hidráulica, hidráulica aplicada y el laboratorio hidráulico, cada una con sus respectivas materias para garantizar la especialización de los alumnos y complementar las otras dos divisiones del Instituto.

⁵ Una de las tareas del IHH para la captación de recursos que, permitan financiar los distintos proyectos, consistía en asesorar y/o trabajar en proyectos independientes fuera de la universidad con instituciones gubernamentales o privadas.

Cuadro 3
Organigrama del IHH – división académica 1972



ORGANIGRAMA

Fuente: Fuente: Instituto de Hidráulica e Hidrología. (1972). *Plan de acción para el segundo semestre 1972*. (Archivo del Instituto de Hidráulica e Hidrología, pg. 19, La Paz, Bolivia).

En esta primera etapa, mientras se organizaba el instituto de manera administrativa, también se planificaba una importante instalación dentro de la Ciudadela Universitaria de Cota Cota. Los ambientes albergarían dos áreas, el primer ambiente serían las oficinas y talleres y el segundo ambiente la sala de modelos. Estos nuevos ambientes serían fundamentales para la primera etapa, ya que la investigación realizada en los recintos permitiría trabajar a escala y desarrollar los primeros modelos hídricos.

Los primeros años del instituto se dedicaron a su establecimiento físico en el campus de Cota Cota. El edificio se construyó con el fin de albergar las funciones

académicas y administrativas, tal como se había contemplado en el convenio de 1969. Las labores realizadas en esta etapa del instituto se dedicaron principalmente al establecimiento del Laboratorio de Hidráulica. Este sería el primero en su género y magnitud en el país, de ahí su importancia para los diferentes proyectos nacionales de desarrollo (Instituto de Hidráulica, 1972: 6). Todo el desarrollo de esta primera etapa (1972-1982) se concentró en la elaboración de modelos físicos y trabajos de laboratorio.

En un primer momento los años de cooperación técnica entre la Universidad Técnica de Berlín y la UMSA estaban previstos para el periodo entre 1969 a 1974, sin embargo, la coyuntura nacional y universitaria impidió el funcionamiento para los primeros tres años del instituto. Al finalizar el primer convenio, se vio la necesidad de ampliarlo, "introduciendo las modificaciones, ampliaciones y reformulaciones que los cambios estructurales ocurridos en la UMSA y la experiencia ganada durante los primeros años de vigencia del Convenio, hacen recomendable para facilitar la ejecución del mismo para incrementar los beneficios emergentes del él" (Preámbulo, PCSECME. 1974).

Las modificaciones más importantes dentro del convenio se encuentran en el ámbito administrativo, en el artículo III, que se dedicaba a explicar la relación administrativa de los catedráticos alemanes y bolivianos. El nuevo acuerdo anunció una mayor participación de la UMSA en la gestión del Instituto, así como la creación de un Consejo Directivo con representación de ambas universidades.

Durante la vigencia del presente Convenio, la Dirección de los Institutos será compartida entre uno de los Profesores alemanes designado para el efecto y el director Bolivianos quienes de común acuerdo deberán dirigir las actividades de los Institutos y se responsabilizarían de sus actos ante los respectivos Decanos de Facultad. En lo académico coordinaran sus actividades con los Coordinares de Ingeniería Civil y Geología, respectivamente" (art. 3 PCSECME1, 1974)

En junio de 1972 se declaró la Ley Fundamental de la Universidad Boliviana (LFUB), estableció que el aspecto investigativo se regía por los siguientes enunciados "Los institutos de investigación efectuarán trabajos que beneficien a la comunidad ofreciendo sus servicios especializados a las entidades públicas o privadas que los

requieran mediante contratos de asesoramiento, estudio o de complementación técnica" (Art. 126 LFUB).

Con la reconfiguración universitaria, se fusionaron la Dirección de Ingeniería Civil y la de Hidráulica, y el IHH pasó a depender directamente de la Carrera de Ingeniería Civil. El organigrama se reconfiguró y se nombraron dos codirectores: el Ingeniero Jorge Álvarez Plata, por la parte boliviana, y el Dr. Johannes Meyer, por la parte alemana. Con la renovación del convenio y la nueva gestión administrativa, se empezó a dar más ímpetu a la realización de las tareas investigativas.

Se empezó a trabajar en los modelos hidráulicos. La sala de modelos fue uno de los espacios más importantes dentro del IHH, dedicado a la investigación y realización de proyectos de alto impacto con la participación de docentes y estudiantes. Desde un momento temprano, se implementaron las enseñanzas del Instituto en el laboratorio, la sala de modelos y el trabajo de campo. Esto permitió la aplicación de la infraestructura ensayada en la sala de modelos en las locaciones en las que se requería, así lo muestra la publicación de la UMSA (1977) donde resalta: "El Instituto está realizando numerosas investigaciones para distintos organismos oficiales y privados, tales como: estudios hidrológicos, regulación de ríos, estudios e investigaciones en modelos" (p, 137). Si bien había antecedentes de trabajo en el campo de la hidrología, estos podían considerarse incipientes y sin mucho protagonismo dentro de la sociedad (Montaño, 2022).

En esta primera etapa, los Doctores Ingenieros Michael Malik y Johannes Mayer, técnicos alemanes enviados por la UTB, fueron fundamentales para la capacitación de los estudiantes. Además de la formación de nuevos recursos humanos, también se trabajó con bibliografía especializada, elaborando una biblioteca especializada en hidrología que fue fundamental para la formación de los estudiantes.

Dentro del convenio realizado entre la UTB y la UMSA (1969 – 1981), ambas partes asumieron responsabilidades para la instalación y funcionamiento del instituto; las responsabilidades por parte alemana fueron la participación de expertos alemanes con grado de doctor⁶, cuales fueron fundamentales para el desarrollo del IHH. Estos expertos aportaron sus conocimientos y experiencia en el campo de la hidráulica e hidrología, lo que permitió al IHH realizar investigaciones de alto nivel. Algunos ejemplos de la colaboración de expertos alemanes son el Dr. Michael Malik: Especialista en hidráulica fluvial, participó en la investigación y diseño de modelos hidráulicos para ríos bolivianos y el Dr. Johannes Meyer: Especialista en hidrología, contribuyó al desarrollo de métodos para la medición y análisis de datos hidrológicos. Ambos fueron también autoridades dentro del IHH.

El equipamiento del IHH fue otra de las responsabilidades asumidas por la UTB, la donación de equipos de medición, instrumentación y apoyo a la infraestructura fue esencial para el funcionamiento del IHH. Este equipamiento permitió al IHH realizar investigaciones de campo y laboratorio con mayor precisión y eficiencia, el equipamiento donado consistió en:

- Equipos de medición de caudal y sedimentos
- Instrumentos para la medición de la calidad del agua
- Equipos de topografía y fotogrametría
- Software para el análisis de datos hidrológicos

También se dotaron de becas de postgrado para docentes e investigadores del IHH lo que permitió que estos profesionales pudieran ampliar sus conocimientos y especializarse en diferentes áreas de hidráulica e hidrología. Esto contribuyó a la formación de una masa crítica de recursos humanos altamente calificados en Bolivia. También se realizaron cursos impartidos por profesores visitantes de la Universidad Técnica de Berlín

⁶ Ver anexo 2 - Lista de profesores titulares e investigadores que dictaron cursos en el IHH entre 1972 y 1981

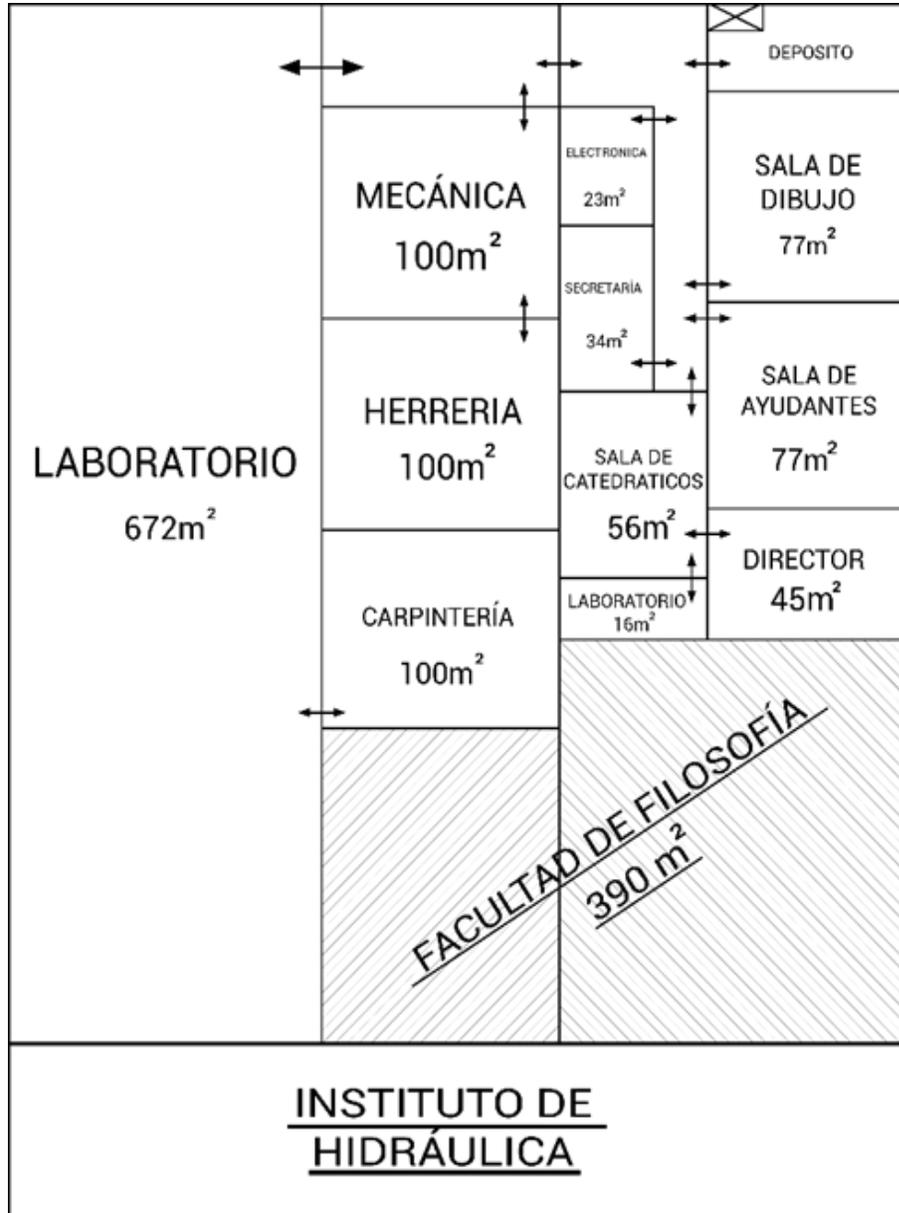
permitieron que los profesionales del IHH se actualizarán en los últimos avances en el campo de la hidráulica e hidrología. Estos cursos también contribuyeron a la formación de profesionales de otras instituciones bolivianas.

En tanto las responsabilidades de la parte boliviana constituían en la dotación de personal científico, administrativo y de apoyo para el funcionamiento del IHH. Este personal permitió que el IHH pudiera llevar a cabo sus actividades de investigación, docencia y administración del IHH. El personal del IHH estaba compuesto por ingenieros, hidrólogos, técnicos de laboratorio, administrativos y personal de apoyo.

La construcción de la infraestructura física del IHH fue un factor clave para el éxito del proyecto. Esta infraestructura permitió que el IHH contara con los espacios y recursos necesarios para realizar sus actividades administrativas, de investigación, docencia. La infraestructura del IHH incluía; Laboratorios de hidráulica e hidrología, Aulas de clases, biblioteca especializada, talleres para la construcción de modelos hidráulicos, oficinas para el personal. Las responsabilidades compartidas por las partes alemana y boliviana fueron fundamentales para el éxito del proyecto del IHH. La colaboración entre ambas partes permitió que el IHH se convirtiera en un centro de referencia en el campo de la hidráulica e hidrología en Bolivia.

En los primeros bocetos (Cuadro número 4) de la infraestructura del IHH se consideraba que se compartieran espacios con la Facultad de Filosofía y Letras, sin embargo a causa de la revolución universitaria de 1970, el Golpe de Estado de Hugo Banzer Suarez de 1971 y la instalación del Consejo Nacional de Educación Superior (CNES), la re organización universitaria llevo a la Facultad de Filosofía y Letras a convertirse en 1972, en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, por lo tanto también a su reubicación de sus predios dentro de las instalaciones de la UMSA.

Cuadro 4
Primer boceto de la infraestructura del Instituto de Hidráulica e Hidrología



Fuente: Instituto de Hidráulica e Hidrología (1969) *Instituto de Hidráulica*. Archivo del Instituto de Hidráulica e Hidrología, La Paz, Bolivia

La infraestructura final del Instituto, una vez instalado en el campus de Cota Cota, contó en su espacio, además de las salas y talleres, la sala de modelos para la realización de modelos hidráulicos, esta última de una superficie de aproximadamente 2000 m² dotada con:

- Dos tanques subterráneos con capacidad de 400 litros cada uno
- Una grúa móvil
- Bombas de agua
- Tuberías, válvulas y aceros
- Tablas para distribución de energía
- Un canal inclinable con pendiente variable
- Instrumentos electrónicos (amplificador, manómetros, inductivos, etc.)
- Equipo de medición de niveles de agua, presión y velocidad
- Estación pluviométrica
- Computadoras
- Equipos de fotografía especializados

Como podemos ver, la sala de modelos, fue una de las más modernas del país, por lo que la etapa de los modelos hidráulicos con la que se inauguró el Instituto pudo ser llevada a cabo con éxito.

La etapa de los modelos hidrológicos se enfocó principalmente en la formación de técnicos especializados en hidrología, un campo nuevo en las ingenierías del país. Por lo tanto, la mayoría de las actividades se realizaban en el laboratorio y en la sala de modelos, con la función principal de empezar a generar conocimiento sobre los recursos hídricos y tener una proyección de las labores necesarias.

Durante este tiempo (1972 – 1984) se realizó una serie de modelos hidráulicos en colaboración con distintas instituciones. Las primeras fueron:

- Obra de Toma Río Choqueyapu (GTZ-SAMAPA)
- Modelo para la determinación del grado de erosión en vertederos de caída libre (Honorable Alcaldía Municipal de La Paz – HAM-LP)
- Modelo para la investigación de compuertas hidráulicamente efectivas (HAM - LP)
- Modelo para la obra de Toma en el río Vinto, Ampliación de la central hidroeléctrica de Santa Isabel (ENDE)
- Modelo del Embovedamiento del río Choqueyapu (HAM-LP -Prudencio Claros)

Uno de los pilares del Instituto es el servicio a la sociedad boliviana. Es por ello que desde sus primeras actividades se observa la interacción continua con instituciones privadas y públicas para el desarrollo de la investigación y de proyectos cada vez de más alto impacto.

Durante esta primera etapa de los modelos hidráulicos, se formó una serie de profesionales que realizaron sus primeras investigaciones en estudios sobre los recursos hídricos a partir de modelos físicos. La mayoría de ellos se dedicaron al espacio de los Andes y Valles. En el siguiente cuadro se aprecian las tesis de grado elaboradas por los primeros egresados del IHH que se enmarcan en la elaboración de modelos hidráulicos e investigación sobre la gestión de recursos hídricos.

Cuadro 5
Lista de tesis de grado elaboradas en el IHH, 1972-1982

N°	Nombre	Título	Tutor	Año
1	López, Edwin	Central Hidroeléctrica reversible	Malik, Michael	1973
2	Urquiza, Freddy	Estudio de la contaminación de las aguas industriales en la ciudad de La Paz	Peñaranda, Waldo	1974
3	Lizarazu, Abel	Aprovechamiento de las cuencas hidrográficas del Tuni y Condoriri	Malik, Michael	1975
4	Rojas, Rubén	Estudio del consumo y de los sistemas de distribución de agua potable para edificios y ante proyecto de nomas para la instalación sanitaria en edificios	Peñaranda, Waldo	1975

5	Cauquira, Leonardo	Determinación de grado de contaminación de los ríos Choqueyapu y Orkojahuria de la ciudad de La Paz	Bascon, Raul	1975
6	Álvarez, Jorge	Estudio e investigaciones en un modelo para la captación de agua del río Choqueyapu	Meyer, Johannes	1975
7	Fernández, Carlos	Consideraciones sobre el drenaje de las aguas pluviales y sanitarias de la zona de El Alto de la Ciudad de La Paz	Mansilla, Hugo; Peñaranda, Waldo	1976
8	Pérez, Julio	Riego por aspersión	Arce, Augusto	1976
9	Elio, Rene	Aplicación de isotopos en hidrología	Salinas, Vladimiro	1976
10	Camacho, Freddy	Incidencia de las caudales de deshielo en el caudal base de los ríos de montañas	s/t	1977
11	Monroy, Franz	Incidencia de las caudales de deshielo en el caudal base de los ríos de montañas	s/t	1977
12	Montaño, Carlos	Estudio de crecidas en la ciencia del río Yacuma	Malik, Michael	1977
13	Mattos, Roger	Diferentes posibilidades de regulación hidráulica de ríos con pendientes pronunciadas	Meyer, Johannes; Álvarez, Jorge	1978
14	Téllez, Guido	Estudio de parámetros básicos de diseño para los alcantarillados sanitarios y pluvial de la ciudad de Santa Cruz	Portocarrero, Edwin	1978
15	Numbela, Jaime	Modelos de cuenca hidrográfica mediante el análisis sensitivo de los parámetros del modelo Clark para diferentes formas de cuencas hidrográficas	Wasselewky, Franz	1981
16	Montaño, José Luis	Conducción del caudal natural	Wasselewky, Franz	1981
17	Sarmiento, Daniel	Canal de aducción a la represa Totora	Mattos, Roger	1981
18	Salas, Andrés	Hidrología operacional - simulación en computadora	Mansilla, Hugo; Wasselewsky, Franz	1981
19	Peña, Jorge	Estudio hidrológico sub-cuenca del río Guadalquivir	Fernández, Carlos	1982
20	Cruz, Rene	Sistema de riego - Batallas – Huarina	Camacho Villegas, Fredy; Álvarez Plata, Jorge; Wasselewsky, Franz	1982

Fuente: Elaboración propia a partir de Enrique Valle Conde: Bibliografía de tesis de grado presentadas a la facultad de ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés (1973 – 1987)”: Tesina para obtener el título de técnico superior en la carrera de Bibliotecología, La Paz, UMSA: 1991

Durante este período, en particular, una de las características más importantes fue la codirección de las tesis. Por la parte boliviana, los codirectores fueron:

- Vladimiro Salinas (primer codirector)
- Carlos Fernández Jáuregui
- Jorge Álvarez Plata

Los codirectores por parte de la institución alemana fueron:

- Dr. Johannes Mayer (primer codirector)
- Dr. Michael Malik
- Dr. Franz Wasselewsky

La acción conjunta de todos ellos llevó a la instalación de equipos, y de laboratorios, así como la formación de nuevos especialistas, lo que pudo generar una base sólida para las siguientes etapas del Instituto.

2. El inicio de la hidrología (1982- 1987)

El siguiente período del IHH (1982 – 1987), se caracteriza por la transición de la codirección a una dirección netamente boliviana. Uno de los actores fundamentales en este período fue Dr. Carlos Fernández Jáuregui. Esta etapa se nutre de los años anteriores, presentando resultados de la primera década de trabajo. Hasta ese momento se habían formado técnicos especializados en Hidráulica e Hidrología, con una visión compleja de las necesidades locales y cómo abordarlas. Sin embargo, uno de los elementos más preocupantes era la falta de una base de datos básicos para la consulta continua, mapas y estadísticas.

La primera etapa del Instituto se dedicó a cubrir la falta de profesionales en el área de la hidrología. Esta segunda etapa se concentra en que, con esos mismos nuevos profesionales bolivianos, se empiece a generar conocimiento y a trabajar directamente en hidrología. Se empieza a ver el agua como un recurso hídrico integral, con dimensiones sociales y económicas. El agua ya no se ve solo como un elemento físico, sino también en

su uso, control, calidad, como parte de los procesos productivos en el área rural y urbano, y como un elemento que debe ser gestionado por el Estado y sus instituciones especializadas.

En el marco del diagnóstico de los primeros diez años de vida del Instituto, se relata el marco ideológico que lo guiaba que consistía en el "desarrollo de la técnica y la ciencia en el campo de los recursos hídricos, en concordancia con las necesidades nacionales y de evolución técnica, sin separarlos del contexto nacional" (Conclusiones del grupo 2, s/f: 2). Los dos puntos más importantes para el desarrollo del Instituto fueron las necesidades nacionales con respecto a los recursos hídricos y la evolución de tecnologías apropiadas, una constante a lo largo del tiempo.

Para 1981, el Instituto había adoptado una estructura que le permitió desarrollar trabajos de investigación y proyectos de impacto importante en la sociedad. En el siguiente cuadro se expone una nómina importante de docentes/investigadores formados tanto dentro del Instituto como en universidades extranjeras, convirtiéndolos en recursos humanos especializados para la aplicación de proyectos importantes.

Cuadro 6

Primeros docentes/investigadores del IHH (1972 -1980)

Carlos A Fernández Jáuregui	Ingeniero Civil especialidad hidráulica Sanitaria. Curso de posgrado Hidrología Universidad Técnica de Berlín-Alemania
Freddy Camacho Villegas	Ingeniero Civil Especialidad Hidráulica Sanitaria Curso Post Grado Hidráulica Universidad Técnica de Berlín
Raúl Claros Cazonete	Ingeniero Civil Especialidad Obras Hidráulicas Becado de la universidad Técnica de Berlín Alemania Post Grado Obras Hidráulicas
Roger Mattos Ruedas	Ingeniero Civil Especialidad Hidráulica Sanitaria Curso de Post Grado técnicas de medición Universidad Técnica de Berlín – Alemania
Francisco Guacharla Hurtado	Ingeniero Civil Especialidad Hidrología
Ángel Aliaga Rivera	Egresado de Ingeniería Civil, Mención Hidráulica Sanitaria
Edgar Salas Rada	Ingeniero Civil especialidad hidráulica sanitaria Curso de Posgrado Hidrología Subterránea – UNESCO Buenos Aires – Argentina

Elaboración de la tabla a partir del documento “Creación del IHH”. La Paz: UMSA-IHH: 1980.

En la parte técnica y administrativa del Instituto, encontramos a los talleristas, dibujantes, carpinteros y modelistas, quienes son parte fundamental del mismo. Muchos de ellos, además de trabajar en la elaboración de modelos y maquinaria para el Instituto, también se fueron incorporando gradualmente a la investigación activa de los proyectos. El cuadro número siete presenta a los primeros integrantes del IHH como personal administrativo

Cuadro 7
Personal administrativo del IHH (1972 – 1980)

Luis Carrasco Arenas	Administrador
Teresa de la Rocha	Secretaria
Ana María Ortuño Harbas	Secretaria
Jorge Laime Iporre	Dibújate – Constructor
Daniel Bustillos Jove	Mensajero
Sixto Mamani Mansilla	Chofer
Adalid Camacho Villa	Jefe de Talleres
Jaime Maldonado	Carpintero Modelista
Guillermo Apaza Tico	Carpintero ayudante Modelista
Juan Ariñez Burgoa	Mecánico Modelista
Porfirio Tito Roja	Mecánico Ayudante modelista
Ceferino Chambi Laura	Albañil Modelista
Rene Ortuño Loaiza	Albañil Modelista
Luis Calderón Calderón	Albañil Modelista
Julio Lecona Huaycho	Sereno
Juan Cruz Jahuria	Sereno
Eliodoro Calle Lecona	Sereno
Rósela Quispe de Balboa	Encargada de cafetería

Elaboración a partir del documento “Creación del IHH” de 1980

Los proyectos de investigación y de desarrollo rural se fueron haciendo cada vez más grandes. Si bien no se dejó atrás la elaboración de modelos, se empezaron a diversificar las áreas del Instituto e ingresar a nuevos espacios como los sistemas eléctricos, el transporte, las normas en recursos hídricos y las asesorías técnicas. Muchos de estos proyectos se realizarán en colaboración con distintas instancias del Estado. Algunos de los proyectos fundamentales fueron:

Cuadro 8
Proyectos ejecutados por el IHH (1973-1982)

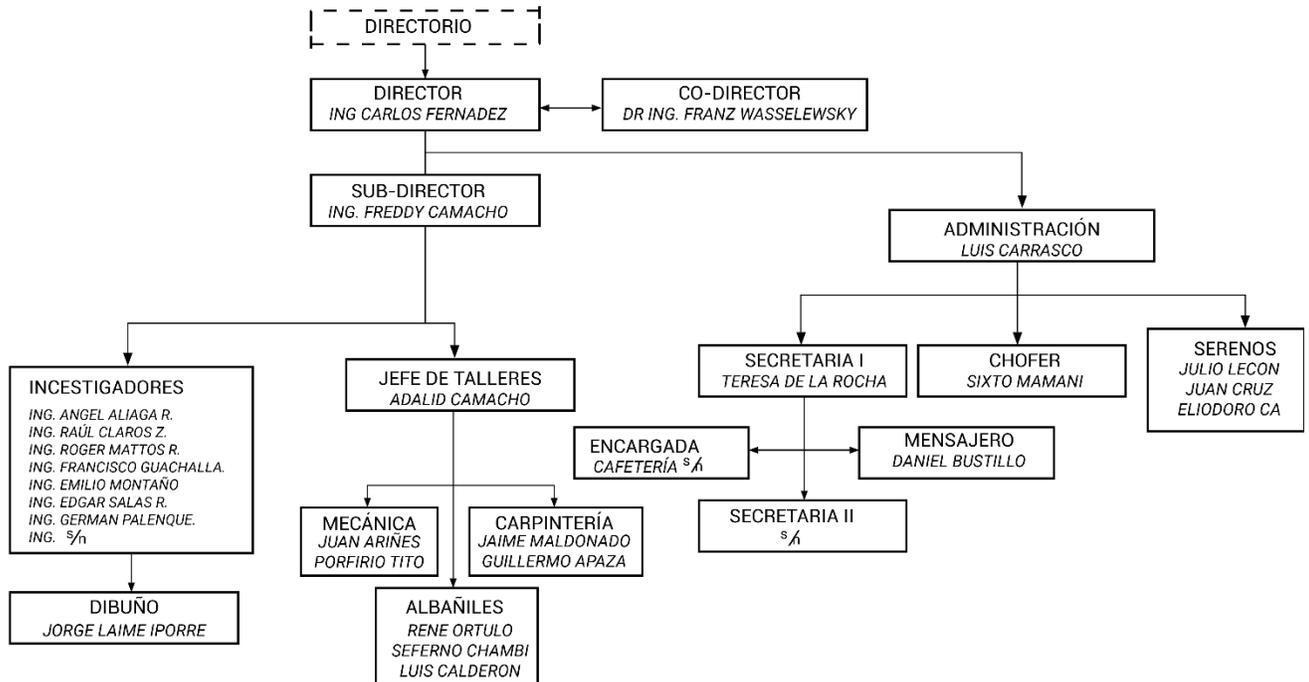
N^a	Proyecto	Localidad	Co-Patrocinador
1	Modelo Hidráulico para la represa de Sakahuaya	La Paz, Provincia Sud Yungas	ENDE
2	Modelo Hidráulico para la Ampliación de Santa Isabel	Cochabamba, Provincia Chapare	ENDE
3	Modelo Hidráulico para la represa Rositas (ENDE)	Santa Cruz, entre las Provincias Valle grande y Cordillera	ENDE
4	Asesoramiento para la regulación y Control de las Aguas del rio Pirai	Santa Cruz	Cordecruz
5	Desarrollo de Sistemas Electrónicos de mediciones hidráulicas	-	IHH
6	Proyecto Hidrológico Lago Titicaca	La Paz - Copacabana, Provincia Manco Kapac	ORSTOM
7	Simulación de transporte de Sedimento	-	-
8	Estudio de las Normas en el campo de la Hidráulica e Hidrología para la república de Bolivia	-	Dirección General de Normas y Tecnología. Ministerio de Industria y Turismo
9	Modelo Hidráulico para la represa Isla (ENDE)	Chuquisaca – Provincia Jaime Zudañez	ENDE
10	Modelo Hidráulico para la regulación de Torrentes en la ciudad de La Paz	La Paz	Alcaldía de La Paz

11	Estudio Hidrológico de la cuenca del Valle Central – Tarija (Codetar)	Tarija	CODETAR
12	Asesoramiento al Instituto Nacional de Electrificación Rural, en el campo de Centrales Hidroeléctricas pequeñas	-	-
13	Desarrollo de programas de computación aplicada a la Hidráulica e Hidrología	-	-
14	Programa Hidrológico Internacional	-	-
15	Ariete Hidráulico	-	-
16	Investigación relativa a Organizaciones existentes en el país relacionadas con el recurso agua	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir del documento “Listado de proyectos realizados por el IHH en los últimos cinco años dentro del campo de los servicios”, La Paz. UMSA-IHH, 1982

En esta etapa (1982- 1987), el Instituto ya se encontraba consolidado con una estructura clara y con proyectos involucrados en el desarrollo del país. En 1982, se ejecutaban 4 proyectos junto a ENDE, 1 con la Alcaldía de La Paz, 1 con CordeCruz y 1 con CodeTar, lo que demostraba la presencia nacional del IHH en distintas áreas, ya sea en la parte técnica, como asesores de proyectos o en la ejecución de los mismos. Además, el IHH ejecutaba 6 proyectos independientes. En 1982, el convenio de cooperación entre la UTB y el IHH llegó a su fin. En ese momento, el organigrama era el siguiente:

Cuadro 9
Organigrama del IHH en 1982



Fuente: IHH, Nomina de investigadores Instituto de Hidráulica e Hidrología, La Paz, UMSA. 1981

En la anterior figura se aprecia una estructura diseñada para ir respondiendo a la evolución del IHH, uno de los pilares principales del instituto además de prestar servicios fue el de organización de la investigación. Veremos que se van a generar 3 polos de coordinación, la primera es la organización del área donde lo principal será la investigación y docencia, este se encuentra compuesto por un consejo superior del Área dedicado a la ejecución de políticas correspondientes al área de investigación. Luego se conformó el consejo de investigación que proponía las políticas al CSA, coordinando actividades académicas, generando normas y reglamentando la presentación de proyectos y así mismo seleccionando y categorizándolos para su ejecución. Por último, el consejo de los institutos proponía proyectos, los supervisaba y controlaba. Estos 3 consejos tendrían en cuenta el presupuesto del área e institutos, que se recaudara a través del presupuesto designado por la universidad, contratos suscritos, convenio y acuerdo de

cooperación y pago por servicios y asesoramiento. Esta nueva estructura permitiría la ejecución de proyectos e investigaciones en un sentido interdisciplinario.

Con la red que fue construida, el IHH empezó a involucrarse en proyectos de alto impacto. Entre ellos, el Modelo La Paz: Proyecto de desarrollo rural con tecnología apropiada y uno de los proyectos más grandes fue el Balance Hídrico Superficial de Bolivia (BHSB), que ayudaría a establecer una perspectiva sobre la hidrología sistematizada. La función principal del BHSB fue elaborar una visión integral de los recursos hídricos:

Se habían elaborado en Bolivia memorias sobre climatología e hidrología, pero ellas se refieren a determinadas cuencas o regiones elementales, sin que exista una publicación global que constituya por sí misma una síntesis de los términos del balance hídrico del país. A los planificadores les hacía falta contar con una visión sinóptica de las distribuciones de estos términos, y éste fue el objetivo de la elaboración del balance hídrico superficial de Bolivia. (CONAPHI; ORSTOM; UNESCO, IHH, SENAMHI, 1992: 3)

Este proyecto duró aproximadamente ocho años. En él, trabajaron Michael Alain Roche, Carlos Fernández Jáuregui, Ángel Aliaga Rivera, Jorge Peña Méndez, Edgar Salas Rada y José Luis Montaña Vargas, con el apoyo del CONAPHI, ORSTOM y el SENAMHI. Vemos que participaron personajes que se encontraban involucrados en el Instituto, primero como estudiantes y después, como investigadores.

El BHSB tenía como objetivo principal generar una base de datos que abarcara las cuencas hidrográficas, el relieve de suelos, la cubierta vegetal, datos sobre precipitaciones, evapotranspiración, entre otros aspectos fundamentales. Estos datos podrían servir como una herramienta de planificación hídrica tanto para instituciones privadas como para el Estado. El BHSB buscaba “consolidar el nacimiento de la hidrología, es un trabajo gatillo” (Montaña, 2022). Además, el IHH se inserta en la visión del Estado como una institución primordial para la planificación de los recursos hídricos, estableciendo así una relación de apoyo científico mutuo entre el Estado, la cooperación internacional y el IHH de la UMSA.

El BHSB permitió tener una visión sobre el estado de las cuencas en el territorio, evaluadas por primera vez de forma sistemática. También se recomendó la necesidad de un aumento en las redes de observaciones y de la elaboración de herramientas informáticas. Sin embargo, como primera experiencia de evaluación se considera exitosa y un antecedente importante para futuros balances (CONAPHI; ORSTOM; UNESCO, IHH, SENAMHI, 1992). Una vez que se tuvo un panorama sobre el territorio, se empezó a profundizar en el trabajo sobre las acciones humanas en relación al medio ambiente y cómo este puede ser aprovechado de una manera que no perjudique al ecosistema.

Los cambios negativos son inducidos asimismo por los seres humanos, a través de los asentamientos no planificados o deficientemente planificados, la actividad minera, agropecuaria, forestal, etc., cuyas acciones agotan prematuramente la energía potencial de las cuencas. El Ande contiene cuencas hidrográficas de gran potencial energético, recursos hídricos y recursos naturales en general, que conforman un sistema de gran biodiversidad. La necesaria utilización de los recursos hídricos ha requerido la ejecución de numerosos proyectos de infraestructura. En las cuencas andinas se han ejecutado proyectos hidráulicos en principio asociados a la explotación minera (aducciones para ingenios, agua potable y energía hidroeléctrica), posteriormente relacionados con sistemas de riego de uso agropecuario. Los componentes productivos asociados a los recursos hídricos tienen en la zona andina dos expresiones: hidro energética y agrícola. (Mattos R, 1992: 4).

Es por ello que la interacción con el espacio social se vuelve fundamental. El trabajo ya no se limitaba a las proyecciones en los laboratorios, sino que los científicos salieron al campo, al área rural. (Montaño, 2022) Para ello, se empezó a trabajar de manera interdisciplinaria con otras áreas, como la sociología, la antropología y la agronomía, para el trabajo de socialización en las comunidades. Era importante que los profesionales empezaran a tener una interacción activa con el espacio para conocer las necesidades y empezar a generar un conocimiento del que la sociedad pudiera apropiarse.

Además de la crisis mundial que afectaba los intereses nacionales durante la década de los 80, se produjo la vuelta a la democracia después de las dictaduras. Esto, en un principio, supondría cierta estabilidad a nivel del Estado. Sin embargo, la crisis económica ocasionada por la hiperinflación supuso una desestabilización importante para

el cumplimiento de los planes de desarrollo, además de lo que significaba a nivel social. Es por ello que el financiamiento y el trabajo con organismos internacionales fueron fundamentales. Los proyectos no podían parar y la cooperación francesa fue importante para sacar adelante proyectos, sobre todo en las zonas rurales.

Desde esta época, una de las metas del Instituto fue la "tecnología a bajo costo" (Mattos, 2022). La crisis económica nacional no permitía un flujo de financiamiento constante por parte del Estado. Sin embargo, las necesidades sociales y el rumbo de las ciencias generaban el terreno para empezar a ampliar las fronteras. En este ámbito, el IHH se convirtió en el receptor de instituciones internacionales, "como por ejemplo el caso de SKAT (Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management) de Suiza, que trabajó en el desarrollo de turbinas hidráulicas y micro centrales hidroeléctricas" (Cuellar & Montaña, 2015: 1). Es aquí que vemos cómo poco a poco se fueron afianzando lazos con instituciones internacionales y abrieron nuevas vetas para la investigación y la implementación de nuevas tecnologías.

La crisis económica impulsó los proyectos con tecnologías de bajo costo. Se empezó a trabajar en pequeñas obras hidráulicas y en la formación de recursos humanos dentro de las comunidades para la administración de las mismas. Mattos relata que entre los proyectos de esta época encontramos la realización de "las cocinas LORENA", "refrigeradores solares" y "bombas eólicas" (Mattos R, 2022) proyectos elaborados con tecnología accesible que sería aprovechada para el sustento de las comunidades. Estos proyectos fueron financiados por la corporación internacional. Por lo tanto, la tradición de captación de recursos por parte del Instituto y de fomento de tecnología sostenible se mantuvo de ahí en adelante. Durante esta época ya vemos las primeras máquinas fabricadas en el Instituto, con la tendencia de tecnología a bajo costo para el sustento de proyectos en las áreas rurales. En el siguiente cuadro se aprecian los trabajos dirigidos realizados durante esta etapa y se visualiza como los trabajos realizados en el área de la hidráulica predominan

Cuadro 10
Trabajos dirigidos entre 1983-1987

N°	Autor	Título del Trabajo dirigido	Tutor	Año
1	Rellano, Oscar	Estudio de optimización en un modelo hidráulico para el proyecto hidrológico Sakahuaya	Claros, Raúl	1983
2	Álvarez, Oscar	Optimización de la presa "CHACO" a través de un modelo hidráulico	Camacho, Freddy; Monrroy, Franz	1984
3	Mejía, Juan	Diseño de la presa de tierra "Totora Khocha"	Bilbao, Pedro	1984
4	Aliaga, Ángel	Colchón hidráulico de solera móvil como una alternativa para la regulación de torrentes	Mattos, Roger	1984
5	Salinas, Casto	La utilización de pozos absorbentes en la ciudad de La Paz	Gracia, Floreal	1984
6	Díaz, Tito	Cálculo computarizado de presas en arco "Método ménsula corona"	Caero, German	1984
7	Bayron, Tomas	Diseño de lagunas de estabilización	Capra, Guido	1984
8	Gonzales, Luis	Caracterización de efluentes líquidos y alternativas de tratamiento de una industria de productos lácteos	Díaz, José	1985
9	Arellano, Jaime	Estudio hidrológico Mullepunku	Montaño, José Luis	1985

10	Franco, Manuel	Caudales máximos en pequeñas cuencas naturales y su aplicación en diseño de obras menores en carreteras	s/t	1985
11	Martínez, Rene	Estudio de control de protección en la cuenca del río Camacho	Fernández, Carlos	1985
12	García, Waldo	Balance hídrico superficial de la cuenca del río Mamoré	Fernández, Carlos; Peña, Jorge	1985
13	Copaja, Ángel	Evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua en localidades medianas y rurales del departamento de La Paz	Bascón, Raúl	1985
14	Marcos, Moreira	Dimensionamiento de obras de canalización para torrentes, riachuelos y ríos	Monroy, Franz; Peña, Jorge	1985
15	Rocha, Juan Carlos	Influencias de los rayos ultravioletas en el tratamiento de aguas	Díaz, José; Alva, Teresa	1985
16	Prado, José Antonio	Evaluación de la demanda de agua potable en la ciudad de La Paz	Díaz, José	1985
17	Quiroga, Jaime	Estudio hidrológico para el proyecto Palillada	Peña, Jorge; Montaña, José Luis	1985
18	Ayoroa, Rene	Flujo de tramos curvos de ríos	Mattos, Roges; Aliaga, Ángel	1985
19	Lozada, Gary	Balance Hídrico de la cuenca del Lago Titicaca	Aliaga, Ángel; Peña, Jorge	1985
20	Tarrico, Nelson	Puerto fluvial en el río Paraguay	Mattos, Roges; Caero, German	1985
21	Salinas, Omar	Sistema de derivación -- proyecto de riego Huarina	Salinas, Vladimiro	1986
22	Espinoza, Franz	Balance hídrico cuenca río Beni	Peña, Jorge	1986
23	Pinto, Julio	Drenaje superficial y subterráneo de tierras agrícolas	Monroy, Franz	1986
24	Molina, Jorge	Estudio de erosión. Cuenca del río Pirai	Palenque, German	1986
25	Cano, Víctor	Estudio hidrológico para la relocalización del río Rocha	Claros, Raúl	1986
26	Siles, Freddy	Cálculo de redes de alcantarillado pluvial por computadora	Caero, German	1986
27	Herbas, Carlos	Estudio climatológico de la cuenca del río Grande	Peña, Jorge	1987
28	Cruz Llanos, Carlos	Balance hídrico superficial. Cuenca Itenez	Aliaga, Ángel	1987
29	Rojas, Miguel	Captación y tratamiento de aguas	Bascon, Raúl	1987
30	Abasto, Néstor	Balance hídrico superficial de la cuenca del río Madre de Dios	Aliaga, Ángel; Fernández, Carlos	1987

31	Arandia, Joaquín	Método de optimización de obras hidráulicas de bombeo y conducción	Monroy, Franz	1987
----	------------------	--	---------------	------

Fuente: Elaboración propia a partir de Enrique Valle Conde: Bibliografía de tesis de grado presentadas a la facultad de ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés (1973 – 1987)”: Tesina para obtener el título de técnico superior en la carrera de Bibliotecología, La Paz, UMSA: 1991

Una vez que el Instituto tuvo cierto nivel de reconocimiento, además de ser el primero del país, se empezó a subir el nivel de los técnicos para que tuvieran más herramientas para enfrentar la realidad. Es por ello que se empezó a involucrar ya no solo a los profesores de las carreras de ingeniería en las defensas de proyectos de grado. Poco a poco se buscaba conformar tribunales especializados, incluso si estaban fuera de la universidad, ya que se valoraba mucho la experiencia que tenían. (Mattos R, 2022)

3. El Programa sobre Climatología e Hidrología de Bolivia – PHICAB (1982 – 1992)

En 1982, se reunieron a las instituciones que se enfocaban en el manejo, planificación e investigación de recursos hídricos para establecer un programa enfocado en el estudio del espacio, el clima, el agua, la hidro química entre otros. Por eso se llevó a cabo el Programa sobre Climatología e Hidrología de Bolivia - PHICAB que tuvo una duración de 10 años (1982 – 1992). La dirección del programa se llevó a cabo por el ORSTOM y el SENAMHI, en un primer momento, pero gracias a las gestiones del entonces director del IHH, Carlos Fernández Jáuregui, el IHH pasó a formar parte del programa. Es así que los posteriores “directores del IHH, Roger Mattos Ruedas y Freddy Camacho Villegas, tuvieron con el codirector Michel – Alain Roche una importancia primordial para el buen desarrollo del proyecto hasta su término” (Roche, Díaz, Camacho, & Salas, 1993: 23)

Las instituciones que participaron de este proyecto fueron la UNESCO desde el Programa Hidrológico Internacional, el SENAMHI, el Instituto de Investigaciones Químicas de la UMSA, la Alcaldía de La Paz, ENDE, desarrollando así una red de relaciones que permitían la investigación y la discusión sobre temas de interés de cada

institución. (Roche, Díaz, Camacho, & Salas, 1993) Uno de los trabajos más importantes dentro del PHICAB fue el BHS, la obra prima del IHH en estas sus primeras experiencias de investigación conjunta e integral con otras instituciones tanto nacionales como internacionales.

Otras de las acciones realizadas durante el PHICAB fue la instalación de estaciones para la obtención de datos en la zona del Amazonas, a la época aún no se contaba con información suficiente para realizar estudios de profundidad. Parte de los objetivos, también era la formación de estudiantes, es por ello que se realizaba el apoyo a la elaboración de tesis de estudiantes del IHH en el marco de balances hídricos, estudios sobre los flujos hídricos en el Amazonas y que posteriormente pasaron a formar parte de la bibliografía del programa (Roche M.-A, 1993).

4. El Proyecto Hidro energético

Otro de los elementos importantes en los que incursionó el Instituto fue en proyectos hidro energéticos. Cuellar y Montañó relatan: "A principios de la década de los años setenta del siglo pasado se produjo una crisis del petróleo a nivel mundial originada por la subida de los precios, impuesta por la Organización de Países Árabes Exportadores de Petróleo (OPEP)" (2015: 1). Esta subida de precios y la dependencia constante de los países del occidente llevó a repensar la forma de generar tecnología alternativa para la producción de energía que no dependiera de combustibles fósiles de los países petroleros.

Esta crisis, sumada a los cambios de paradigma del mundo sobre el desarrollo de las sociedades, impulsó un debate más intenso sobre el cambio climático. Como expresa Guzmán Salinas (2010) "Todo implica complejas interacciones entre los tres sistemas básicos –el ecosistema, el sistema de producción y el sistema económico– que junto con el orden social o político rigen toda actividad humana" (p. 8), la interacción entre estos tres sistemas se convierte en el centro de discusión de distintas instituciones. Es por ello que se empieza a buscar innovación en el campo de las energías hidroeléctricas de bajo

costo. En Bolivia, hasta la fecha, se habían generado algunos avances de manera independiente y aislada.

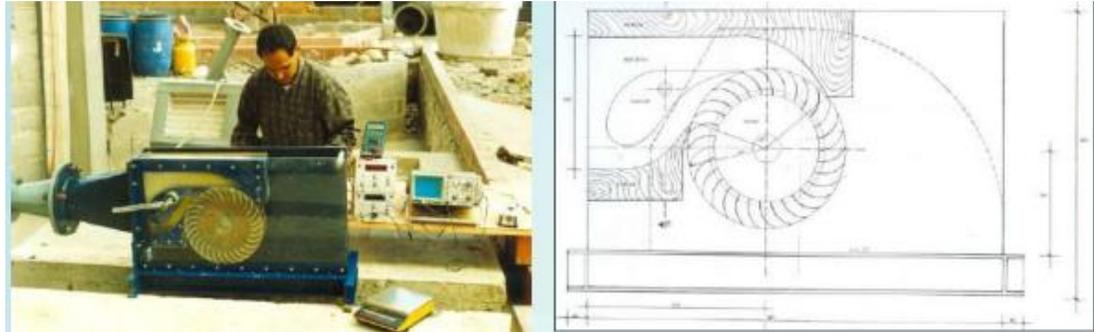
Con el debate sobre el cambio climático y la forma de combatirlo, se puso sobre la mesa el tema de la tecnología al alcance de todos. Se abrieron dos nuevas etapas importantes en el IHH para la elaboración de proyectos: Estudio de los Glaciares y el Proyecto Energético. Este último fue uno de los más ambiciosos y uno de los pilares del Instituto, ya que ampliará el enfoque del trabajo, y generó nuevas relaciones no solo a nivel del Estado y de la cooperación internacional, sino también dentro del país, con las comunidades rurales.

La energía se convirtió en un insumo esencial para el desarrollo de las sociedades. En países como el nuestro, establecer una red eléctrica sustentable es fundamental para la integración regional, generar un avance en las comunidades y, por lo tanto, en el país.

El Instituto creó el Programa Hidroenergético para coadyuvar en la solución a la escasa cobertura de electrificación rural existente en el país en ese momento (cerca al 20%). Se consideró que en la zona andina existían muchos potenciales hidroenergéticos y comunidades sin electrificación que contaban con ríos y saltos adecuados. La posibilidad de conectarse a las redes eléctricas nacionales era prácticamente nula debido a su aislamiento, a los altos costos y a la reducida demanda que significaban. (Monroy Cuellar & Montaña Gonzales, 2015: 2).

El programa Hidro energético nació a principios de 1990. El primer proyecto que inauguró fue la “Microcentral Hidroenergética Condo”, una localidad de Oruro. En el marco de generar tecnología de bajo costo accesible para las comunidades, esta MCH trabajó con la turbina Michell Banki traída por la Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT) de Suiza. En el siguiente cuadro se aprecia una fotografía de la realización de una prueba en una turbina Banki en el laboratorio del Instituto

Cuadro 11 Prueba de Turbina Banki en el IHH 1991



Fuente: Monroy, José Luis; Montaña, Emilio (2015) Programa Hidro energético. La Paz, IHH-UMSA.

En el Programa Hidro energético se encontraron algunas dificultades “Esta primera experiencia, no muy exitosa, por cierto, permitió reflexionar sobre la necesidad de instituir un programa local que permitiera contribuir al desarrollo de la hidroenergía en pequeña escala en el país.” (Cuellar & Montaña, 2015: 1) La manera de repensar estrategias tomadas en otras regiones, desde una perspectiva nacional, dio un giro a la forma de pensar el manejo de los proyectos y el acercamiento a las zonas rurales. La interacción directa con las comunidades, más el entendimiento del terreno, permitió generar una nueva concepción de la instalación, manejo y proyección de las MCH. Por ello, el Programa Hidro energético se encuadró en 5 objetivos fundamentales:

- Desarrollo de un enfoque adecuado para la concepción, diseño, construcción, operación y mantenimiento de pequeños proyectos hidro energéticos.
- Desarrollo de turbinas hidráulicas tipo Pelton.
- Desarrollo de turbinas hidráulicas tipo Michell Banki.
- Desarrollo de reguladores de velocidad electrónicos.
- Montaje de equipos hidroeléctricos completos.

A lo largo de los años, el programa realizó una serie de proyectos de alto impacto en las comunidades rurales con la implementación de distintas tecnologías según las

necesidades (Mattos R, 2022). La modalidad de ejecución de los proyectos optó por la “autoconstrucción” y la participación de tres actores institucionales clave:

- Comunidad Beneficiaria
- Ente Financiado
- Programa Hidro energético

Con estos tres actores, se instalaron proyectos de energía en el área rural. Se empezó a hablar de energía rural, conceptualizar este tema ayudó a que varios conceptos adquirieran nuevas características específicas para la energización rural. Se necesitan “nuevos enfoques y métodos con énfasis en la diversidad, la complementariedad y la participación activa de los demandantes de energía, para atacar el problema del déficit energético rural” (Fernández, 1995: 3). Es por ello que las fases, expresadas en el cuadro doce, se implementaron respondiendo a las necesidades de las comunidades beneficiarias en su contexto social y medioambiental.

Cuadro 12
Fases de la implementación del proyecto

Fase	Acciones	Parte
Pre-Inversión	Preparación de la comunidad para la ejecución del proyecto por autoconstrucción	- Programa Hidro energético - Comunidad Beneficiaria
Búsqueda de financiamiento	Búsqueda de financiadores (Cooperación internacional o instituciones Estatales) se llevan proyectos en diseño final para asegurar fuentes de financiamiento	- Comité de Electrificación - Programa Hidro energético
Construcción	Con el aporte de los beneficiarios (mano de obra local no clasificada) más la dirección (supervisión técnica) del Programa Hidro energético se logró la construcción de obras civiles, hidráulicas y eléctricas, además del uso de materiales locales de forma gratuita a las obras esto permite que las comunidades adquieran el derecho propietario y acción sobre los sistemas	- Programa Hidro energético - Financiadores - Comunidades Beneficiarias
Capacitación	Una vez finalizado el proyecto y la instalación de los equipos el Programa Hidro energético realiza la capacitación a la	- Programa Hidro energético

	comunidad local para la operación, mantenimiento y administración de los mismos	- Comunidad Beneficiaria
Transferencia del proyecto	Finalizado la instalación del proyecto más la capacitación el Programa Hidroenergético realiza la transferencia del sistema a la comunidad beneficiaria	- Programa Hidroenergético - Comunidad beneficiaria
Seguimiento y Evaluación	El programa Hidroenergético realiza un seguimiento permanente de los proyectos para recabar información además de garantizar provisión de respuestas y partes por tiempo indefinido	- Programa Hidroenergético

Fuente: Realizado a partir del libro Hidrogeneración en Pequeña Escala de José Luis Monroy; Emilio Montaña, 2015

Las fases de aplicación de la energía rural por parte del Programa Hidroenergético se basaron en las especificaciones de cada comunidad, según la gestión de la demanda. Se ajustaron los programas y proyectos de energización a las características del área rural sin desligarse de los procesos y estrategias “macro” del país. Finalmente, se integró el desarrollo rural, la calidad de vida, la gestión ambiental y las tecnologías energéticas de forma combinada y complementaria, con el objetivo de optimizar recursos y mano de obra. (Monroy Cuellar & Montaña Gonzales, 2015)

El modelo de autoconstrucción fue constante en los proyectos para mantener el bajo costo al no tener los costos de una empresa constructora estándar (Mattos R, 2022). El aporte de los materiales y la mano de obra local ayudó a la apropiación del proyecto y a la identificación con el mismo, asumiendo así el derecho propietario que facilita la implementación de la tecnología y, por lo tanto, su sostenibilidad. Por último, la administración local no alteró la estructura sociocultural. Desde la creación del Programa Hidroenergético hasta aproximadamente 2016 se han ejecutado un total de 40 proyectos en pequeña escala a nivel nacional como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 13
Proyectos del programa Hidro energético

Año	Ubicación	Proyecto/ estudio	Datos
1986-1988	San Pedro de Condo – Oruro	Hidroeléctrica de Condo	- Se calculó que aproximadamente 100 familias serían las beneficiarias - Funcionó aproximadamente un año y las operaciones se pararon debido a las condiciones locales y la falta de repuestos para las instalaciones - Fue financiada por la Embajada de Francia
1989	Prov. Murillo, La Paz	Pongo I	- Los beneficiarios fueron el Centro de Fomento Pesquero Pongo - Financiamiento: JICA
1989	Prov. Zudáñez, Chuquisaca	Irupampa	- Registro de operación hasta el 2016
1989	Prov. Tiquipaya, Cochabamba	Korimayu	- Equipamiento de la MHC
1990	Chapare, Cochabamba	San Julián	- Equipamiento básico a la MCH
1992	Murillo, La Paz	Pongo II	s/d
1993	Murillo, La Paz	Pongo III	- El financiador y beneficiario fue la empresa DUERI - Registro de operación hasta 2016
1994	Caranavi, La Paz	Choro	- Se estima que 70 familias de Choro Alto y Bajo se beneficiaron. - Parte de la red nacional - Financiamiento: FCIL Canadá – HAM Caranavi.
1995	Sud Yungas, La Paz	Asunta	- Trabajo de corrección de obra hidráulica
1995	Carrasco, Cochabamba	Qewuiña pampa	- Se beneficiaron 85 familias. - Financiamiento: Embajada de Holanda
1996	Tapacarí, Cochabamba	Leque	- 25 familias beneficiadas. - Financiamiento de FCIL Canadá.
1997	Caranavi, La Paz	San pedro	- 60 familias beneficiadas - Financiador: PPD/PNUD, Nueva Frontera; Alcaldía de Caranavi
1998	Iturrealde, La Paz	Tumupasa	- 131 familias beneficiadas - Financiamiento de UE; nueva frontera.
1999	Nor Yungas, La Paz	Unduavi	- 62 familias beneficiadas - Financiamiento de FCIL Canadá
2001	Sud, Yungas, La Paz	Flor de mayo	- 48 familias beneficiadas - Financiamiento de PPD/PNUD
2002	Sud Yungas, La Paz	Covendo	s/d
2002	Caranavi, La Paz	Taiplaya	- 67 familias beneficiadas - Financiamiento de PPD/PNUD

2003	Muñecas, La Paz	Camata	- 110 familias beneficiadas. - El objetivo de la central pasó de cubrir las necesidades básicas de electricidad a abastecer las plantas procesadoras de locoto y café. - Financiamiento PPD/PNUD.
2004	Sud Yugas, La Paz	Charia	- 120 Familias beneficiadas - El objetivo principal de la MCH era la de alimentar la planta procesadora de plátano y café. - Financiamiento de PPD/PNUD.
2005	Franz, Tayayo, La Paz	Agua blanca	- Se beneficiaron 88 familia - La MCH tenía como función principal el procesamiento de fibras naturales - Financiamiento de PPD/PNUD
2005	Sud Yungas, La Paz	Calzada	- 230 familias beneficiadas - Financiamiento de la comunidad de Calzada.
2005	Murillo, La Paz	Chucura	- 60 familias beneficiadas - Financiamiento de BIAP/SERNAP
2006	Larecaja	Poroma	- 60 Familias Beneficiadas - Financiamiento PPD/PNUD
2006	Sud Yungas	Cooperativa 15 de agosto	s/d
2006	Arce, Tarija	San José Acherales	- 58 familias beneficiadas - Financiamiento PNCC – BIAP/SERNAP
2007	Sud Yungas, La Paz	Yanamayu	s/d
2007	Arce, Tarija	Volcan Blanco	- 38 familias beneficiadas - PNCC – BIAP/SERNAP
2007	Inquisivi, La Paz	Totorapampa	s/d
2008	Inquisivi, La Paz	Munaypata	- 70 familias beneficiadas - Financiamiento de Proagro GTZ – HAM Inquisivi.
2009	Sud Yungas, La Paz	Nogalani	- 80 familias beneficiadas - Financiamiento de PPD/PNUD
2010	Sud Yungas, La Paz	Quinuni	- 108 Familias beneficiadas - Financiamiento de PNCC - VMEEA
2010	Sud Yungas, La Paz	Palmeras	- 60 Familias Beneficiadas - Financiamiento PNCC - VMEE
2010	Nor, Yungas, La Paz	Sandillani	- 25 Familias beneficiadas - Financiadores PPD/PNUD
2010	Inquisivi, La Paz	Valle hermoso	s/d

2010	Inquisivi, La Paz	Cerro verde	s/d
2010	Inquisivi, La Paz	Eduardo Abaroa	s/d
2011	Sud Yungas, La Paz	Siguani	- 40 Familias beneficiadas - Financiamiento de PPD/PNUD
2011	Inquisivi, La Paz	Copachullpa	s/d
2012	Franz Tamayo, La Paz	Sayaraj	s/d
2012	Caranavi, La Paz	Central Antofagasta	s/d
2019 - 2021	Provincia Bautista Saavedra, La Paz	Estudio de los recursos hídricos y potenciales hidroeléctricos en la cuenca alta del rio Camata	IDH – FACULTAD DE INGENIERÍA

Realizado a partir del libro: Hidrogeneración en Pequeña Escala de José Luis Monroy; Emilio Montaña

Como se observa, el alcance del Programa Hidroenergético fue de carácter nacional. En cuanto a la financiación, contaba con el apoyo de organismos internacionales, así como con financiamiento local por parte de los gobiernos municipales. Los proyectos ejecutados se planificaron para el consumo doméstico e industrial, alimentando la red eléctrica de viviendas, unidades educativas, instituciones, talleres y plantas productivas como en Poroma o Camata, con el fin de aprovechar la energía producida por las MCH, asegurando la sostenibilidad del proyecto y fomentando la diversificación de la producción, beneficiando directamente y de manera palpable a cada comunidad. Entre los beneficios se encuentra la obtención de energía eléctrica de alta calidad a un costo reducido.

El programa tuvo una serie de impactos en distintas áreas. En el ámbito académico, se realizaron estudios para evaluar el impacto a largo plazo de las centrales instaladas. En cuanto al impacto económico, se ha evaluado que el impacto inmediato tuvo que ver con la reducción de más del 50% en los gastos mensuales de las familias beneficiadas en el consumo de energía (Monroy Cuellar & Montaña Gonzales, 2015). Además, se generó puestos de trabajo para la operación de las centrales. El impacto social también fue importante, ya que se beneficiaron aproximadamente 4.100 familias (Monroy Cuellar &

Montaño Gonzales, 2015) en los ámbitos educativos, de salud, domésticos, más los usos comunales y colectivos, elevando los niveles de calidad de vida al tener acceso a fuentes de electricidad.

De los 40 proyectos que se ejecutaron entre 1988 y 2012, se mantuvieron activos 35 en La Paz, Oruro, Chuquisaca y Cochabamba, regiones que corresponden a las zonas del Altiplano y valles. El IHH ha permanecido con presencia en las zonas en las que se mantienen las obras operativas para realizar seguimiento y actualizaciones. Esto demuestra que la ejecución del proyecto final no es el objetivo último, sino que este sea eficiente y que las comunidades se vean beneficiadas a largo plazo.

5. Estudio de los glaciares

Dentro de las líneas de investigación que desarrolla el IHH, está el Estudio de los Glaciares Tropicales. Bolivia posee aproximadamente el 20% de los glaciares tropicales a nivel global (Instituto Boliviano de la Montaña, 2006), por lo que su monitoreo y las acciones de las instituciones públicas y privadas sobre ellos son fundamentales. La situación de los glaciares en Bolivia responde directamente a las condiciones naturales, como el cambio climático, y a las acciones humanas.

Para comprender mejor los glaciares tropicales y su importancia en nuestro espacio, los definimos como aquellos que se encuentran en las zonas ecuatoriales.

En América del Sur hay unos 2.500 km² de glaciares, según datos de 1991 (...) A nivel global, la mayoría de los glaciares tropicales se encuentran en los Andes. En América del Sur, el 70% de los glaciares se encuentra en Perú, un 20% en Bolivia, y menos del 5% en Ecuador y Colombia (Instituto Boliviano de la Montaña, 2006:4).

Si bien a nivel global la representación de los glaciares tropicales no supera el 2% total de la superficie, en la región andina son un elemento importante a considerar, sobre todo teniendo en cuenta el cambio climático acelerados que se han ido viviendo en las últimas décadas. (Ramírez, 2022) Es por ello que el IHH tomó las riendas sobre la investigación de los glaciares tropicales a nivel nacional, implementando el Estudio de los Glaciares dentro de la currícula del Instituto y como uno de sus proyectos permanentes.

A finales de la década de 1980, observamos una serie de proyectos con preocupaciones tanto particulares como generales. En este contexto, el programa Hidroenergético, que ya hemos descrito, cobró importancia para el desarrollo de las comunidades y la conexión del instituto con la población. De igual manera, el Estudio de los Glaciares, que se convirtió en un pilar fundamental del instituto, nació a partir de una preocupación particular: el cambio climático y su impacto en nuestra región.

Desde una perspectiva científica, el retroceso de los glaciares, intensificado por fenómenos naturales como El Niño y La Niña, es un tema crucial para el estudio del cambio climático. Sin embargo, también tiene un impacto significativo desde una perspectiva social, ya que condiciona a las poblaciones en cuanto a la distribución y el consumo del agua. Por lo tanto, llevar a cabo el Estudio de los Glaciares es fundamental para la gestión de los recursos hídricos.

Tal como se mencionó anteriormente, a finales de la década de 1980, el instituto abrió nuevas líneas de investigación, y el estudio de los glaciares comenzó con el análisis puntual de dos glaciares locales: Zongo, por su magnitud, y Chacaltaya, (Ramírez, 2022) tomado como modelo por los cambios rápidos que presenta. Ambos glaciares, al ser subtropicales y ubicarse en altitudes elevadas, presentan características específicas que no se habían estudiado en detalle hasta ese momento.

El análisis del deshielo, el consumo del agua y la producción de energía fueron fundamentales durante la primera etapa del Estudio de los Glaciares. En un primer momento, se realizó un inventario de los glaciares de la región para luego proceder a su estudio permanente. En este período inicial participaron Edson Ramírez y Bernard Francou, quienes formaron parte del proyecto The Great Ice Glaciological, en 1991, en colaboración con ORSTOM.

Este proyecto consistió en la instalación de sistemas de monitoreo en los glaciares, la realización de trabajos de balance glaciar y variabilidad climática a escala regional. Esto incluyó a Ecuador y Perú dentro del sistema regional de glaciares tropicales (Francou & Ramírez, 2000), En Bolivia, se monitorearon los glaciares de Chacaltaya, Zongo y Charquini Sur, de forma casi permanente. También se trabajó en la recuperación de núcleos de hielo en los Andes, en Sajama e Illimani (1997-2003). (Ramírez, 2022).

El proyecto de observación de glaciares fue creciendo con los años. Dos de las instituciones importantes en esta línea de investigación fueron el IRD, con la colaboración en proyectos de investigación en el marco de GREAT ICE, desde 1991, y JICA, que se sumó en 2010 con la firma del convenio entre Bolivia y Japón (Agencia de Noticias Fides, 2010). JICA invirtió en equipos, infraestructura y movilidad estudiantil y docente. El proyecto denominado Glacier Retreat Impact Assessment and National Policy Development (Proyecto GRANDE por sus siglas en inglés) se desarrolla a partir de este convenio binacional entre Japón y Bolivia, siendo el IHH el delegado por parte de la UMSA, que establece las relaciones con JICA y la Universidad de Tohoku.

Los resultados de esta colaboración son:

- Conocer el estado de los glaciares del Huayna Potosí Oeste y del Tuni – Condoriri
- Realizar un balance hídrico de las ciudades de La Paz y El Alto

- Desarrollar modelos de erosión y transporte de sedimentos bajo el escenario del cambio climático
- Desarrollar un modelo que permita predecir el estado de los glaciares hasta 2030.
- Desarrollar un modelo de evaluación de impacto en los recursos hídricos para dictar políticas y estrategias de adaptación (JICA, 2012: 1).

Los logros del proyecto se ven en:

- La instalación de un servidor de datos en el Instituto y en la Universidad de Tohoku, donde se van acumulando datos de observación.
- La creación de la “Plataforma de gestión” a finales del 2011 en colaboración con el IIS, EPSAS y PNCC para coordinar el desarrollo eficiente del proyecto.
- El impacto del proyecto se puede ver en las charlas y talleres que imparten los investigadores del IHH en prevención del cambio climático.
- Becas para que estudiantes del IHH puedan ir a estudiar a Japón y a su retorno se encuentren capacitados en la continuación del proyecto.
- Mantenimiento de la capacitación de datos, charlas, seminarios y publicaciones periódicas.

Debido a que la línea de investigación del estudio se centra en la observación de largo alcance, esta arrojará una serie de trabajos de investigación de larga duración y publicaciones de colaboración. En el cuadro 14 se pueden apreciar los trabajos conjuntos realizados entre el IRD y el IHH

Cuadro 14
Trabajos de investigación y proyectos ejecutados relacionados al estudio de los
glaciares

Año	Proyecto/estudio	Datos	Patrocinador
1997	World glacier monitoring service: extensive information about the glaciers of Bolivia and Ecuador	Trabajo de investigación conjunta entre el IRD y el IHH	IRD. IHH
1997	El glaciar de Chacaltaya (Bolivia): tendencias del balance de masa y retroceso medido 'desde 1940. 63–73.	Publicación de investigación	IRD
2001	Chacaltaya, evolución de un pequeño glaciar en los andes de Bolivia	Publicado en las actas del simposio nacional de cambios globales.	s/d
2004	Glaciares de Zongo, Chacaltaya y Charquini sur (16°S Bolivia): mediciones meteorológicas, hidrológicas y glaciológicas: año hidrológico 2002-2003	Rabatel Antoine, Mendoza <i>et al.</i>	IRD; IHH
2007	Hidrología de glaciares tropicales	s/d	IRD
2007	Retroceso de los glaciares y recursos hídricos en Bolivia: de la investigación a la acción: memoria del foro-debate	Choquehuanca J. (ed.), Hoffmann D. (ed.), Frías M. (ed.).	Colaboración entre IHH e IRD
2014	Inventario de glaciares, cuerpos de agua y bofedales de la cordillera real de Bolivia	Publicación de investigación	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
2008-2011	Proyecto GRANDE (glaciares y recurso agua en los andes tropicales). coordinador de proyecto	s/d	IRD
2011-2015	adaptación al retroceso glaciar para el desarrollo de políticas nacionales	proyecto grande	Agencia de Cooperación Internacional de Japón JICA

2016-2019	Proyecto BID-RG-G1006 (monitoreo de glaciares tropicales andinos en un contexto de cambio climático)	s/d	s/d
2019-2021	Evaluación del potencial hidroenergético en cuencas glaciares de alta montaña bajo condiciones de cambio climático empleando dispositivos hidro-meteorológicos desarrollados en el instituto de hidráulica e Hidrología	IDH - Facultad de Ingeniería	IHH

Fuente: Elaboración propia en base a la bibliografía disponible <https://horizon.documentation.ird.f> del IRD

“El estudio de los glaciares ha impulsado el desarrollo de proyectos multipropósito, respondiendo tanto al impacto del cambio climático a nivel regional como a las necesidades de gestión del recurso hídrico de las comunidades aledañas” (Mendoza, 2022) Estos proyectos, que incluyen la construcción de represas, la instalación de equipos de monitoreo y la participación activa de investigadores en las comunidades, buscan una visión integral que va más allá de la mera observación de los glaciares. Se busca fomentar la socialización permanente sobre los proyectos en la zona y promover estrategias para mejorar el manejo del recurso hídrico, asegurando su disponibilidad y calidad.

En la fase final del proyecto GRANDE, diversas instituciones nacionales, como el MMAyA, EPSAS, SENAMHI e ILDPRO (Mendoza, 2022), se unieron en un esfuerzo conjunto para el estudio, socialización e instalación de una red de observación de glaciares. Su colaboración fue fundamental para el éxito del proyecto y la creación de plataformas que discutieron el impacto del cambio climático y como el retroceso de los glaciares afecta de manera directa a la sociedad.

“Tras la finalización del proyecto GRANDE, el monitoreo de los glaciares identificados permanece a cargo del IHH, asegurando la continuidad de la generación de datos” (Mendoza, 2022). Adicionalmente, se mantienen las relaciones con JICA, uno de los aliados estratégicos del proyecto, con el objetivo de continuar la formación de recursos humanos en el área de monitoreo de glaciares y gestión de recursos hídricos.

La experiencia del proyecto GRANDE ha sentado las bases para futuros esfuerzos en la región, con miras a fortalecer la gestión sostenible de los glaciares y garantizar la disponibilidad de agua en el país.

6. Los proyectos de trabajo actuales

Actualmente, el IHH lleva a cabo una amplia gama de proyectos de investigación en diferentes áreas, clave, relacionadas con el agua, la energía y el cambio climático. Estos proyectos abarcan:

Gestión del agua en cuencas:

- Gestión concertada de cuencas transfronterizas
- Planificación y desarrollo de los recursos hídricos en la cuenca de los lagos Poopó y Uru Uru
- Elaboración de las curvas IDF para Bolivia
- Desarrollo sostenible de los recursos hídricos en el altiplano

Hidroenergía:

- Minicentral hidroeléctrica de la Muma
- Desarrollo tecnológico para la construcción de molinos hidráulicos en cooperativas mineras
- Microcentral hidroeléctrica Copachullpa

Cambio climático:

- Adaptación al cambio climático en comunidades del altiplano
- Planificación y desarrollo de los recursos hídricos en la cuenca de los lagos Poopó y Uru Uru

- Proyecto GRANDE
- Impacto del cambio climático en los glaciares del Huayna Potosí-Charquini y la disponibilidad de agua
- Relaciones isotópicas en el río Madera e interpretación ambiental de los testigos de hielo andinos

En resumen, en el Capítulo dos hemos abordado las fases y líneas de investigación que han marcado la trayectoria de la institución a lo largo de sus 50 años de existencia. Se destaca la importancia de los actores clave, los proyectos emblemáticos y las instituciones involucradas en el desarrollo del Instituto.

Además, se resalta la relevancia de la cooperación internacional en la creación y consolidación del Instituto, así como la evolución de sus áreas de investigación en respuesta a las necesidades nacionales en el campo de los recursos hídricos y la energía. Este capítulo ofrece una visión integral de la contribución del Instituto a la ciencia y la técnica en el ámbito de la hidráulica y la hidrología, así como su impacto en la sociedad y en el desarrollo sostenible del país.

En el siguiente capítulo, abordaremos las relaciones interinstitucionales a nivel universitario, nacional e internacional donde se expondrán los trabajos conjuntos y su impacto en la vida del IHH.

Capítulo 3

Relaciones interinstitucionales del Instituto de Hidráulica e Hidrología, IHH

Las relaciones interinstitucionales son fundamentales para el desarrollo de cualquier institución. En el caso del Instituto de Hidráulica e Hidrología, IHH, de la Universidad Mayor de San Andrés, UMSA, estas relaciones han sido fundamentales para su éxito.

En este capítulo se analizarán las relaciones interinstitucionales del IHH, desde su creación en 1972 hasta la actualidad. Se examinarán los diferentes tipos de relaciones que el IHH ha establecido con otras instituciones, así como los beneficios que estas relaciones han generado para el IHH y para el desarrollo de la hidrología en Bolivia.

La creación del IHH se dio debido a una necesidad nacional de empezar a generar tecnología propia, recursos humanos y conocimiento científico que respondiera a las necesidades nacionales. Por lo que la cooperación técnica entre la UMSA y las universidades alemanas de Berlín, en el primer momento, fueron fundamentales para la instalación del IHH. El convenio firmado en 1969 entre la Universidad Técnica de Berlín y la Facultad de Ingeniería dependiente de la UMSA contemplaba la creación de un departamento de obras hidráulicas y económica hidráulica en la Facultad de Ingeniería Civil, que tendría como objetivo la formación de recursos humanos en estas áreas.

1. Relaciones interinstitucionales a nivel nacional

El IHH ha establecido relaciones interinstitucionales con diferentes tipos de instituciones, a nivel local, nacional e internacional. A nivel local, el IHH ha establecido relaciones con otras facultades de la UMSA, con institutos de investigación de la UMSA y con universidades bolivianas. Estas relaciones han permitido al IHH compartir recursos

y conocimientos, así como generar sinergias para el desarrollo de la investigación y la docencia.

a. Relaciones a nivel universitario:

- **Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos (IIDEPROQ):**
Se estableció una relación con IIDEPROQ, perteneciente a la misma Facultad de Ingeniería de la UMSA, con el fin de realizar apoyo en programas de investigación conjuntas y aplicación de proyectos transversales como el monitoreo de recursos hídricos, calidad de agua, estudios sobre medio ambiente como campos de interés mutuo.
- **Universidad Autónoma Tomás Frías:** durante el periodo 2013 - 2017 el IHH y la UATF realizaron un convenio con la intención de realizar programas educativos, intercambios de docente de especialidad para las áreas de transporte, estructuras hidráulica y sanitaria del área de ingeniería.

b. Relaciones interinstitucionales con el Estado Boliviano

A nivel nacional, el IHH ha establecido relaciones con instituciones públicas del Estado, el gobierno central y los gobiernos regionales con el objetivo de que los proyectos realizados respondan a las necesidades de las ciudades y comunidades. Hasta la instalación del IHH, el Estado había tenido una serie de instituciones y políticas que no terminaban de centralizar la planificación y gestión del agua y la energía en el país. Los ministerios y los gobiernos locales, como alcaldías y prefecturas, se centran en autorizar el uso de los recursos hídricos a terceros para la explotación de recursos naturales y el consumo básico de agua, principalmente a nivel urbano, sin una planificación de largo plazo y sostenible que se adaptara a las necesidades de la creciente población del país. Es por ello que las alianzas con el sector público fueron fundamentales.

- **Empresa Nacional de Electricidad (ENDE):** El IHH ha sido un aliado estratégico de ENDE desde su creación, participando en los proyectos de los modelos hidráulicos para la realización de represas y centrales hidroeléctricas en varios puntos del país.
- **Corporaciones Regionales de Desarrollo (CORDES):** El IHH ha participado en la coordinación, implementación e investigación de proyectos relacionados con el agua, además de la coordinación con gobiernos locales donde el IHH presta servicios a alcaldías y gobernaciones.
- **Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI):** El IHH ha participado conjuntamente con el SENAMHI en el proyecto de Balance Hídrico Superficial de Bolivia, con el objetivo de realizar un estudio que otorgue un diagnóstico de la realidad hídrica del país. Además de la colaboración en distintas publicaciones y con una relación permanente para compartir información datos entre ambas instituciones, otro de los proyectos de alto impacto en los que participan de forma conjunta es el PHICAB con la intención del estudio de cuencas específicas junto al IRD.
- **Ministerio de Medio Ambiente y Agua:** El IHH ha colaborado en la realización del balance Hídrico Superficial de Bolivia entre 1980 y 2016 y fue publicado en 2018, además del apoyo en recursos humanos, para la investigación y asesoría técnica de proyectos a nivel nacional como “Mi Agua” y “Mi Riesgo” (Montaño, 2022) el MMAyA también realiza el apoyo a la difusión de trabajos de investigación. En 2014, se publicó el texto “Inventario de Glaciares, cuerpos de agua y Bofedales de la Cordillera Real de Bolivia” del investigador del IHH, Edson Ramírez. Esta relación ha permitido al IHH contribuir en la planificación y gestión de recursos hídricos en Bolivia.
- **Gobierno autónomo Municipal de Pelechuco, Norte de La Paz:** En 2016 se realizó el convenio entre el GAMP y el IHH para la ejecución del proyecto

“Estudio de potenciales hidroeléctricos en la cuenca alta del río Pelechuco y diseño de una central hidroeléctrica piloto identificada” que se realizó con recursos del IDH de la UMSA destinada a la investigación aplicada y realización del estudio

- **Gobierno Autónomo Municipal de La Paz:** El IHH firmó un convenio de cooperación en 2016 con el objetivo de realizar proyectos de investigación en meteorología, régimen de precipitaciones, régimen de escurrimiento, relaciones de precipitaciones- escorrentía, transporte de sedimentos y régimen hidráulico y preventivo con el fin de fortalecer y desarrollar el municipio.
- **Ministerio de Relaciones Exteriores:** Realización del convenio 2013 – 2017, para trabajar en proyectos relacionados a los cuerpos de agua transfronterizos, modelación hidráulica y planificación de recursos hídricos.

2. Relaciones interinstitucionales a nivel internacional

Las relaciones interinstitucionales internacionales son importantes para el Instituto de Hidráulica e Hidrología, IHH, dado que, desde su concepción, la relación, intercambio y acogida de universidades y agencias de cooperación internacional fueron los pilares elementales para el sostén y crecimiento del IHH, los beneficios y objetivos con los que se sostienen intercambios permanentes con instituciones a nivel internacional son, primeramente, el acceso a recursos y conocimientos especializados. Las relaciones internacionales del IHH han permitido acceder a recursos financieros, tecnológicos y conocimientos especializados que pueden no estar disponibles localmente en Bolivia.

El segundo elemento es el desarrollo de capacidades humanas y técnicas, a través de la colaboración con universidades y agencias internacionales que contribuye al desarrollo de ambos componentes dentro del IHH. La movilidad de estudiantes y docentes, así como las becas de postgrado, permiten una formación más completa y actualizada, lo que a su vez mejora la calidad de la investigación y la educación ofrecida por el instituto.

El tercer elemento consta de la generación de conocimiento científico de calidad. Las relaciones internacionales le han proporcionado al IHH la oportunidad de participar en proyectos de investigación internacionales de alto nivel. Esto no solo facilita el acceso a datos y metodologías, sino que también ha fomentado la colaboración entre investigadores de diferentes países, lo que puede resultar en la generación de conocimiento científico.

El cuarto elemento identificado, fundamental, que aportan las relaciones internacionales, es la transferencia de tecnología. La colaboración con instituciones extranjeras permite al IHH acceder a tecnologías innovadoras y prácticas en el campo de la hidrología y la gestión de recursos hídricos.

Las relaciones interinstitucionales internacionales han sido fundamentales para el IHH porque permiten el acceso a recursos, conocimientos y tecnologías que fortalecen sus capacidades institucionales, impulsan la investigación científica, promueven el desarrollo de recursos humanos y contribuyen al desarrollo sostenible de los estudios hidráulicos en el país.

Ejemplos de relaciones a nivel internacional⁷:

- **Universidad Técnica de Berlín, UTB:** La UTB fue fundamental para la instalación del IHH en sus primeros años, apoyando con docentes especializados que venían de Alemania formando parte del plantel docente y de las líneas de investigación. Dado el convenio establecido entre el IHH y la UTB, durante los primeros años, se estableció la co -dirección, la transferencia de tecnologías por parte de la UTB al IHH y dotación de becas de postgrado. (Montaño, 2022)
- **Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management (SKAT):** Se ha trabajado en el desarrollo de turbinas hidráulicas y micro centrales

⁷ Ver Anexo 2 – Lista de universidades con quien se ha establecido intercambio tecnológico en el exterior

hidroeléctricas, enfocado en la generación de tecnologías de bajo costo. (Mattos R. , 2022)

- **Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (IRD)**⁸: El IHH ha trabajado con el IRD en proyectos de investigación sobre cambio climático, monitoreo de estaciones hidrológicas, glaciología, elaboración de balances hídricos de cuencas, salares y ríos. En 1986, se firmó un convenio binacional entre Bolivia y Francia para que, mediante el IRD, en colaboración con el IHH y el SENAMHI se realice el Programa de Estudio de la Climatología e Hidrología de Bolivia (PHICAB). (Roche M.-A, 1993) El programa contemplaba el estudio de las cuencas ubicadas en los andes y la llanura oriental. El programa tuvo una duración de 10 años.

Durante la década de 1990, la cooperación se centró en el monitoreo de glaciares en la cordillera real, el trabajo en las estaciones hidrométricas de Zongo y del Sajama, y la participación en los proyectos “Nieves y Glaciares tropicales”: Prospección, metrología y evaluación del recurso hídrico en altas montañas” (NGT) y el Gran Programa 23: “grandes cuencas tropicales: dinámicas y usos” como contrapartes. La relación entre el IRD y el IHH tuvo como resultado de los distintos programas: el establecimiento de infraestructuras, formación de recursos humanos y en la publicación de trabajos de investigación elaborados por los investigadores del IRD y del IHH (Ramírez, 2022), en revistas internacionales y en varios idiomas (español, francés e inglés) para la difusión.

- **Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)**: El año 2010 se firmó un convenio binacional de cooperación con una inversión por parte del gobierno japonés de 3,8 millones de dólares destinado al equipamiento y cooperación técnica para la medición del retroceso de glaciares en las ciudades de La Paz y El

⁸ Ver Anexo 3 – Trabajos de investigación en colaboración entre el IRD y el IHH

Alto (JICA, 2012) además de la movilidad estudiantil por la que estudiantes del IHH realizaron sus estudios de posgrado en la universidad de Tohoku University en Sendai – Japón.

- **United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, UNESCO:** “El Comité Nacional para el Programa Hidrológico Internacional CONAPHI - Bolivia PHI/UNESCO, se organizó el año 1980 con la participación de diferentes instituciones relacionadas con los recursos hídricos en Bolivia” (Fernández Jáuregui et al. 1) la secretaria del CONAPHI reside de forma permanente en el IHH, el CONAPHI tiene entre sus objetivos la realización de proyectos relevantes como los balances hídricos superficiales de cuencas, educación y divulgación, elaboración de proyectos en el área rural para la utilización y conservación de recursos hídricos, inventario hidrológico, entre otros, elaborando una evaluación nacional de recursos hídricos de forma permanente y mediante la UNESCO la realización de encuentros para socialización con otros Comités Nacionales - PHI de la región.
- **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD):** El PNUD ha sido fundamental en la etapa del proyecto hidroenergético ya que se constituye como una de las partes que financian los proyectos en distintas comunidades para la instalación de Microcentrales Hidroeléctricas.

En resumen, en este capítulo, hemos abordado las relaciones interinstitucionales del IHH, que han generado una serie de beneficios para éste y para el desarrollo de la hidrología en Bolivia. Las relaciones del IHH con otras instituciones le han permitido ofrecer una formación de recursos humanos más completa y en constante actualización, con el objetivo final de generar conocimiento científico de mayor calidad.

Resultados

La gestión de los recursos hídricos es un aspecto crucial para el desarrollo sostenible de cualquier país, y en el caso de Bolivia, un país con una gran diversidad geográfica y una riqueza hídrica considerable, este desafío adquiere una relevancia aún mayor. A través de la descripción del contexto nacional, y del contexto universitario se ha logrado identificar los elementos que han hecho posible la creación del Instituto de Hidráulica e Hidrología, IHH, su evolución institucional y los proyectos que le otorgan un reconocimiento destacado dentro de la UMSA y la sociedad boliviana. La elaboración de la memoria institucional nos permite comprender tanto los desafíos inherentes que ha enfrentado, así como los logros significativos que ha alcanzado en la gestión de los recursos hídricos.

El primer aspecto a considerar es el contexto boliviano y universitario en relación con la gestión del agua. Bolivia enfrenta desafíos socioeconómicos y políticos que influyen en las políticas y prácticas relacionadas con el agua. El crecimiento demográfico y las demandas de servicios básicos como el agua potable y el saneamiento representan desafíos significativos para la gestión del agua. Históricamente, como se ha podido observar de forma preliminar Bolivia ha mostrado interés en la gestión del agua desde el siglo XIX, pero la falta de instituciones dedicadas exclusivamente a su gestión integral y la ausencia de una planificación centralizada, a largo plazo, han sido limitantes.

La Universidad Mayor de San Andrés, UMSA, ha desempeñado un papel crucial para la formación de recursos humanos especializados en ingeniería hidráulica e hidrología al abrir, mediante gestiones, junto a la Universidad Técnica de Berlín, el Instituto de Hidráulica e Hidrología. El IHH se estableció en 1969 con el propósito de abordar las necesidades hidráulicas del país, sin embargo, la revolución universitaria de 1970 y la posterior reestructuración de la universidad no permitieron que el instituto inicie

actividades hasta que se emita su resolución de funcionamiento en 1972. A través de la colaboración internacional. Y un enfoque integral en la investigación y el servicio a la comunidad, el Instituto ha logrado adaptarse y evolucionar, convirtiéndose en uno de los más modernos del país y de la región. Su compromiso con el avance científico, la formación de profesionales y el servicio a la comunidad ha establecido una base sólida para su continuo crecimiento y contribución al desarrollo del país.

Además, los distintos proyectos en colaboración con diferentes niveles del Estado, proyectos y programas el Proyecto Hidro energético en Bolivia, el Programa sobre Climatología e Hidrología de Bolivia, y el Estudio de los Glaciares en Bolivia demuestran el compromiso con el país para un enfoque integral y participativo en abordar los desafíos energéticos y climáticos en las áreas rurales y urbanas. Estos proyectos han generado beneficios tangibles para las comunidades, con objetivos claros para una reducción de costos energéticos y la mejora de la calidad de vida, al tiempo que han promovido la participación comunitaria y la sostenibilidad ambiental.

Otra de las fortalezas del IHH ha sido la formación de recursos humanos calificados con sentido de pertenencia, que constantemente se encuentran en formación continua y actualización de sus áreas de especialización con el objetivo de seguir aportando desde el instituto en los proyectos que se ven plasmados a lo largo del país. Muchos ingenieros que iniciaron en el instituto como estudiantes, han optado por especializaciones que el mismo instituto les ofrece. Luego, retornan al IHH para asumir labores de docencia⁹, investigación y continuar formando a los nuevos ingenieros con ese mismo sentido de pertenencia, demostrando que los objetivos que plantearon al momento de la creación del instituto, siguen vigentes 50 años después.

Finalmente, las relaciones interinstitucionales han sido un pilar fundamental para el crecimiento y la excelencia del Instituto de Hidráulica e Hidrología de la UMSA. La

⁹ Ver anexo 5 – Nomina de personal docente investigador en la gestión 2022

colaboración con otras instituciones a nivel local, nacional e internacional ha fortalecido la formación de recursos humanos y ha contribuido al desarrollo de la hidrología en Bolivia.

En conclusión, el Instituto de Hidráulica e Hidrología, IHH, continúa enfrentando desafíos significativos en la gestión y comprensión de los recursos hídricos, pero ha logrado importantes avances a través de la colaboración internacional, el compromiso institucional y proyectos específicos orientados al desarrollo sostenible. La gestión del agua es un aspecto crucial para el futuro del país, y el enfoque integral y participativo adoptado, hasta ahora, sienta las bases para abordar los desafíos actuales y futuros, en este campo.

REFERENCIAS

Fuentes

Entrevistas

Mattos, R. (05 de 05 de 2022). Entrevista a Mattos Roger. (N. Linares, Entrevistador)

Mendoza, J (23 de 04 de 2022). Entrevista a Jaime Mendoza. (N. Linares, Entrevistador)

Montaño, J. L. (28 de 03 de 2022). Las Etapas del IHH. (N. Linares, Entrevistador)

Ramírez, E. (05 de 05 de 2022). Entrevista a Edson Ramírez (N. A. Canedo, Entrevistador)

Hemerografía

El Diario. (12 de noviembre de 1969). “Falta de agua potable en Cochabamba es atribuida a anteriores autoridades”. *El Diario*: 3.

Presencia. (7 de noviembre de 1969). “Alcalde Dispuso se estudie provisión de agua durante las 24 horas del día”. *Presencia*: 6.

Documentos

Agencia de Noticias Fides. (3 de abril de 2010). “JICA amplía proyectos de agua por otros cinco años en La Paz”. ANF.

Instituto de Hidráulica e Hidrología. (s/f). “Esquema Institucional”. La Paz.

Instituto de Hidráulica e Hidrología (1969) Instituto de Hidráulica. Archivo del Instituto de Hidráulica e Hidrología, La Paz, Bolivia

Instituto de Hidráulica e Hidrología (1981), Nomina de investigadores Instituto de Hidráulica e Hidrología, La Paz, IHH-UMSA.

Instituto de Hidráulica e Hidrología. (1981). “Resumen de Actividades del Instituto de Hidráulica e Hidrología 1981). La Paz: IHH-UMSA

Instituto de Hidrología e Hidráulica. (2000). “Recursos Hídricos”. La Paz: IHH-UMSA.

Instituto de Hidráulica. (1972). “Plan de Acción para el segundo semestre 1972”. La Paz: Instituto de Hidráulica.

Universidad Mayor de San Andrés. (1969). Sobre el Establecimiento de Colaboración entre la Universidad Mayor de San Andrés de La Paz y la Universidad Libre y la Universidad Técnica de Berlín. La Paz: UMSA.

Bibliografía

- Cardozo, C. (1989). *Bibliografía Boliviana de Ecología*. La Paz: Instituto de Ecología: Instituto de Colaboración Científica, Tubingen.
- Comisión Económica para América Latina, Naciones Unidas, CEPAL. (1964). *Los recursos hidráulicos de América Latina*. Nueva York: Naciones Unidas.
- CONAPHI; ORSTOM; UNESCO, IHH, SENAMHI. (1992). *Balance Hídrico Superficial de Bolivia*. La Paz: PHICAB.
- Cuellar, M., & Montaña, E. (2015). *Hidrogene ración en pequeña escala una experiencia local programa hidro energético*. La Paz: Instituto de Hidráulica e Hidrología.
- Fernández, M. (1995). “Energía Rural y Participación popular”. *Bolivian Times*.
- Flores, J. D. (2011). *Guía Metodológica para la investigación de historias institucionales*. Bogotá: Colegio Mayor Universidad del Rosario.
- Francou, B., & Ramírez, E. C. (2000). “Glacier Evolution in the Tropical Andes during the Last Decades of the 20 Century; Chacaltaya, Bolivia, and Antizana, Ecuador”, en: *AMBIO, Journal of the human environment*, 416 - 422.
- Guerra Mercado, J. (2004). “Autonomía universitaria: apuntes para revisión histórica”, en: *Temas Sociales*, 240-251.
- Guzmán Salinas, J. C. (2010). *El estado de la planificación energética en Bolivia*. La Paz: CEDLA.
- Instituto Boliviano de la Montaña. (2006). *Retroceso de los glaciares y recursos hídricos en Bolivia - De la investigación a la acción*. La Paz: Instituto de Hidráulica e Hidrología.
- JICA. (2012). “Open Jica Report”, Obtenido de https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12175899_02.pdf
- JICA. (2012). “Resumen de las actividades de la JICA. Jica.”
- Mattos, R. (1992). *Pequeñas obras hidráulicas*. La Paz: PHI/UNESCO.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua, MMAA. (2016). *Balance hídrico superficial de Bolivia*. La Paz: Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable.
- Molina, J. (1999). “Política e instrumentos de gestión de los recursos hídricos en Bolivia”. Conferencia latinoamericana del Agua. Barranquilla.
- Monroy Cuellar, J. L., & Montaña Gonzales, E. (2015). *Hidrogene ración en pequeña escala una experiencia local programa hidro energético*. La Paz: Instituto de Hidráulica e Hidrología.
- Peña, H. (2016). *Recursos naturales e infraestructura*. Santiago: Naciones Unidas.
- Picht, J. (2018). *Riego Familiar en los Andes boliviano*. La Paz: Bivica.

Pochat, V., & Donoso, M. (2018). *Proceso Regional de las Américas Foro Mundial del Agua*. La Paz: BID.

Prasad, C., Hall, A., & Thummuri, L. (2006). “Engaging scientists through institutional histories”, en: *Institutional Learning and Change (ILAC)*, 14-20.

Ramírez, E., & Francou, B. (1996). *El glaciar de Chacaltaya (Bolivia): tendencias del balance de masa y recogida medida desde 1940. Montañas, glaciares y cambios climáticos: memorias* (págs. 63-73). Quito: Quito: EPN; ORSTOM; FUNDACYT.

Roche, M.-A. (1993). *Aplicaciones del proyecto PHICAB al desarrollo de Bolivia*. La Paz: PHICAB - ORSTOM.

Roche, M.-A., Díaz, C., Camacho, F., & Salas, E. (1993). *El Proyecto PHICAB: Estudio de la climatología e hidrología de Bolivia*. La Paz: IRD. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-06/39513bis.pdf

Tafunell, X. (2011). “Revolución eléctrica en América Latina: una reconstrucción cuantitativa del proceso de electrificación hasta 1930”, en: *Revista de Historia Económica*, 327–359.

UMSA, Carrera de Ingeniería Civil. (s.f.). Ingeniería Civil. Obtenido de Reseña Histórica de la Carrera de Ingeniería Civil: <https://ingenieriacivil.umsa.bo/quienes-somos>

UMSA, Centro de planificación y coordinación de la investigación científica (1977). *Anuario 1977*. La Paz: UMSA.

UMSA. (1988). *Estatuto Orgánico de la Universidad Mayor de San Andrés*. La Paz, Bolivia: UMSA.

UMSA. (25 de 01 de 2024). *UMSA.BO*. Obtenido de Institutos: <https://www.umsa.bo/institutos>

UMSA Departamento de extensión investigación y desarrollo regional. (1987). *Los institutos de investigación de la universidad mayor de San Andrés*. La Paz: UMSA.

UMSA-Facultad de Ingeniería. (04 de noviembre de 2019). Facultad de ingeniería Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://miing.umsa.edu.bo/index>.

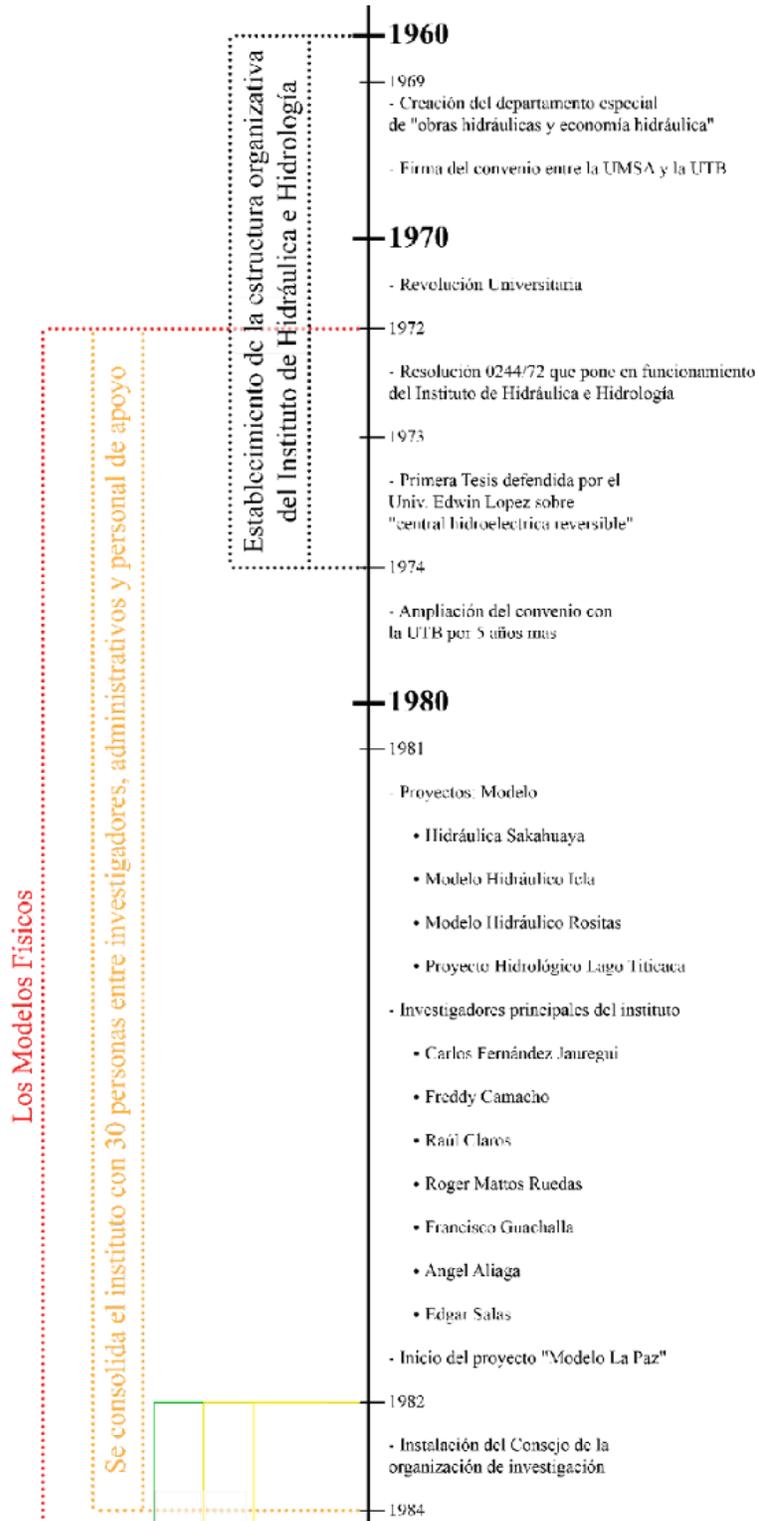
UNESCO. (2021). *Informe Mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos de 2021*. UNESCO.

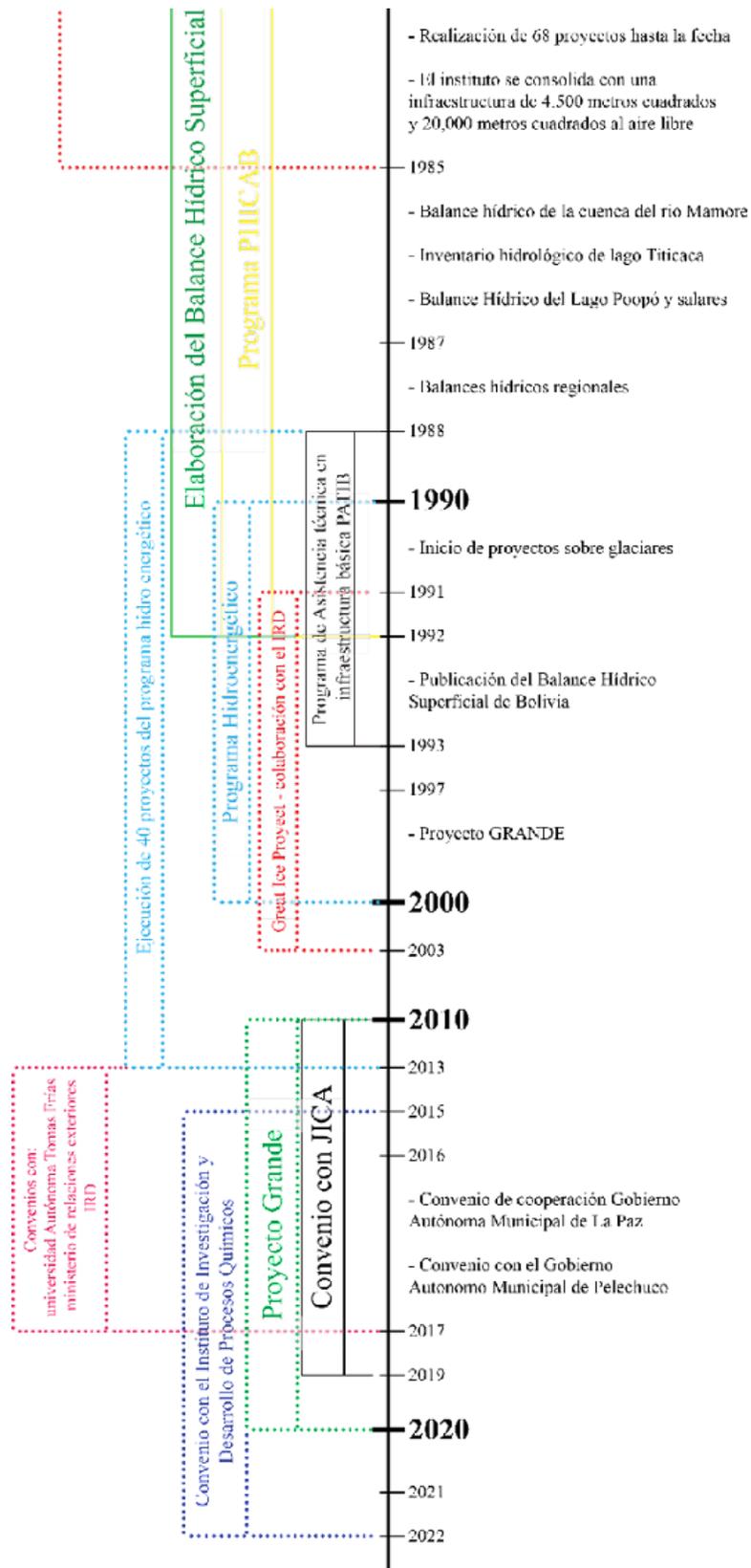
UMSA Instituto de Hidráulica e Hidrología, IHH (1977) -. En Universidad Mayor de San Andrés, Centro de Planificación y coordinación de la investigación científica (págs. 131-139). La Paz: UMSA.

Anexos

Anexo 1

Línea del tiempo del Instituto el Hidráulica e Hidrología.





Anexo 2

Lista de profesores titulares e investigadores que dictaron cursos en el IHH entre 1972 y 1981

Catedrático	Universidades de las que provenían	Curso que dicto en el IHH
Prof. Dr. Ing. C. Shreck	TU Berlín	Métodos Hidrológicos Modernos
Prof. Duplo. Ing. P. Franke	TU Berlín	- Máquinas Hidráulicas y Flujo no Permanente - Obras Hidráulicas
Prof. Dr. Ing. J. Meyer	TU Berlín	- Técnicas de Laboratorio de Hidráulica
Prof. Dr. Ing. M. Malik	TU Berlín	- Técnicas de Laboratorio de Hidráulica
Prof. Dr. Ing. W. Zielke	TU Hannover	- Aplicación de la Computación a la Hidráulica
Prof. Dr. Ing. H. Kaldenhoff	TU Berlín	- Obras Hidráulicas Marítimas
Prof. Dr. Ing. H. Bretschneider	TU Berlín	- Regulación de Ríos
Dr. Ing. H. Koch	TU Berlín	- Técnicas de Mediciones en la Hidráulica - Técnicas de Mediciones, Técnicas y Planificación de Modelos Hidráulicos
Prof. Duplo. Ing. M. Seyberth	TU Munchen	Regulaciones de Torrentes
Prof. Dr. Ing. H. Vollmers	HSBW Munchen	Mecánica de Transporte de Sedimentos
Prof. Dr. Ing. Bretschneider	TU Berlín	Hidráulica Agrícola
Tabla elaborada a partir del texto: Instituto de Hidráulica e Hidrología (1984)		

Anexo 3

Lista de universidades con las que ha establecido intercambio tecnológico en el exterior

Nº	Universidad	País
1	Technische Universitat Berline	Alemania Federal
2	Hochschule des Budeswehr Munchen	Alemania Federal
3	Technische Universitat Bechum	Alemania Federal
4	Universidad de las Fuerzas Armadas de Alemania	Alemania Federal
5	Instituto Nacional de Ciencia y técnica hídricas	Argentina
7	Instituto de Pesquisas Hidraulicas	Brasil
8	The university of the British Columbia	Canadá
9	University of the British Columbia	Canadá
10	Instituto de Hidrología de España	España
11	Escuela de Hidrología y Recursos Hidráulicos	España
12	Colorado State University	Estados Unidos
13	Stanford University	Estados Unidos
14	Fort Collins, Colorado State University	Estados Unidos
15	Masachusetts Institute of Technology	Estados Unidos
16	University of Iowa IHE	Estados Unidos
17	U.S Geological Survey, Water Resources Division	Estados Unidos
18	Texas A&M University	Estados Unidos
19	Laboratorio de Hidráulica de Delft	Holanda
20	Technion Israel Institute of Technology Israel	Israel
21	USSR Comittee for the IPH	USSR
22	Universidad de Piura	Perú
23	Laboratorio de Hidráulica, Hidrología y Glaciología	Suiza
24	Institut for Developmentof water Resources	Yugoslavia

Fuente: Elaboración a partir del documento Instituto de Hidráulica e Hidrología - Resumen de Actividades gestión 1981, UMSA-IHH, 1981

Anexo 4

Trabajos realizados en cooperación entre el IRD y el IHH (1985 – 2020)

TESIS			
	Año	Autor	Titulo
1	1985	Espinoza Torrico, O.	Balance hídrico superficial de la cuenca del Rio Beni, Amazonia.
2	1985	Garcia-Huhn, W.	Balance hídrico superficial de la cuenca de Río Mamoré, Amazonia.
3	1985	Guzmán, W.D. y Roche, M.A..	Programas de análisis pluviométricos (consistencia de datos mensuales para 50 estaciones, histogramas mensuales de series de 30 años, análisis mensuales de la estación seca y húmeda para series-mensuales de 30 ellos). Flex 9 BASIC GOUPIL 8" plotter.
4	1985	Lozada, G.A	Balance hídrico superficial de la cuenca del lago Titicaca.
5	1985	Mariaca Carrasco, J	Balance hídrico superficial de la cuenca del lago Poop6 y los salares de Uyuni y Coipasa-Bolivia.
6	1987	Abasto, N	Balance hídrico superficial de la cuenca del río Madre de Dios.
7	1987	Cruz, C.J	Balance hídrico superficial de la cuenca del Río Itenez. Amazonia. Bolivia. Brasil.
8	1987	Chavez, G.	Generación de crecidas en la cuenca del rio Ichilo en base al modela matemático HUIG. Amazona boliviana.
9	1988	Arellano Albornoz, R.	Balance hídrico superficial de la cuenca del Rio Pilcomayo. Río de la Plata, Bolivia.
10	1988	Benavides, C.	Influencia de los cambios en el uso del suelo sobre el escurrimiento y la erosión en la cuenca del Rio Pirai. Amazonia Andina, Bolivia.

11	1988	Caryajal, J.	Climatología e hidrología, estudio de crecidas por el modelo Hymon 10 en la cuenca de río Pirai, Amazonia andina Bolivia
12	1989	Caryajal, J.	Climatología e hidrología, estudio de crecidas por el modelo Hymon 10 en la cuenca del río Pirai, Amazonia andina, Bolivia.
13	1989	Frias, R.	Balance hídrico superficial de la cuenca de los ríos Bermejo y Grande de Tarija, Río de la Plata, Bolivia.
14	1990	Carrasco, L.M.	Estudio de régimen del escurrimiento superficial en la cuenca andina del río Beni, Amazonia andina, Bolivia
15	2010	Leonardini Quelca, G.A.	Análisis mensual de los balances de masa glaciológico e hidrológico del glaciar tropical Zongo (Bolivia)

TRABAJOS DE INVESTIGACION IHH, 1985-2020			
	Año	Autor	Título
1	1985	Guzmán, W y Roche, M	Programas de análisis pluviométricos (consistencia de datos mensuales para 50 estaciones, histogramas mensuales de series de 30 años, análisis mensuales de la estación seca y húmeda para series-mensuales de 30 años). Flex 9 BASIC GOUPIL 8" plotter.
2	1985	Roche Michel-Alain, Apoteker A, Rubín De Celis, L	<i>Logiciel pour le traitement des données de conductivité des eaux</i>
3	1986	Roche, M. Fernández; Jáuregui C.; Apoteker A; Abasto N ; Calle H; Toledo M; Cordero, J ; Pointillart, C	<i>Reconnaissance hydrochimique et première évaluation des exportations hydriques et salines des fleuves de l'Amazonie bolivienne.</i>
4	1987	Fernández Jáuregui, C ; Roche, M; Aliaga, A	Los recursos hídricos en Bolivia.
5	1987	Herbas, C	Climatóloga de la cuenca andina y amazónica del río Grande, Bolivia.
6	1987	Roche Michel-Alain; Fernández Jáuregui C	<i>Ressources hydriques, salinités et exportations salines des fleuves de l'Amazonie bolivienne</i>
7	1987	Gregorio, A; Chávez, V	<i>Generación de crecidas en la cuenca del río Ichilo en base al modelo matemático HUIG</i>
8	1988	Roche, M	<i>CLIMAR 2. Logiciel d'exploitation de données pour l'étude des variations climatologiques spatio-temporelles.</i>
9	1988	Ronchail, J.	Variabilidad del tiempo en Bolivia. La anomalía climática del invierno 1988
10	1988	Roche, M; Fernández, C	<i>Water resources, salinity and salt yields of the rivers of the Bolivian Amazon</i>
11	1989	Wasson, J; Guyot, J; Dejoux, M; Roche, M. PHICAB: ORSTOM-IHH-UMSA-IIQ-	Régimen técnico de los ríos de Bolivia.

12	1992	Roche Michel-Alain; Fernández Jáuregui C; Aliaga Rivera, A.; Peña Méndez, J; Salas Rada, E., Montano Vargas, J.	<i>Balance hídrico superficial de Bolivia</i>
13	1993	Roche, Michel-Alain	<i>Programa hidrológico y climatológico de la cuenca amazónica de Bolivia</i>
14	1997	ORSTOM; IHH	World glacier monitoring service: extensive information about the glaciers of Bolivia and Ecuador.
15	2002	ORSTOM; IHH	Revista: Hidrología, Meteorología y glaciología en Los Andes. 12 años de investigaciones científicas.
16	2004	Rabatel, A	Glaciares de Zongo, Chacaltaya y Charquini sur 16° S Bolivia): mediciones meteorológicas, hidrológicas y glaciológicas: año hidrológico 2002-2003.
17	2005	Molina Carpio, J; Espinoza Romero, D	Balance hídrico superficial de la cuenca alta del rio Pilcomayo: informe final, parte 1
18	2005	Soruco Alvaro, B	Glaciares de Zongo, Chacaltaya y Charquini sur 16° S Bolivia): mediciones meteorológicas, hidrológicas y glaciológicas: año hidrológico 2003-2004.
19	2006	Vauchel Philippe, Malbrunot, A; Aguilar Rey, R	Análisis, critica y tratamiento de los datos hidrométricos de la cuenca alta del rio Pilcomayo disponibles aguas arriba de misión La Paz
20	2007	Choquehuanca, J.	Retroceso de los glaciares y recursos hídricos en Bolivia: de la investigación a la acción: memoria del foro-debate
21	2008	Molina Carpio, J; Ledezma F; Vauchel, P	Estudio del rio Madera: remanso hidráulico y sedimentación
22	2008	Perroy, E; Mendoza, J; Rojas, F; Garreta Philippe, Ginot, P; Fuertes R..	Glaciares Zongo-Chacaltaya-Charquini Sur, Bolivia 16° S: mediciones glaciológicas, hidrológicas y meteorológicas: año hidrológico 2006-2007
23	2008	Pouilly Marc, Coord., Cordova L., Martinez J.M., Maurice Laurence, Molina J., Ovando A.	Evaluación preliminar de impactos del complejo hidrológico del rio Madera en el Norte Amazónico boliviano

24	2009	IHH; IRD	Evaluación De Impactos Ambientales De Grandes Hidroeléctricas En Regiones Tropicales: El Caso Del Rio Madera: Memoria. La Paz BOL)
25	2010	Ginot Patrick; Litt M., Leonardini G; Ramallo,C; Cerutti, A; Rojas, F; Fuertes R., Mendoza, J	Cuencas glaciares Zongo - Chacaltaya - Charquini Sur, Bolivia 16°S: mediciones glaciológicas, hidrológicas y meteorológicas, año hidrológico 2008-2009.
26	2020	Atge, F. Huassain; Molina-Carpio, J; Pillco, R; Laugner, C.	<i>Reliability of SM2RAIN precipitation datasets in comparison to gauge observations and hydrological modelling over arid regions</i>

Anexo 5

Nómina de personal docente investigador en la gestión 2022

N	Nombre
1	Andrés Callizaya
2	Juan Pablo Fuchs Arce
3	Néstor Fines Álvarez
4	Carlos Herbas Camacho
5	José Antonio Luna Vera
6	Juana Mejía Gamarra
7	Javier Mendoza Rodríguez
8	Jorge Molina Carpio
9	José Luis Monroy Cuellar
10	José Luis Montaña Vargas
11	Ramiro Pillco Zola
12	Edson Ramírez Rodríguez
13	Daniel Espinoza Romario

Elaboración a partir de la nómina de docentes investigadores del IHH proporcionado por dirección del IHH