



INFORME FINAL

ESTUDIO

"CARACTERIZACIÓN DEL MERCADO DE TECNOLOGÍAS PARA MICROGENERACIÓN HIDROELÉCTRICA"

REALIZADO POR:



CONSULTOR: JAVIER GHO BARBA

FECHA: 18 de marzo de 2016

Equipo participante de la Etapa:

Javier Gho B.

Jefe de Estudio

Carlos Bonifetti D.

Javier Gho B.

Especialistas

Carlos Gho B.

Abel Sáez A.

Bastián Celis H.

Apoyo Técnico

"CARACTERIZACIÓN DEL MERCADO DE TECNOLOGÍAS PARA MICROGENERACIÓN HIDROELÉCTRICA"

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCION	7
2. OBJETIVO GENERAL	8
2.1. Objetivos Específicos	8
2.1.1. Levantamiento del estado actual del mercado nacional e internacional, sobre tecnologías de microgeneración hidroeléctrica.....	8
2.1.2. Caracterización de las empresas y sus proyectos.....	8
2.1.3. Identificación de ventajas y barreras de las tecnologías disponibles.....	8
3.1. Bases de Datos de ERNC (i).....	10
3.2. Empresas que estudian instalaciones hasta 250 kW (ii)	11
3.4. Empresas consultoras en microcentrales hasta 250 kW (iv).....	20
3.5. Demanda de servicios de postventa en proyectos de MCH hasta 250 kW (v)	22
3.6. Análisis comparativo del suministro de equipamiento para instalaciones de MCH hasta 250 kW (vi)	25
3.7. Identificación de ventajas y barreras de las tecnologías disponibles	28
3.7.1. Disponibilidad de equipos hidromecánicos (turbinas) nacionales e internacionales, en el mercado nacional.	34
3.7.2. Análisis de las tecnologías empleadas en MCH hasta 250 kW.....	37
4. EXPERIENCIAS EN EL DESARROLLO DE MICROCENTRALES.....	46
5. COMENTARIOS	54
6. CONCLUSIONES	61
7. BIBLIOGRAFIA	62
8. ANEXOS.....	63
Anexo 1- Base de datos proveedores de controles electrónicos de frecuencia	66
Anexo 2 - Pesos y dimensiones turbinas IREM Spa (turbinas Pelton con acoplamiento directo)	68
Anexo 3 – Análisis de costos para microcentrales hidroeléctricas hasta 250 kW	70
Anexo 4 - Aplicaciones misceláneas de turbomaquinaria no convencional para bombeo de agua	90

Anexo 5 - Buenas prácticas recomendadas para desarrollo de proyectos con microcentrales hidroeléctricas..... 96

Anexo 6 - Listado de servicios de consultoría catastrados de empresas con experiencia y/o interés en participar en el desarrollo de proyectos micro y mini hidro hasta 250 kW 102

Anexo 7 - Base de datos proveedores equipamiento electromecánico nacional e internacional (hasta 250 kW) 114

Lista de Tablas

			Página
Tabla	3.1	Bases de datos y fuentes consultadas para empresas nacionales e internacionales proveedoras de tecnologías micro y mini (hasta 250 kW)	10
Tabla	3.2	Bases de datos y fuentes consultadas para empresas nacionales proveedoras de servicios de consultoría en el rango micro y mini (hasta 250 kW)	11
Tabla	3.3	Empresas Proveedoras con presencia en Chile en el rango hasta 250 kW	12
Tabla	3.4	Instalaciones micro y mini centrales hidro hasta 250 kW en Chile	14
Tabla	3.5	Distribución del origen del equipamiento en instalaciones operativas bajo 250 kW	19
Tabla	3.6	Resumen estado de instalaciones bajo 250 kW a Febrero 2016.	20
Tabla	3.7	Resumen de servicios prestados por empresas consultoras experiencia y/o interés en participar en el desarrollo de proyectos micro y mini hidro hasta 250 kW.	21
Tabla	3.8	Servicios de post venta, servicio técnico y mantención para proyectos de microgeneración hidroeléctrica requeridos para operación de microcentrales.	32
Tabla	3.9	Comparativo de requerimientos técnicos para solicitud de provisión de microcentrales por diferentes fabricantes europeos	27
Tabla	3.10	Resumen de ventajas y desventajas de turbinas de reacción , impulso, gravitacional e hidrocínéticas	31
Tabla	3.11	Listado de equipamiento presente y con potencial de entrada en el mercado de micro-centrales para riego	34
Tabla	3.12	Tipos de tecnologías disponibles en el mercado	37
Tabla	3.13	Cuadro comparativo entre turbinas de reacción Kaplan, Semi-Kaplan y Francis	39
Tabla	3.14	Cuadro comparativo entre turbinas de acción Pelton, Turgo y Flujo Cruzado	42
Tabla	3.15	Cuadro comparativo entre turbinas gravitacionales e hidrocínéticas	44
Tabla	4.1	Requisitos de la CEE en la fabricación de equipamiento electromecánico	53
Tabla	5.1	Desglose de costos de proyectos de centrales hidráulicas de baja altura	55
Tabla	5.2	Desglose de costos de proyectos de centrales hidráulicas de baja altura	60

Lista de Figuras

			Página
Fig.	3.1	Distribución regional de centrales hidroeléctricas hasta 250 kW	17
Fig.	3.2	Registro de instalaciones de microcentrales para el período 1967 -2015	18
Fig.	3.3	Crecimiento de la potencia instalada	18
Fig.	3.4	Localización centrales Llanada Grande, Segundo Corral , Valle El Frío y Paso el León, en la zona precordillerana de la Comuna de Cochamó, Región de Los Lagos	23
Fig.	3.5	Curvas de rendimiento para los diferentes tipos de turbinas	30
Fig.	3.6	Relación entre peso y potencia para la serie de turbinas Banki y Pelton fabricadas por Irem Spa de Italia	38
Fig.	4.1	Turbina de flujo cruzado Modelo T - 15 para transferencia tecnológica en Asia y África (modelo estandarizado en diámetros de 300, 400 y 500 mm) (arriba izq. y derecha) y acto de presentación de transferencia tecnológica (abajo)	47
Fig.	4.2	Costos de inversión en función de la capacidad instalada y la altura de carga	50
Fig.	4.3	Valores unitarios turbinas según potencia instalada (Precios, 2016)	51
Fig.	5.1	Costos instalados en proyectos de Pequeñas Hidroeléctricas	55
Fig.	5.2	Instalación con tres microturbinas de 100 kW TM10 de Mavel, equivalente a la del tipo propuesto como instalación en el proyecto El Taco de la Tabla 5.2	59

1. INTRODUCCION

El desarrollo de un país y su población está íntimamente ligado al abastecimiento de agua y al suministro de energía eléctrica. Produce impactos favorables en el desarrollo humano, permite que ocurran cambios en procesos de trabajo y adaptación para enfrentar los nuevos desafíos, que afectan tanto a la naturaleza como a las personas. En el presente, la tecnificación del riego presenta nuevas dificultades para llegar con agua a toda la tierra disponible para regadío, la que en muchos casos es de difícil acceso. Algunos casos contemplan problemas como terrenos sobre la cota de canales, sequía y profundización de pozos, utilización de tecnologías obsoletas y obras en mal estado. Todo lo anterior demanda cada vez mayores niveles de energía.

La Comisión Nacional de Riego (CNR) tiene entre sus objetivos, promover la implementación y uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en riego, contribuyendo a un desarrollo sustentable de la agricultura a nivel país. Es así como en los calendarios de concursos de la Ley N° 18.450, la CNR a partir del año 2009, ha incluido proyectos de riego que consideren la utilización de ERNC y desde el año 2013, ha considerado la bonificación de obras de riego que contemplen un uso multipropósito, como por ejemplo la instalación de pequeñas centrales hidroeléctricas. Para el año 2016, el calendario de concursos incluye un énfasis en la pequeña agricultura, distribución regional de recursos y utilización de ERNC en proyectos de riego tecnificado.

Por su parte el Ministerio de Energía, a través de la Agenda de Energía ha planteado que la generación de energía orientada al autoconsumo es cada vez más viable en Chile. Considerando además que un eje transversal del programa de gobierno es enfrentar la inequidad, los instrumentos orientados al desarrollo de las ERNC para autoconsumo están siendo un foco de atención preferente de dicha Agenda. En dicho contexto el Programa de Apoyo al Desarrollo de las ERNC, en materias de fomento a la hidroelectricidad, está ejecutando iniciativas públicas orientadas a fortalecer la gestión institucional e instrumentos de gestión para apoyar el desarrollo hidroeléctrico, junto con el desarrollo de líneas de trabajo orientadas a fomentar la generación hidroeléctrica en pequeña escala, entre otras asociadas a infraestructura de riego.

Con fecha 22 de Julio de 2015, la Subsecretaría de Energía y la CNR suscribieron un Convenio de transferencia de recursos, con el objetivo de desarrollar un programa de trabajo, para impulsar el desarrollo de iniciativas de microgeneración hidroeléctrica en infraestructura de riego, con el objeto de apoyar, facilitar y promover el desarrollo en ERNC, focalizado en proyectos que beneficien a pequeños productores agrícolas y sus organizaciones, incluyendo los pueblos originarios.

El presente estudio se enmarca en las actividades del acuerdo mediante convenio entre la Subsecretaría de Energía y la Comisión Nacional de Riego tendiente a desarrollar un programa de trabajo en conjunto para impulsar iniciativas de microgeneración hidroeléctrica en infraestructura de riego, con el objeto de apoyar, facilitar y promover el desarrollo de ERNC.

2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este estudio es realizar un levantamiento del mercado nacional e internacional sobre tecnologías de microgeneración hidroeléctrica (Etapa 1) y una caracterización de las empresas y sus proyectos (Etapa 2).

2.1. Objetivos Específicos

2.1.1. Levantamiento del estado actual del mercado nacional e internacional, sobre tecnologías de microgeneración hidroeléctrica

- Levantamiento de información de empresas nacionales.
- Levantamiento de información de empresas internacionales que han tenido participación en el mercado nacional.
- Información básica de las empresas actualizada y vigente.
- Clasificación de las empresas de acuerdo a los servicios ofrecidos.

2.1.2. Caracterización de las empresas y sus proyectos

- Identificar y caracterizar las empresas que han desarrollado proyectos en Chile (hasta los 250 kW), enfocándose en aquellos menores de 100 (kW) e indicar el estado de los proyectos ya sea en etapa de estudio, construcción u operación.
- Dentro de los proyectos detectados, identificar el origen de los proveedores, su grado de participación clasificando cuales son de origen nacional o extranjero, para determinar oferta de equipos y servicios disponibles en Chile.
- Identificar y analizar la demanda de servicios de post venta, servicio técnico y mantenimiento para proyectos de microgeneración hidroeléctrica.
- Realizar una comparación del suministro local con una cadena externa de suministro (o proveedores internacionales representados o instalados en Chile), considerando además diferencias de costos y las ventajas (o desventajas) de contar con proveedores chilenos que garanticen suministro, calidad y tiempo de reposición de equipos, productos y servicios.

2.1.3. Identificación de ventajas y barreras de las tecnologías disponibles

- Listar la cantidad de tecnologías disponibles en equipos hidromecánicos (turbinas) nacionales e internacionales.
- Descripción de las tecnologías, identificando claramente las ventajas y desventajas económicas, transporte, plazos, tamaños disponibles, origen del proveedor, materiales, certificaciones, garantías y características técnicas entre

otros (Q, H, peso, posicionamiento, dimensiones, durabilidad, requerimientos mínimos de selección, etc.), entre otros.

- Realizar cuadro comparativo de las ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías, que permitan identificar tendencias, patrones, datos estadísticos, etc.

3. ACTIVIDADES Y RESULTADOS

Las principales actividades ejecutadas y resultados obtenidos se presentan por cada tema en forma tabulada.

3.1. Bases de Datos de ERNC (i)

Se realizó una búsqueda y revisión de Bases de Datos en Internet de ERNC para identificar empresas fabricantes de tecnología y servicios relacionados con generación hidroeléctrica, separando un subconjunto de ellas que corresponde al segmento de las micro (potencia instalada hasta 100 kW) y mini (potencia instalada sobre 100 kW y hasta 250 kW).

Tabla 3.1 -Bases de datos y fuentes consultadas para empresas nacionales e internacionales proveedoras de tecnologías micro y mini (hasta 250 kW)

Base de Datos Tecnología	Fuente /Sitio Web
Source Guides	www.sourceguides.com
International Energy Agency	http://small-hydro.com/Programs/Directory-of-Contacts.aspx
Hydropower Market Report 2014 (Oak Ridge National Laboratories)	http://nhaap.ornl.gov/sites/default/files/ORNL_2014_Hydropower_Market_Report.pdf
2013 RE Data Book NREL /US DOE	www.nrel.gov/docs/fig15osti/62580.pdf
Water Power Magazine	http://www.waterpowermagazine.com/contractors/indexAtoZ.html
Micro Hydro Power	http://www.microhydropower.net/directory/manufacturers.php
Energy Planet Directory	http://www.energyplanet.info/directory/hydro-power/
Peswicki	http://peswiki.com/index.php/Directory:River_Energy
Japanese Business Alliance for Smart Energy Worldwide	http://www.jase-w.eccj.or.jp/technologies/pdf/electricity/E-26.pdf
Norway Business Directory	https://www.nor47business.com/
Alternate Hydro Energy Centre	http://www.iitr.ac.in/departments/AH/uploads/File/QSMicrohydroSEP2005.pdf
Environmental Xpert	http://www.environmental-expert.com/companies/?keyword=small+hydropower
Home Power Journal	http://www.homepower.com/microhydro-power/equipment-products
International Center on Small Hydropower	http://www.inshp.org/default.asp
Microhydropower Systems: A Buyer's Guide Natural Resources Government of Canada	http://www.energyalternatives.ca/PDF/Micro-Hydropower%20Systems%20-%20A%20Buyer's%20Guide.pdf
Green pages / Eco - web	http://www.eco-web.com/cat/9.5.html
SEANZ - Business Directory (New Zealand)	http://www.seanz.org.nz/Directories/Business-Directory/Search?search[company]=&search[physicalAddress postalAddress geographicalArea]=&search[MiniMicroHydro]=1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.2 -Bases de datos y fuentes consultadas para empresas nacionales proveedoras de servicios de consultoría en el rango micro y mini (hasta 250 kW).

Base de Datos Servicios	Fuente /Sitio Web
Asociación de Ingenieros Consultores (AIC)	www.aic.cl
Asociación de Pequeñas y Medianas Centrales Hidroeléctricas (APEMEC)	http://www.apemec.cl/socios-3/
Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA)	http://www.acera.cl/
Directorio Consultores INDAP, SENCE , SERCOTEC y FOSIS	http://www.directoriodeconsultores.cl/servicioConsultores/resultado_busqueda.aspx?tb=bs&tx=hidraulico&tbs=N
Directorio Consultores Comisión Nacional de Riego (CNR)	http://www.cnr.cl/Ley18450/Paginas/Registro%20de%20Consultores.aspx
Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)	http://sea.gob.cl/

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la recopilación de información en los directorios de la Tabla 3.1, la información detallada de los fabricantes de turbinas se presenta en archivo Excel en **Anexo 7 - Base de Datos proveedores de equipamiento electromecánico (hasta 250 kW)**.

3.2. Empresas que estudian instalaciones hasta 250 kW (ii)

Se catastraron empresas que están realizando estudios y/o han realizado instalaciones en el rango de potencia comprendido (hasta 250 kW), las cuales se presentan en la Tabla 3.3

Tabla 3.3 - Empresas Proveedoras con presencia en Chile en el rango hasta 250 kW

Nº	Razón Social	País	Categoría	Tecnología	WEB	Contacto
1	3HC S.A.C	Perú	Fabricante	Flujo cruzado y reguladores electrónicos	http://www.turbinas3hc.com/	Eusebio Castromonte
2	Alleskraft	Chile	Distribuidor	Rueda hidráulica, Pelton y Flujo cruzado. Distribuyen picoturbina Pelton de 3,3 kW	http://www.alleskraft.com/hidraulica.html	Fonos: 86002627 / 89736447 Concepción / Puerto Montt - CHILE
3	Aprotec S.A.	Colombia	Fabricante y conculor	Pelton y flujo cruzado; especialidad en picoturbinas	http://www.aprotec.com.co/pages/proyectos_hidro.html	Mauricio Gnecco / Jesús Gómez
4	Betta Hidroturbinas	Brasil	Fabricante	Pelton, flujo cruzado y turbobombas	http://www.bettahidroturbinas.com.br/	(ver Mantex S.A.)
5	Colombiana de Turbinas	Colombia	Fabricante, constructor y montajista .Reparación y rehabilitación de centrales	Turbinas Pelton, Flujo cruzado (incluyendo componentes)	http://www.colturbinas.com/empresa_1.php	gerente@colturbinas.com
6	Cox y Cox Ltda	Chile	Fabricante e instalador	Reguladores Electrónicos de Carga		Alfredo Cox Celular: 79786736 coxycia@gmail.com
7	Ecoditec	Chile	Distribuidor	Kaplan , Francis, Turgo, Pelton, Turgo y Tubular de HS Dynamic Energy (China) hasta 100 kW	http://www.ecoditec.cl/generadores.htm	Hernando de Aguirre 162, Of. 1105, Santiago, Chile Voz/Fax: 56 2 2335 1957
8	Enalteco Ltda.	Chile	Distribuidor de TPE (China)	Pelton, Turgo, axial e hidrocineéticas hasta 100 kW de manufactura China	www.enalteco.cl	info@enalteco.cl
9	Energya	Chile	Distribuidor e ingeniería	Flujo cruzado, Pelton y picoturbinas en corriente continua de Irem SpA (Italia). Sistemas de control	www.energya.cl	matias.klein@energya.cl mariela.martínez@energya.cl
10	Enerix	Chile	Distribuidor	Flujo cruzado y Pelton de Betta Hidroturbinas (Brasil)	http://enerix.cl/product-detail/turbinas-hidraulicas/	soporte@enerix.cl
11	Errazuriz y Asociados	Chile	Desarrolladores	Pelton, Kaplan, Semi Kaplan, Flujo cruzado	www.eai.cl	Sebastián Dávila sdavila@eai.cl
12	Heliplast	Chile	Distribuidor	Picoturbinas de 24 Volt DC (desde 100 a 1500 Watt)	http://www.heliplast.cl/energia_hidraulica.html	Christof Horn (christof.horn@heliplast.cl)
13	Inte Limitada	Chile	Distribuidor GR Energía. Consultor	Flujo cruzado, Pelton, axiales, Kaplan, Turgo, Semi Kaplan	www.bmghidroconsultores.cl	Carlos Bonifetti (cbonifetti@jms.cl)
14	JMS Ingenieros	Chile	Consultor	Flujo cruzado, Pelton, axiales, Kaplan, Turgo, Semi Kaplan	www.jms.cl	Juan Sebastián Marcus (jsmarcus@jms.cl)
15	Mantex	Chile	Representante oficial de Ossberger; Betta Hidroturbinas; y Global Hydroenergy	Flujo cruzado, Pelton y axiales (Kaplan, SemiKaplan y bulbo)	www.mantex.cl	Mario Martínez / Rolf Fiebig Mario.martinez@mantex.cl
16	Mecamidi Chile	Brasil	Representante	Kaplan, Francis, Pelton y controles	http://www.mecamidi.com/mecamidi_chile_EN-FR	Luis Alejandro Lara (luis.lara@mecamidi.cl)
17	Metalúrgica Germana	Chile	Fabricante	Ruedas hidráulicas	http://www.metalurgicagermania.cl/ruedas-hidraulicas.html	Alex Hund Diethelm
18	Microwatt	Argentina	Fabricante y constructor	Pelton, flujo cruzado	www.microwatt.com.ar/	info@microwatt.com.ar

19	Queulat Energy Chile E.I.R.L	Chile	Distribuidor	Picotrbinas Platypus y POver Spout	www.queulat-energy.cl	contacto@queulat-energy.cl
20	Sumsol	Chile	Distribuidor	Picoturbinas PowerSpout	http://www.sumsol.cl/producto/micro-turbinas-hidraulicas-pelton-powerspout/	
21	Turbinas Mancini	Chile	Fabricante	Turbina Mancini	http://www.turbinasmancini.cl/product_01.php	Patricio Mancini
22	Wasserkraft Volk	Chile	Fabricante	Turbinas Wasserkraft Volk (Pelton, Turgo, flujo cruzado)	http://www.wkv.cl/	Oswald Weinrecht
23	Wireless Energy	Chile	Distribuidor	Turbina Natel	www.wireless-energy.cl	Nelson Stevens
24	Zeco di Zerbaro y Costa Ltda	Italia	Fabricante	Turbina Kaplan, Semi Kaplan , bulbo, Francis y Pelton	www.zeco.it	Paolo.Zerbaro paolo.zerbaro@zeco.it

Fuente: Elaboración propia

3.3. Instalaciones microhidro existentes en Chile (iii)

En la Tabla 3.4 se detallan las micro y mini centrales hidroeléctricas con potencia instalada hasta 250 kW existentes en Chile.

Tabla 3.4 - Instalaciones micro y mini centrales hidroeléctricas hasta 250 kW (1 de 3)

N°	Central	Tipo	Propietario / Contacto	Localización	Año	Potencia [kW]	Turbina	Proveedor	Fabricante	Origen	Estado
1	Alto La Viña	MINI	VLK Energía	Mulchén, VIII Región	2016	180	Tornillo Arquimides	Andritz Chile	Andritz	AUSTRIA	SEA /RCA Aprobada
2	Alto Palguín	MICRO	Parque Bosque Pehuén	Pucón – Alto Palguín	2011	12	Pelton	MTF	MTF	CHILE	En operación
3	Antillanca	MICRO	Club Andino Osorno	Puyehue, X Región	1990	40	Pelton	Mantex	ELMA - G	AUSTRIA	En operación
4	Butalebún	MICRO	CODEFF	Butalebún VIII	1996	50	Pelton	MTF	MTF	BRASIL	En operación
5	Caleta Gonzalo	MICRO	The Conservation Land Trust	Caleta Gonzalo X	1999	25	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
6	Curileufu	MINI	Alfredo Erlwein	Lago Ranco, XV Region	2014	110	Flujo Cruzado	Mantex	Ossberger	ALEMANIA	En operación
7	Donguil	MINI	Donguil S.A.	Río Donguil Gorbea	2012	250	Semi Kaplan	DIVE Turbinen GmbH & Co. KG	DIVE Turbinen GmbH & Co. KG	ALEMANIA	En operación
8	Doña Pola	PICO	Hostal Doña Pola	Alto Bio Bio VIII	1992	4	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	Fuera de Servicio
9	Dosal	MINI	Agrícola Dosal Hermanos (Cristián Romero)	Frutícola Dosal Limitada, Curicó	2015	250	Kaplan	ZECO	ZECO	ITALIA	En operación
10	El Amarillo	MICRO	Fundo Las Rosas	El Amarillo XI	2013	12	Pelton	MTF	MTF	CHILE	En operación
11	El Brinco	MINI	VLK Energía	Mulchén, VIII Región	2016	200	Tornillo Arquimides	Andritz Chile	Andritz	AUSTRIA	SEA /RCA Aprobada
12	El Chenke	MICRO	Estancia Río Cisnes	Alto Río Cisnes Región Aysen	1998	36	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
13	El Encanto	MICRO	Maria Elena Meyer	Los Lagos, X Región	1992	50	Flujo Cruzado	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
14	El Mally	MICRO	Municipalidad de Colbún (CNE)	El Mally VII	2004	18	Pelton	Turbinas Mancini	Turbinas Mancini	BRASIL	En operación
15	El Sauce	MICRO	Forestal Arauco S.A.	Fundo El Sauce	2005	5	Flujo Cruzado	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
16	Estancia Río Cisnes	MICRO	Stefaan Colle	Ea. Río Cisnes XI	1998	36	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
17	Eucasec	PICO	Eucasec SA	Los Angeles, VIII Region	2013	7	Pelton	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
18	Faja Maisan	MINI	Comunidad Faja Maisan	Pitrufulquen, IX Región	1967	200	Flujo Cruzado	Mantex	Ossberger	ALEMANIA	En operación

Tabla 3.4 - Instalaciones micro y mini centrales hidro hasta 250 kW en Chile (2 de 3)

N°	Central	Tipo	Propietario / Contacto	Localización	Año	Potencia [KW]	Turbina	Proveedor	Fabricante	Origen	Estado
19	Fdo. Sgda. Hijuela	MICRO	Hernán Gutiérrez	Fdo. Sgda. Hijuela VIII Region	2006	18	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
20	Florida 5	MINI	Soc. Canalistas del Maipo	Santiago, RM	2007	240	Flujo Cruzado	Mantex	Ossberger	ALEMANIA	En operación
21	Fundo Releco	PICO	Forestal S.A.	Fundo Releco IX	2005	10	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
22	La Bifurcada	MINI	VLK Energía	Mulchén, VIII Región	2016	250	Kaplan	Mantex	Ossberger	ALEMANIA	SEA /RCA Aprobada
23	La Montaña	MICRO	Eduardo Tagle, Fdo. La Montaña	Lago Riñihue,	2010	12	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
24	Lago Caburgua	MICRO	Ángel García	Lago Caburgua IX	2005	25	Pelton	MTF	MTF	CHILE	En operación
25	Laguna Pullin	MINI	I. Municipalidad Caleta Tortel	Laguna Pullin, I.M. Tortel , Coyhaique	2013	200	S/E	Turbinas Mancini	Turbinas Mancini	CHILE	En construcción
26	Las Cascadas	MINI	Christopher Brown	Lago Yelcho, XI Región	2008	176	Flujo Cruzado	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
27	Llanada Grande	MINI	Gobierno Regional	Reloncavi, X Región	2010	129	Pelton	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
28	Los Helechos	MICRO	Fundo Los Helechos, Lago Caburgua	Comuna de Pucón Región de los Lagos	2015	25	Pelton	MTF	MTF	CHILE	En operación
29	Menetue	MICRO	Menetue	Pucon, IX Region	2012	28	Pelton	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
30	Lago Diunco	MINI	-	Ñirehuau, XI Region		150	Flujo Cruzado	Microwatt	Microwatt	ARGENTINA	En operación
31	Lago Paloma	MINI	-	Coihayque, XI Región		120	Flujo Cruzado	Microwatt	Microwatt	ARGENTINA	En operación
32	Nitrao	PICO	Termas de Nitrao	Termas de Nitrao VIII	1994	4	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
33	Pallaco	MICRO	Fundo Pallaco	Lago Lleu-Leu Comuna Tirua,Arauco	2001	12	Pelton	MTF	GCZ Ingeneros	PERU	En operación
34	Paso El León	MICRO	Municipalidad de Cochamó (CNE)	Paso El León X	2006	30	Pelton	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
35	Pitraco	MINI	VLK Energía	Mulchén, VIII Región	2016	150	Flujo Cruzado	Mantex	Ossberger	ALEMANIA	SEA /RCA Aprobada
36	Piuquencillo	MICRO	Gasco (T.M. Representaciones Ltda)	Piuquencillo	2007	30	S/E	Turbinas Mancini	Turbinas Mancini	CHILE	En operación
37	Pucón – Alto Palguín	MICRO	Parque Bosque Pehuén	Pucón – Alto Palguín IX	2011	12	Pelton	MTF	MTF	CHILE	En operación
38	Puerto Edén	MICRO	IMPA LTDA.	Puerto Eden XII	1999	90	Pelton	MTF	MTF	BRASIL	Fuera de Servicio
39	Puerto Gaviota	MICRO	Puerto Gaviota XI	Municipio de Pto. Cisnes (CNE)	2004	70	Flujo Cruzado	-	-	-	En proceso de licitación
40	Qda. de Medina	MICRO	Municipalidad de Colbún (CNE)	Qda. de Medina VII	2004	24	Flujo Cruzado	Turbinas Mancini	Turbinas Mancini	CHILE	En operación

Tabla 3.4 - Instalaciones micro y mini centrales hidro hasta 250 kW en Chile (3 de 3)

N°	Central	Tipo	Propietario / Contacto	Localización	Año	Potencia [KW]	Turbina	Proveedor	Fabricante	Origen	Estado
41	Quechumalal	MICRO	Forestal S.A., Lago Panguipulli	Fdo. Quechumalal	2010	10	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
42	Quinquen	PICO	CODEFF	Quinquén IX	2000	1	AXIAL	MTF	Powerpal	CHINA	En operación
43	Rabones	MICRO	R. Koestner	Linares, VII Región	1994	13	Pelton	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
44	Rañilhueno	PICO	Fundo Rañilhueno	Alto Bio Bio VIII	1993	5	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
45	Río Grande	MICRO	Mun. San Pedro de Atacama (CNE)	Río Grande II	2002	50	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
46	Bahía Escocia	PICO	Antonio Sahd / Enzo Cembrano	Lago Rupanco, Comuna de Puerto Octay	1995	10	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
47	S/E	MICRO	I. Municipalidad Alto Bio Bio	I.M. Alto Bio Bio, VIII región		100	S/E	Turbinas Mancini	Turbinas Mancini	CHILE	En operación
48	San Fernando	MICRO	Eugenio Adriasola	Sn Fernando, VII Región	1989	25	Pelton	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
49	San Pedro Tarapacá	MINI	Viña San Pedro Tarapacá (VSPT)	VSPT, Fundo El Rosario de Naltagua, Isla de Maipo	2016	250	Kaplan	Zhejiang JINLUN Electromechanical Co. Ltd	Zhejiang JINLUN Electromechanical Co. Ltd	CHINA	En construcción
50	Segundo Corral	MICRO	Municipalidad de Cochamó (CNE)	Segundo Corral X	2006	29	Pelton	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
51	Socaire	MICRO	Mun. San Pedro de Atacama (CNE)	Socaire II	2002	80	Pelton	MTF	GCZ INGENIEROS	PERU	En operación
52	Sta. Fudelia	PICO	Eduardo Solís (Fundo Sta. Fudelia)	Lago Verde XI	1996	2	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
53	Talabre	MICRO	Mun. San Pedro de Atacama (CNE)	Talabre II	2002	12	Pelton	MTF	MTF	CHILE	En operación
54	Tortel	MICRO	I. Municipalidad Caleta Tortel	Caleta Tortel, Coyahique, XI región	-	100	-	Turbinas Mancini	Turbinas Mancini	CHILE	En operación
55	Trafún	PICO	Constructora Nualart (Temuco)	Trafún IX	2005	8	Flujo Cruzado	MTF	MTF	CHILE	En operación
56	Valle El Frío	MICRO	Municipalidad de Cochamó (CNE)	Valle El Frío X	2006	17	Flujo Cruzado	Mantex	Betta	BRASIL	En operación
57	Zaldivar	MINI	Minera Zaldivar	Antofagasta, II Región	2009	220	Flujo Cruzado	Mantex	Ossberger	ALEMANIA	En operación
58	Huinay	MINI	Estación Huinay (Endesa y PUC)	Fiordo Comau, Chiloé, Región de Los Lagos	2002	200	Pelton	Ingendesa	s/e	s/e	En operación

Fuente: Elaboración propia

Al disponer la ubicación de las centrales en el territorio nacional, se puede observar una clara concentración a la zona sur del país.

De un total de 51 instalaciones catastradas y en operación sólo tres (3) tienen conexión a red y sus potencias están en el rango de los 250 kW.

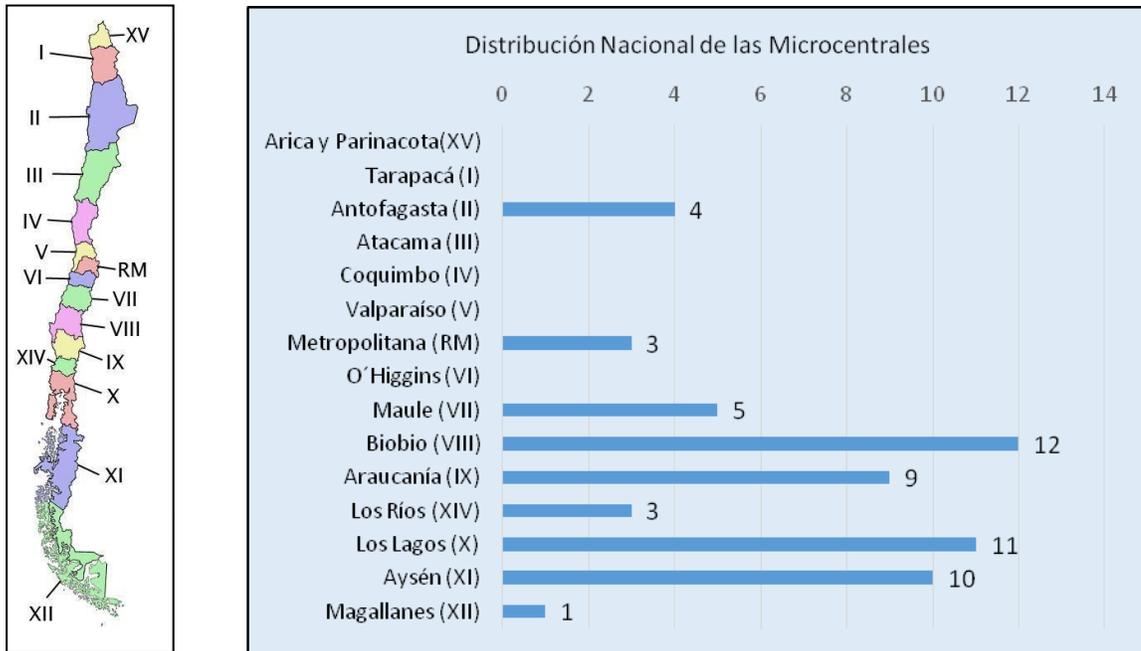


Figura 3.1 - Distribución regional de centrales hidroeléctricas hasta 250 kW

Es interesante destacar que la mayoría de las centrales comprenden desde la región del Maule hacia el Sur, de las cuales la región del Biobío presenta la mayor cantidad de centrales con 12 unidades, seguido de Los Lagos con 11 y Aysén con 10 unidades. Sin embargo, la región del Biobío así como la región de Magallanes, presentan centrales fuera de servicio las centrales Doña Pola y Puerto Edén respectivamente. Es probable que para el caso de Magallanes, la falta de mantenimiento debido a lo remoto de la central pueda ser la causa de su detención.

Por otro lado, al observar el desarrollo de las centrales en el tiempo, las iniciativas se presentaron desde finales de los años 80, cuyo máximo desarrollo fue entre los años 2005 y 2010, seguramente con el aumento de proveedores con presencia nacional, acompañado de los casos reales que se daban a conocer entre personas capacidad de gestión e inversión suficiente como para desarrollar estas iniciativas.

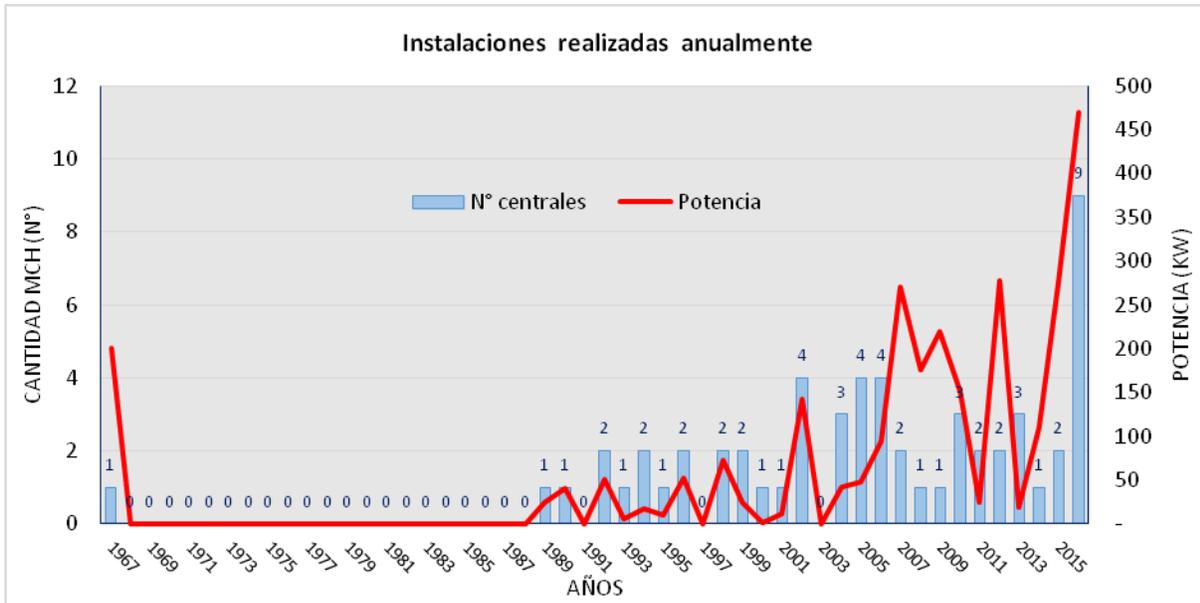


Fig. 3.2 - Registro de instalaciones de microcentrales para el período 1967 -2015

Del mismo modo, la potencia instalada de las centrales alcanza aproximadamente 4,4 MW, de los cuales 3 MW se encuentran en operación.

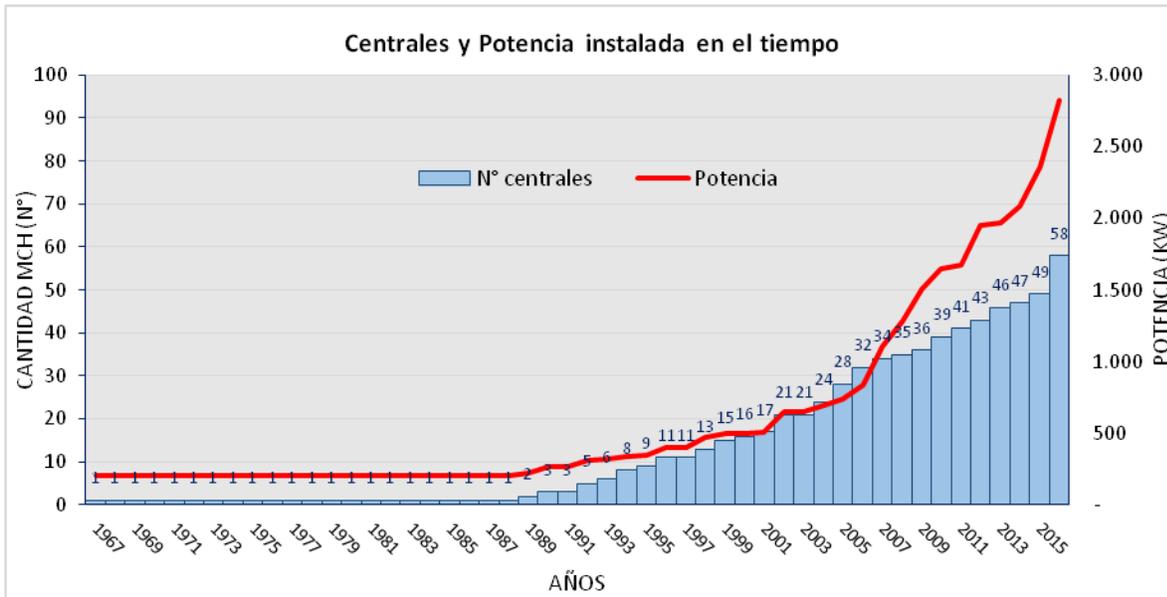


Fig. 3.3 - Crecimiento de la potencia instalada

La Tabla 3.5 muestra que bajo los 250 kW de potencia instalada existen 56 instalaciones en operación, y el registro indica que la distribución de la procedencia de los equipos es la siguiente:

Tabla 3.5 - Distribución del origen del equipamiento en instalaciones operativas bajo 250 kW

País de Origen	Nº de instalaciones operativas	% del Total
Chile	25	45%
Brasil	14	25%
Alemania	7	13%
Austria	3	5%
Argentina	2	4%
Perú	2	4%
China	2	4%
Italia	1	2%
Total:	56	100 %

Fuente: Elaboración propia

En bajas potencias hay predominio de equipos de procedencia nacional, especialmente en el rango bajo los 30 kW de las microcentrales y especialmente las pico-centrales; el rango sobre los 30 kW hay una significativa representación de Brasil que compite fuertemente por precio y calidad y para rangos superiores las tecnologías europeas - por las exigencias del mercado de los PMGD - empiezan competir en el mercado, así como también equipamiento de origen chino que compite con éstas últimas por su significativo menor precio (alrededor de 50 % inferior).

A modo de resumen, La Tabla 3.6 presentan las 58 centrales en diferentes condiciones, de las cuales se destaca el caso de Puerto Gaviota actualmente en licitación en la región de Aysén para recuperar una central y energizar zonas aisladas y 4 centrales más con autorización ambiental favorable para entrada en construcción.

Tabla 3.6- Resumen estado de instalaciones bajo 250 kW a Febrero 2016.

Estado	Cantidad	%	Potencia (kW)
En Construcción	2	3%	450
En Operación	49	84%	3028
En proceso de Licitación	1	2%	70
RCA Aprobado	4	7%	780
Fuera de Servicio	2	3%	94
Total	58		4422

Fuente: Elaboración propia

3.4. Empresas consultoras en microcentrales hasta 250 kW (iv)

La identificación de las empresas consultoras que realizan actividades en el rango de micro y mini hidráulica (hasta 250 kW) se presenta en detalle en el Anexo 6; la recopilación de la información está basada en las fuentes indicadas en la Tabla 3.2 y un resumen de las áreas de especialidad se presenta en la Tabla 3.7.

En general, son muy pocas las empresas que trabajan en microcentrales (< 100 kW), por lo que la mayoría de las registradas tienen experiencia en desarrollo sobre esta potencia, focalizándose en la actualidad más bien en Pequeños Medios de Generación Distribuida.

En total se catastraron 128 empresas que presentan servicios relacionados con el desarrollo de proyectos hidroeléctricos en diferentes rangos de potencia, pero mayormente en el rango de las minicentrales o superiores cuyas áreas principales de servicios se clasifican por especialidad en los rubros que se presentan en la Tabla 3.7, de la siguiente página.

Se considera que si bien estas empresas presentan mayor experiencia en tamaños sobre el rango de las microcentrales tiene interés especialmente si se presentan varios proyectos para construir.

Un aspecto importante a señalar es que en general cuando hay apalancamiento bancario en los proyectos de centrales hidroeléctricas, los bancos optan por empresas reconocidas e mayor tamaño por la seguridad que brindan, aún cuando esto puede significar sobrecostos.

Tabla 3.7 - Resumen de servicios prestados por empresas consultoras experiencia y/o interés en participar en el desarrollo de proyectos micro y mini hidro hasta 250 kW.

Servicios de Especialidad	Total
Asesoría de ingeniería y Representaciones	1
Asesoría en Ingeniería ERNC y Generación de Energía	1
Asesoría y estudios de Ingeniería	1
Construcción Centrales Hidroeléctricas Llave en Mano	1
Consultor ambiental- Ing. forestal- Magister en medio ambiente	1
Consultor Energético	1
Consultoría Ambiental	1
Consultoría en Recursos naturales	2
Desarrolladores - Generadores	32
Desarrollo PMGD y representaciones	1
Diseño Desarrollo operación y Mantenimiento de instal. ERNC	1
Empresa Consultora de Proyectos de Ingeniería y Estudios Medio Ambientales	1
Empresa de Ingeniería	1
Energía-Minería -Infraestructura	1
EPC proyectos hidroeléctricos	1
Equipos de Ingeniería	1
Equipos electro e hidromecánico	1
Equipos electro e hidromecánicos para centrales mini hidro "llave en mano"	1
Estudios Ambientales y Procesamiento de Datos	1
Generación	2
Geodesia y Topografía	1
Holding de participación en el sector de las energías	1
Importación de maquinaria para producir electricidad	1
Ingeniería	15
Ingeniería y Consultoría	18
Ingeniería Ambiental	2
Ingeniería Ambiental Arquitectura	2
Ingeniería Provisión y Construcción (EPC)	2
Ingeniería y Construcción	4
Ingeniería y Montaje de Instalaciones y Mantenimiento	1
Ingeniería, Consultoría Agua, Geoquímica, Ambiental, Administración	1
Ingeniería, Consultoría, Construcción, Minería y Metalurgia	2
Ingeniería, Geofísica, Geodesia, Topografía	1
Ingeniería, Instalaciones Eléctricas, servicio camión grúa	1
Ingeniería, representaciones	1
ingeniería, Tecnología Ambiental, Prevención de Riesgos	1
Materiales y soluciones, tecnología renovable	1
Montaje mecánico, eléctrico, automatización; puesta en marcha y capacitación operadores	1
Proyectos y Asesorías Ambientales	1
Proyectos, asesorías y servicios de ingeniería hidráulica	2
Servicios de ingeniería comercialización y arriendo de equipos	1
Servicios de Ingeniería Hidráulica , civil y ciencias de la tierra	1
Servicios de Ingeniería para Centrales Hidroeléctricas	3
Servicios de ingeniería y Consultoría de proyectos	1
Servicios de ingeniería, supervisión de obra construcción	1
Servicios y proyectos de ingeniería energías renovables, hidroelectricidad y geotermia	1
Suministro electromecánico, hidromecánico y servicio de energía	1
Suministro Electromecánico, servicios de ingeniería sistemas de control	2
Topografía Geomensura Trabajos Aéreos, Geotectonicos	1
Total	124

Fuente: Elaboración propia

3.5. Demanda de servicios de postventa en proyectos de MCH hasta 250 kW (v)

En este punto se hace una identificación y análisis de la demanda de servicios de post venta, servicio técnico y mantención para proyectos de microgeneración hidroeléctrica.

Si se quiere hablar de la experiencia con micro centrales hidroeléctricas en Chile, los casos son variados. Por ejemplo, en el caso de la ex empresa MTF LTDA., una falla en la micro central Caleta Gonzalo, Parque Pumalín por rotura de un álabe del rodete debido al ingreso de una piedra, requirió que el cliente enviara el rodete al taller en Concepción para su reparación; en otros casos, como fallas en los reguladores electrónicos de carga por caída de rayos, también se solicitaron servicios ya sea en el sitio o bien la reparación por parte del proveedor. Pero este tipo de solicitudes y servicios generalmente solo se hace cuando los propietarios son privados.

En los casos equipos de micro centrales de gestión comunitaria, con participación de la Comisión Nacional de Energía y municipalidades, la situación es muy diferente. Si tomamos el caso de las micro centrales del Valle del Río Puelo, Comuna de Cochamó, el único sistema que opera bastante bien y con buen mantenimiento es la Mini Central de Llanada Grande (120 kW). Por una parte, el sistema Llanada Grande es un villorrio relativamente grande y por otra, tiene hay una estructura organizacional adecuada que garantiza un pago de tarifas.

En el estudio realizado para el Ministerio de Energía por SGL SpA **"Evaluación Ex – Post Proyecto de Electrificación comunidad de Llanada Grande, Paso El León, Segundo Corral y Valle El Frío mediante la implementación de microcentrales hidroeléctricas"** (2014), se llegó a la conclusión - después del análisis de la información recopilada en las encuestas de calidad de servicio - que en el caso de las microcentrales de Segundo Corral, Valle El Frío y Paso el León la situación es diferente; por una parte, la población en cada lugar es muy pequeña y por otra, las tarifas no alcanzan a lograr acumular un fondo para mantenimiento. Otro problema radica en que estas comunidades están muy aisladas de las cabeceras de comuna (ver figura 3.4 con mapa de localización, en la página siguiente). Por ejemplo, en Paso El León el acceso es por Argentina y los costos de un servicio ya sea de reparación o mantenimiento son altos. En esta situación, los pobladores optan por solicitar al municipio que envíe un técnico desde Cochamó, observándose en terreno que este puede llegar con varias semanas de atraso por lo que la turbina seguía operando sin el regulador mecánico ajustándose provisoriamente en forma manual ,manteniendo el nivel de agua constante en la cámara de carga, dependiendo del caudal diario disponible.

Una situación similar a la descrita se verificó en el estudio realizado para la Subsecretaría de Energía por INTE Ltda. **"Evaluación Ex Post Proyecto de Electrificación mediante Microcentrales Hidroeléctricas localidades de El Mally y Quebrada Medina, e instalación de una pico-central hidroeléctrica individual, en la comuna de Colbún, de la Región del Maule"** (2012), en el cual dos microcentrales El Mally y Quebrada de Medina en la Comuna de Colbún y a las microcentrales de Camar, Socaire, Talabre y Río Grande, en la Comuna de San Pedro de Atacama, según el Informe Final realizado por River Consultores **"Diagnóstico de las capacidades en el desarrollo y gestión de proyectos ERNC a pequeña escala en las regiones de**

"Antofagasta y de Los Ríos y sus comunas asociadas" Diciembre de 2015, donde se constata que las micro centrales han presentado fallas por falta de mantenimiento y carencia de apoyo técnico.

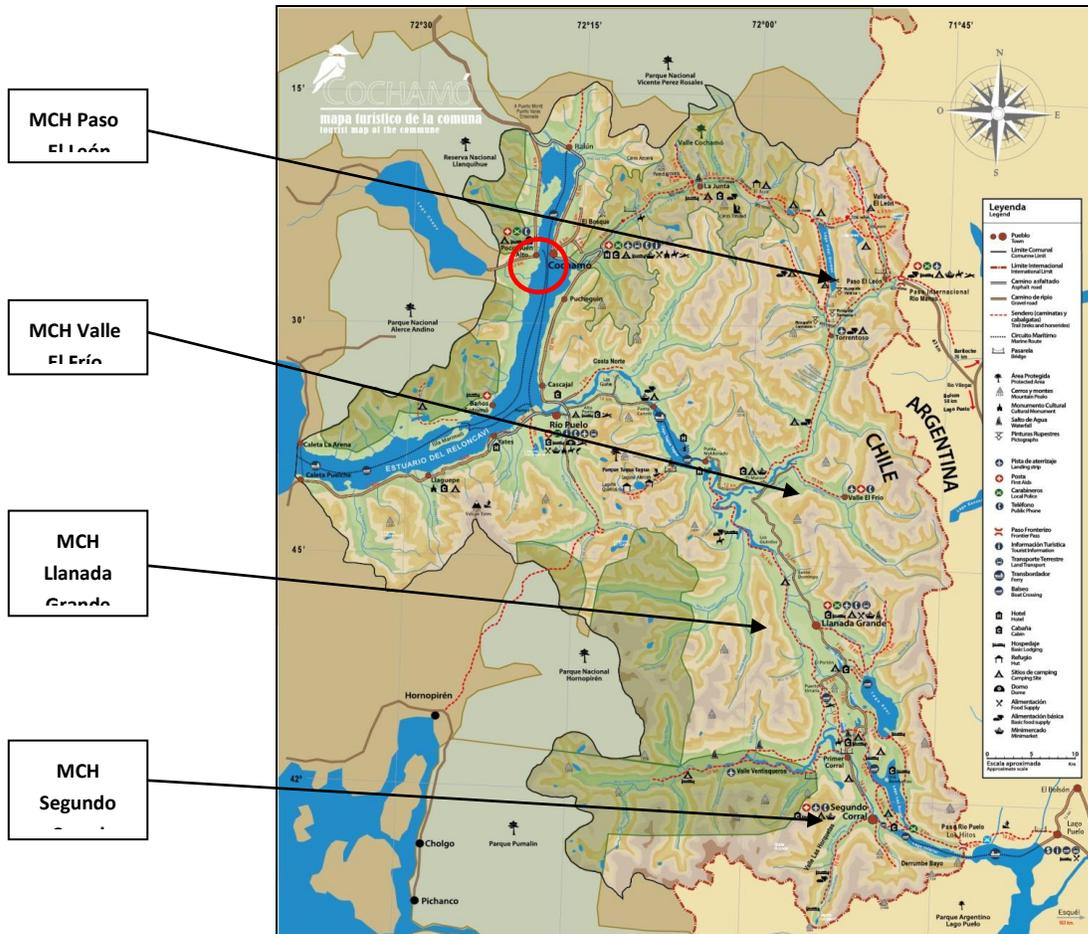


Fig. 3.4 - Localización centrales Llanada Grande, Segundo Corral , Valle El Frío y Paso El León, en la zona precordillerana de la Comuna de Cochamó, Región de Los Lagos.

Fuente: Elaboración propia

Si bien los ejemplos de referencia indicados no son muy adecuados ya que la situación de proyectos de micro centrales aisladas para electrificación rural es distinta a las asociadas a sistemas de riego, sirven bien para el análisis de la sostenibilidad de los emprendimientos. En el caso de implementación de estos proyectos con apoyo de la Ley de Fomento, el proveedor deberá asegurar un servicio post venta que al menos cumpla con lo presentado en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8 - Servicios de post venta, servicio técnico y mantención para proyectos de microgeneración hidroeléctrica requeridos para operación de microcentrales.

Tipo de requerimiento	Itemizado
Servicio Post Venta	Línea telefónica y contacto vía electrónica con fabricante y proveedor local. Visita a terreno por técnico (frecuencia y calendario comprometido) durante el período de garantía del equipo (mínimo unas tres visitas durante unos 18 meses). Stock de repuestos recomendado por el fabricante para el mantenimiento preventivo para 2 años de operación normal.
Herramientas	Juego de llaves punta Juego de dados Juego de desarmadores planos y estrella Juego de llaves "Allen" Llave francesa Juego de limas planas, triangular, redonda y media luna. Alicates: universal, de presión, de punta Combo y martillos de peña y de uña Marco de sierra Tornillo de banco de 6" Galgas y tijera Pie de metro Regla de acero y nivel Plomada
Instrumental (eléctrico)	Multímetro con pinza y terminales Probador de corriente
Equipo de seguridad industrial	Guantes de cuero y de jebe 10 kV Arnés de seguridad Estrobos Protectores de oído Linterna Casco de seguridad
Insumos	Grasa base de Litio Aceite lubricante para reductor
Instructivos	Lista de operaciones básicas visible en pared de la Casa de Máquinas Manual de Operación y Mantenimiento (en idioma español)
Registros	Libro de obras Bitácora de Operación y Mantenimiento
Misceláneos	Engrasadora y aceitera manuales Teclé con capacidad de izado según peso de componente mayor

Fuente: Adaptado de Briceño, Eduardo; Rafael Escobar y Saúl Ramírez *"Manual de capacitación en operación y mantenimiento de pequeñas centrales hidráulicas"*. Lima: Soluciones Prácticas-ITDG (2008).

3.6. Análisis comparativo del suministro de equipamiento para instalaciones de MCH hasta 250 kW (vi)

En este punto se realiza un análisis comparativo del suministro local con una cadena externa de suministro (o proveedores internacionales representados o instalados en Chile), considerando además diferencias de costos y las ventajas (o desventajas) de contar con proveedores chilenos que garanticen suministro, calidad y tiempo de reposición de equipos, productos y servicios.

En 1985 el Profesor Michael E. Porter de la Escuela de Negocios de Harvard introdujo una definición de cadena de valor como *"la suma de los beneficios percibidos que el cliente recibe menos los costos percibidos por él al adquirir y usar un producto o servicio"*. El análisis de la actividad o producto busca identificar ventajas competitivas cuando la incorporación de atributos diferenciadores se hace en la forma menos costosa y mejor diferenciada que la competencia, por lo que la conformación reside en todas sus actividades generadoras de valor agregado y por los márgenes que éstas aportan. Una cadena de valor genérica está constituida por tres elementos básicos:

Las **Actividades Primarias**, que son aquellas que tienen que ver con el desarrollo del producto, su producción, las de logística y comercialización y los servicios de post-venta.

Las **Actividades de Soporte** a las actividades primarias, como son las de administración de los recursos humanos, las de compras de bienes y servicios, las de desarrollo tecnológico (telecomunicaciones, automatización, desarrollo de procesos e ingeniería, investigación) y las de infraestructura empresarial (finanzas, contabilidad, gerencia de la calidad, relaciones públicas, asesoría legal, gerencia general).

El **Margen**, que es la diferencia entre el valor total y los costos totales incurridos por la empresa para desempeñar las actividades generadoras de valor.

Cuando se compara un proveedor externo de microturbinas como elemento de la cadena de valor en la Actividad Primaria están en el desarrollo del producto un control de proceso en la línea de producción, generalmente bajo Norma ISO 9001 - 2000, una logística que les permite garantizar un plazo de entrega con márgenes de cuatro (4) a seis (6) meses con variaciones menores a dos (2) semanas en los despachos, línea estandarizada de productos (gráficas con rangos de aplicación y/o modelos a fabricar y una comercialización con márgenes controlados de los distribuidores y servicios post-venta con despachos rápidos de partes y repuestos.

Con respecto a las Actividades de Soporte, destaca en los productos el servicio on-line para el software, la actualización de procesos de control y la investigación que conlleva mejoras. Por ejemplo, en las turbinas DIVE (Alemania) la empresa optó por un cambio de proveedor de los inversores pero mantiene el mismo servicio para los equipos del proveedor anterior garantizando la operación sin fallas de los mismos; también la empresa da soporte desde su casa matriz en Alemania (vía Internet) para el software.

Cabe destacar que en la licitación de las micro centrales hidroeléctricas en el Valle del Río Puelo, Comuna de Cochamó, en las bases técnicas se indicaba que los proveedores debían entregar acceso remoto de control vía radio o satelital, pero ello finalmente no se realizó.

Cuando se trata de Margen el concepto debe ser analizado en el Ciclo de Vida del producto y no como el desembolso inmediato correspondiente al costo de adquisición en el momento de realizar la compra, ya que ello distorsiona el concepto de costo total para un producto durante toda su vida útil. Lo que realmente debe primar, más que el precio, es la calidad del producto, su confiabilidad, servicio de post-venta y suministro de repuestos. Se debe preferir un equipamiento que cumpla con dichas condiciones y represente menores costos de operación para el propietario y una operación segura por varios años más que un producto de un nivel tecnológico muy inferior.

Como referencia, si se compara una turbina Kaplan italiana de 250 kW, cuyo costo unitario es de 650 - 700 [Euros/kW] con una de procedencia china de similar potencia, el precio del equipamiento en esta última es del orden de un 30 % inferior; ahora bien, en el caso de microturbinas (bajo 100 kW) es de esperar entre ambos orígenes de fabricantes diferencias de hasta un 50% en el precio de compra (Fuente: Cristián Romero, Ing. Civil (Director Apemec) Comunicación Personal, febrero 2016).

Con respecto a repuestos de origen, en la instalación de MCH Gorbea (PMGD de 250 kW), una vez detectada la falla los tiempos de reposición son de alrededor de una semana y el despacho es aéreo - en un caso de falla mayor - respaldado el propietario por seguros de lucro cesante.

Cuando se trata de un proveedor internacional la cadena de suministro se activa con el formulario de solicitud de provisión de equipos que por lo general se realiza al final de una evaluación preliminar del sitio en la cual se definen las condiciones relacionadas con los derechos de agua, uso de la energía, altura de caída, distancia entre el punto de captación y restitución y el caudal de diseño.

El nivel de exigencia de un proveedor extranjero y de su representante en Chile establece que, en general, la seriedad y formalidad de la respuesta de éste depende del nivel de avance y calidad de proyecto o etapa de desarrollo en que este se encuentre; ó en otras palabras, ningún proveedor serio de equipamiento va a cotizar sin que haya un respaldo fundado en un proyecto de ingeniería con un buen nivel de análisis de las condiciones del sitio. En la Tabla 3.9 se resumen los requerimientos de información de cuatro proveedores al cliente cuando este solicita cotizar equipamiento para una microcentral hidroeléctrica.

Tabla 3.9 - Comparativo de requerimientos técnicos para solicitud de provisión de microcentrales por diferentes fabricantes europeos

Parámetro	Proveedor			
	Irem SpA (Italia)	Ossberger (Alemania)	Wiegert & Bahr (Austria)	CINK (Rep. Checa)
Estado avance y tipo de proyecto	No	Si	No	Si
Tipo de Generador y Modo de Operación	No	Si	Si	Si
Calidad de agua	No	Si	No	Si
Definición de Cargas (consumos)	Si	Si	Si	Si
Altura de carga, longitud de trazado	Si	Si	Si	Si
Caracterización tubería (longitud, material, espesor de pared)	Si	Si	Si	Si
Caudal medio mensual (Ene. - Dic)	No	Si	Si	Si
Curva de Duración de Caudales	No	Si	Si	Si
Caudales (diseño y mínimo)	Si	Si	Si	Si
Tipo de Línea eléctrica (definición y características)	Si	Si	Si	Si
Esquema de instalación (diagrama)	Si	Si	Si	Si
Altura sobre el nivel del mar	Si	Si	Si	Si
Distancia entre eje de turbina y nivel de agua a la salida de la Casa de Máquinas	Si	Si	Si	Si
Definición clara de alcance de suministro	No	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia a partir de cotizaciones realizadas por consultor

Como se puede verificar por los contenidos requeridos de la Tabla 3.9, el nivel de proyecto para definir la solicitud de equipamiento es alto, si se compara con la de un proveedor o fabricante nacional, siendo una de las razones fundamentales que estos fabricantes procedan de esta manera es que les importa que su equipo quede instalado en las mejores condiciones posibles. Ello demuestra responsabilidad, respalda el prestigio y ayuda al marketing, asegurando que sus equipos operen de modo sostenible por muchos años, si se cumple con el mantenimiento preventivo que ellos recomiendan en sus manuales de operación y mantenimiento.

Considerando lo anteriormente expuesto se hace necesario que la provisión de los equipos y la comparación de los mismos se haga considerando y ponderando los atributos que cada uno de los fabricantes ofrece en su cadena de valor tanto en lo que respecta a la calidad de la manufactura, el servicio post-venta y el margen de diferencial de precios.

Existen muchas ventajas en emplear producto importado frente al nacional pero también debe considerarse que las instalaciones con equipamiento de fabricación local - en especial en asentamientos aislados - han tenido tiempos de operación superiores a 10 años con muy bajo o ningún tipo de mantenimiento, que es lo que se ha podido comprobar por ejemplo en la central de Puerto Edén.

3.7. Identificación de ventajas y barreras de las tecnologías disponibles

- Actualmente la provisión de equipos no está sometida a ninguna norma y no hay ningún organismo que tenga autoridad para exigirlo. Las únicas normas que se deben cumplir son para las obras de arte que están debidamente reguladas por el Código de Aguas cuando se intervienen los cauces y la inspección y autorización de los mismos ya sea por la Dirección General de Aguas (DGA) y/o por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas
- La principal barrera corresponde a la tramitación de una DIA por intervención de cauces naturales cuando las aducciones superan los 2 [m³/s].
- Se ha constatado en los proyectos PMGD, en algunos casos, que las empresas distribuidoras han sido demasiado lentas para realizar las tramitaciones de solicitudes de conexión, y al no estar regulados los costos de estas, se han cobrado elevados valores por realizar el trámite y la supervisión del mismo.
- Si en este caso la microturbina está dentro de lo que es "Net Billing" (sistemas de hasta 100KW) no debiera haber ni trámites de larga duración, ni cobros abusivos. Según lo establecido en la ley, cada empresa distribuidora deberá mantener publicado los costos asociados a la conexión, entendidos como aquellos que la empresa distribuidora eventualmente cobra para formular las respuestas a las solicitudes de información y de conexión, y los costos asociados a las actividades de supervisión que se realizan al momento de conectar el equipamiento de conexión. Dichos costos se encuentran publicados en las páginas web de las empresas distribuidoras, en los tarifarios de "servicios no regulados". Al mismo tiempo la normativa define plazos máximos para cada etapa del proceso de conexión a red.
- La rentabilidad de una microcentral está dada por el porcentaje de consumo respecto de la producción por lo que cuando no exista posibilidad de conexión debiera ver aplicaciones locales para poder aumentar el consumo final (refrigeración, calefacción, producción de hielo, etc.).
- El servicio post-venta y garantías son dos aspectos que deben ser abordados por los proveedores de turbinas con una buena capacitación y presencia de técnicos locales.
- La capacitación de los operadores es un tema que el proveedor debe abordar en forma eficiente y seria ya que en los diagnósticos de los proyectos de Cochamó y Colbún se pudo constatar que hay falencias en la preparación de las personas, del servicio de mantenimiento propiamente tal, como también de lo inadecuado de las instalaciones en términos de riesgos para personas.
- La fiscalización en la recepción de las obras por ejemplo mallas de tierra de la instalación y de los transformadores era deficitaria en el caso de Cochamó que da

cuenta que la supervisión en la entrega no es la adecuada por la contraparte y/o las autoridades.

- Por las condiciones del sistema económico chileno no se visualiza un crecimiento del mercado de fabricantes nacionales en el rango de micro-turbinas entre otras cosas por la baja y esporádica demanda, el costo de mano de obra y materiales en Chile y los precios de los fabricantes extranjeros.

Es esperable que haya más bien un creciente interés por representar a proveedores extranjeros más que por crear capacidad de manufactura local, a lo más es posible que en el rango de pico-turbinas haya interés en integrar sistemas híbridos (sistemas con inversores), ya que los componentes pueden ser obtenidos en el mercado internacional (pico-turbinas, inversores, etc.)

- Haciendo un paralelo con la experiencia de CORFO en subsidios para PMGD (casos de Mini-centrales de Dosal y Viña San Pedro Tarapacá) la situación puede ser muy similar en las micro-turbinas ya que desde el punto de vista de la rentabilidad los proyectos son inviables desde el punto de vista económico, pero con el subsidio se hacen rentables ya desde aportes a la inversión del orden del 60 - 70 % a valores de la energía de 70 - 75 [US\$/MWh].
- En micro-turbinas si no hay una adecuada supervisión para el equipamiento por la baja capacidad técnica local para realizar trabajos de mantenimiento preventivo y/o correctivo, debiera prescindirse del empleo en proyectos de turbo-maquinaria china, especialmente cuando este es suministrada por proveedores sin trayectoria conocida ó experiencia en el mercado.

Un requisito que se les puede solicitar es la certificación de equipos operando en el mercado del tamaño y configuración similar a la que se requiere, de esta forma una barrera alta elimina competencia de baja calidad técnica en la que el precio puede constituir su única ventaja competitiva frente a otros equipos.

También algunos operadores han manifestado que debe exigirse que todo el material y la documentación del equipo respecto de operación y mantenimiento esté en idioma español.

- Cuando se comparen tecnologías los consultores deberán verificar que los rendimientos sean efectivos del equipamiento. Por ejemplo, en el Tornillo de Arquímedes algunos fabricantes presentan cuadros de rendimiento mecánico, pero no incluyen el multiplicador ni la etapa de conversión eléctrica de los inversores, de esta forma un rendimiento solo de la parte mecánica (aproximadamente 90 %) se reduce un 15 % adicional por los componentes mencionados resultando un rendimiento real es del orden de 77 %, en el punto nominal de operación.

Todo fabricante debe presentar una curva de Rendimiento [%] versus Q/Q_{max} para su equipamiento, de la forma presentada en la figura 3.5

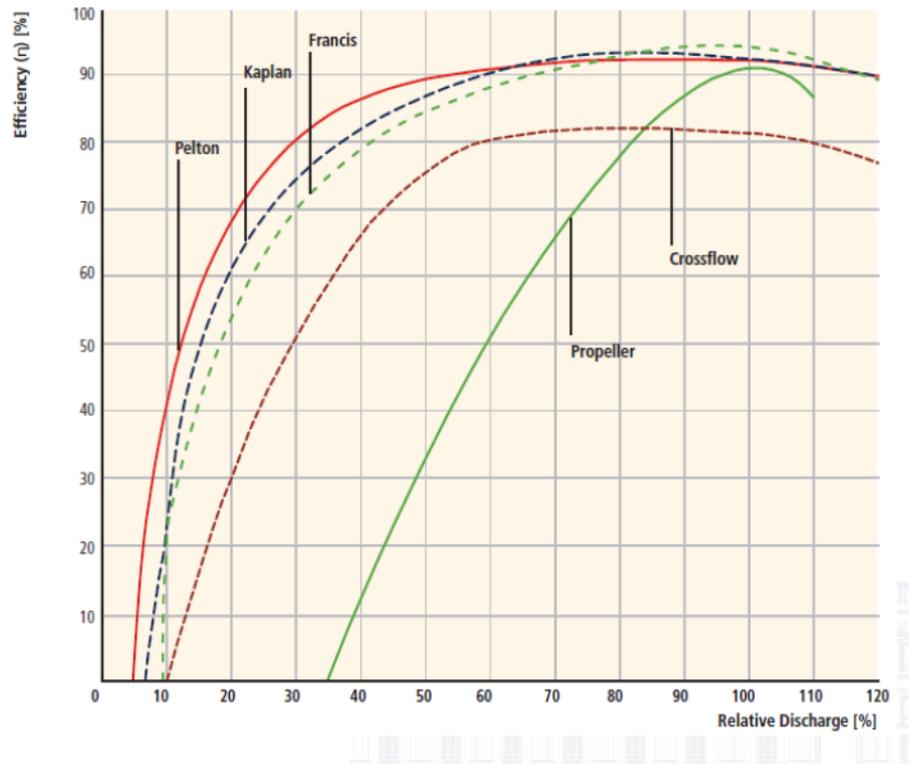


Fig. 3.5 - Curvas típicas de rendimiento para diferentes tipos de turbinas
Fuente: Vinogg, L., and I. Elstad (2003) "Mechanical Equipment". Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, 130 pp.

Tabla 3.10 - Resumen de ventajas y desventajas de turbinas de reacción, impulso, gravitacional e hidrocinéticas (1 de 3).

Axiales (Hélices)		
Imagen Referencial	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • Buena adaptación a caudales variables. La curva de rendimiento se presenta plana sobre un amplio rango de variación del caudal nominal. • Las pérdidas por roce sobre los álabes son considerablemente menores debido al bajo número de álabes usado en las turbinas Kaplan. • Pueden usarse en bajas caídas lo que lleva a un bajo costo en tubería de presión. Las turbinas tienen alto rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • La regulación simple no se adapta fácilmente a las variaciones de altura de caída. • Requieren operar con altos caudales. • Tienen dificultades para mantenimiento y limpieza. • Los álabes del rodete y los alabes directrices en la admisión deben tener ajustes comandados por el caudal. • Costos altos de diseño, fabricación y montaje. • Variaciones invierno y verano de la cota del río afectan el rendimiento. Por ejemplo, en invierno la diferencia de cota de aguas arriba con la de aguas abajo disminuye y ello significa menor potencia.
Francis		
Imagen Referencial	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • Las variaciones operacionales de la altura de caída se pueden controlar fácilmente en las turbinas Francis. • La razón entre la máxima y la mínima altura de caída puede ser hasta dos veces en la turbina Francis. • La altura de caída puede utilizarse aún cuando la variación de la cota en la restitución sea relativamente alta comparada con la altura total. • El rendimiento de la turbina Pelton disminuye más rápido con el desgaste que en la turbina Francis. 	<ul style="list-style-type: none"> • El agua con sedimentos puede causar un rápido desgaste en turbinas Francis rápidas. En su paso a través de los álabes directrices y las tapas de la carcasa, puede reducir el rendimiento total en un alto porcentaje; especialmente turbinas más pequeñas. • La inspección y mantenimiento de una turbina Francis es un trabajo más difícil que en una turbina Pelton equivalente. • La cavitación es un peligro siempre presente en las turbinas de reacción; si se eleva del nivel de piso de la casa de máquinas para evitar inundaciones puede llevar a un sinnúmero de complicaciones por cavitación. • Si se opera bajo el 50% de carga por períodos largos, la Francis no perderá rendimiento pero el peligro de cavitación aumentará. • Tienen dificultades para mantenimiento y limpieza. • El efecto de golpe de ariete en la Francis es más difícil de reducir que en las turbinas de impulso.

Tabla 3.10 - Resumen de ventajas y desventajas de turbinas de reacción , impulso, gravitacional e hidrocinéticas (2 de 3).

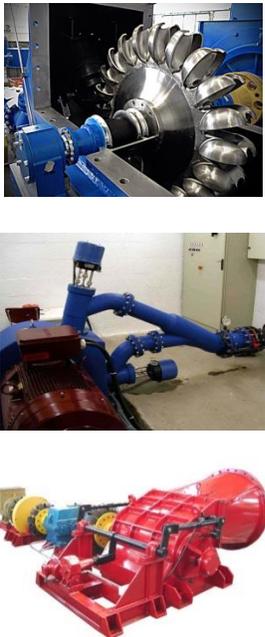
Impulso		
Imagen Referencial	Ventajas	Desventajas
	<p>Las turbinas de impulso son generalmente más apropiadas para aplicaciones en micro centrales comparadas con las turbinas de reacción porque tienen las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mayor tolerancia a la arena y partículas en el agua, • mejor acceso a las partes móviles, • no hay sellos entre eje y carcasa. • fácil fabricación y mantenimiento. • rendimiento mayor a cargas parciales. 	<ul style="list-style-type: none"> • La mayor desventaja de las turbinas de impulso es que son inadecuadas para sitios de bajas caídas porque por su baja velocidad específica requiere de altas razones de amplificación (multiplicador de RPM) para acoplar un generador estándar. • Las turbinas de flujo cruzado, Turgo y Pelton de varios inyectores son adecuadas para caídas medias. Las Pelton de varios inyectores tiene la desventaja de una complejidad adicional dada por el manifold distribuidor y sus válvulas. • La principal desventaja de la turbina de flujo cruzado es el rendimiento más bajo comparada con una turbina de reacción. • Cuando la altura de carga es superior a 150 [m] se recomienda hacer un análisis de agua para ver los sólidos en suspensión y evaluar el tamaño de partícula a eliminar en el sedimentador.

Tabla 3.10 - Resumen de ventajas y desventajas de turbinas de reacción , impulso, gravitacional e hidrocinéticas (3 de 3).

Tornillo de Arquímedes		
Imagen Referencial	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • Muy rentable en cuanto a costo comparadas con las ruedas hidráulicas. • Mejor rendimiento a cargas parciales comparadas con las ruedas hidráulicas. • Simples de usar, instalar y mantener. • No requiere excavaciones complejas. • Descansos durables por su baja velocidad. • Robustas, resistentes al desgaste y confiables. • No requieren reja fina; resistente a impurezas flotantes y compatibles con el paso de peces. • Pueden aplicarse a caídas tan bajas como 1 metro y caudales tan pequeños como 0,1 [m³/s]. • Los tornillos pueden revestirse con compuestos nano-cerámicos resistentes a la abrasión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Variaciones en la altura durante el año generan cambios en la producción. • Requiere caudales altos para operar. • El mantenimiento del rodamiento inferior es difícil de realizar. • Bajas rpm de giro requieren multiplicador y esto reduce la eficiencia. • Para alta eficiencia los T. de Arquímedes necesitan operación con rapidez variable. • El tornillo es muy grande para importarlo ya que el flete eleva el costo significativamente. <p>El proveedor deberá ver la forma de integrar fabricante nacional de forma que este componente sea hecho en Chile para que pueda competir con otras turbinas.</p>
Turbina hidrocinética		
Imagen Referencial	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere altura de caída ya que solo emplea la energía cinética de la corriente. • Instalación en cauces naturales de gran profundidad o bien en cauces artificiales con obra civil que canalice el agua con una velocidad en lo posible superior a 1 [m/s]. • Pueden ser instalados en estructura fija ó móvil. 	<ul style="list-style-type: none"> • En cauces naturales el rotor puede ser dañado por palos o basura en suspensión que ingrese al rotor y obstruya el giro. • Potencias bajas. • Se requieren velocidades mínimas para operar • El rendimiento es del orden de 0,50 [kW/m²]. • En invierno, si las crecidas no son controladas o se toman las debidas precauciones el daño sobre la estructura puede ser irreparable.

Fuente: Adaptado de Unión Europea "Comparative study of small hydropower stations", Bulgaria-Serbia Cross-Border Programme CCI No 2007CB16IPO006 Enero 2014 y elaboración propia en las hidrocinéticas

3.7.1. Disponibilidad de equipos hidromecánicos (turbinas) nacionales e internacionales, en el mercado nacional.

Levantado el catastro de empresas proveedoras a nivel nacional e internacional se hizo una evaluación de aquellas tecnologías que están presentes en el mercado y de las que tienen potencial y cumplen con los requerimientos para participar de los proyectos de riego bajo 250 kW; la lista no es excluyente y puede incluir a otras empresas que soliciten participar.

Tabla 3.11 - Listado de equipamiento presente y con potencial de entrada en el mercado de micro-centrales para riego.

Proveedor/ Marca	Tecnología en rango micro y mini (< 250 kW)	Sitio web de referencia	Nota
Andritz Atro GmbH (Alemania)	Tornillo de Arquímedes hasta 300 kW. Pelton, Francis y Axiales desde 20kW hasta 30MW.	http://www.andritz.com/index/hydro/pf-detail?productid=7619	a, b
Asian Phoenix Resources Ltd (Canadá)	Baja y alta cabeza 200 W a 1 kW. Turgo de 660 W a 16 kW Flujo Cruzado hasta 50 kW	http://www.powerpal.com/	b,c
Betta Hidroturbinas (Brasil)	Pelton de 1 kW a 500 kW. Flujo cruzado de 1 kW a 500 kW	http://www.bettahidroturbinas.com.br/	a, b
Canyon Industries (USA)	Pelton, Francis, Flujo cruzado de 4 kW a 25000 kW	www.canyonhydro.com	
Cargo & Kraft Turbin Sverige AB (Suecia)	Kaplan y Turgo de 30 kW a 450 kW	http://www.cargo-kraft.se/	
CINK Hydro-Energy s.r.o (República Checa)	Flujo cruzado de 10 kW a 3.500 kW	http://www.cink-hydro-energy.com/	
Clean Current Power Systems Inc. (Canadá)	Hidrocinética de 16 kW a 126 kW	http://www.cleancurrent.com/river-turbines	c
Dive (Alemania)	Axial de 23 kW a 800 kW	http://www.dive-turbine.de/pages/es/referencias.php	a, b
Dulas Ltd (UK)	Proyectos de 100 kW a 2 MW. Representan rejas Coanda	http://www.dulas.org.uk/pns/hydro/design-installation	c
EcoInnovation (Nueva Zelanda)	Baja cabeza, Pelton y Turgo desde 100 W hasta 12 kW (incluye híbridos de turbinas con inversores).	http://www.ecoinnovation.co.nz/	c
Energy Systems & Design (Canadá)	Pelton, Turgo de 0,03 kW a 1 kW.	http://www.microhydropower.com/	c

ENERGYA (Chile)	Proyectos de energía hidráulica . Controles . Representan turbinas Irem Spa de Italia	www.energya.cl	
Entec AG (Suiza)	Pelton hasta 300 kW Hélice de 140 kW	http://www.entec.ch/entecweb/	
Fuchun Industry (China)	Micro "tubular" de 0,5 kW a 30 kW . Turgo, Pelton, Francis y Kaplan del orden de los MW.	http://www.fuchunind.com/product.asp?tid=108,130,131,132,133,134,135,137&n=1	
Gilbert Gilkes and Gordon Ltd (UK)	Soluciones compactas Pelton y Turgo hasta 100 kW y potencias superiores	http://www.gilkes.com/	a,b,c
Global Hydro Energy GmbH (Austria)	Turbinas compactas (modelo Smart) de 100 kW a 500 kW	http://www.hydro-energy.com	a
GR Energia (Argentina)	Pelton, Turgo, Flujo cruzado de 5 kW a 100 kW	www.grenergia.com.ar	b,c
Gugler Water Turbines GmbH (Austria)	Microturbinas de 5 kW a 50 kW Pelton, Francis, espiral , Kaplan hasta 100 MW	www.gugler.com	a, c
Harris Hydroelectric (USA)	Pelton de 0,5 kW a 1 kW	http://harrishydro.biz/	c
Hartvigsen-Hydro (USA)	Microturbinas, partes y piezas.	http://h-hydro.com/New_Site/	c
Hydrolynk (Noruega)	Pelton, Francis, Kaplan de 8 kW a 3000 kW	http://www.hydrolink.cz/en/reference-list/reference-list-34.html	c
Hydrovolts (USA)	Hidrocínicas hasta 15 kW	www.hydrovolts.com	c
IREM (Italia)	Pelton y Banki hasta 500 kW Usan turbinas Ecowatt	http://www.irem.it/ENG/lines/hydro.html	b,c
JLA & Co (Bélgica)	Flujo cruzado de 2 kW a 120 kW	http://www.ilahydro.be	c
Jyoti Ltd (India)	Flujo cruzado de 2 kW a 120 kW	http://www.ilahydro.be/fr/products-services	
Kössler Gesellschaft mbH (Alemania)	Kaplan de 70 kW a 4 MW. Francis de 54 kW a 7 MW. Pelton de 120 kW a 3 MW	http://www.koessler.com/en	
KSB (Alemania)	Bombas centrífugas de 5 kW a 750 kW usadas como turbinas.	https://www.ksb.com	b
Mavel A.S. (República Checa)	Microturbinas modulares de 1 kW a 160 kW. Pelton y Francis hasta 30 MW. Kaplan de 10 kW a 30 MW Bulbo de 30 kW a 20 MW	www.mavel.cz	c
Microwatt (Argentina)	Pelton de 20kW a 70 kW Flujo cruzado de 55 kW a 150 kW	http://www.microwatt.com.ar/index.php/obras	a
Natel	Nuevo diseño de turbina tipo flujo cruzado	http://www.wireless-energy.cl/	b, c
New Energy Corporation (Canadá)	Hidrocínicas verticales de 5 kW a 125 kW	http://www.newenergycorp.ca	c

Ossberger GmbH & Co (Alemania)	Flujo cruzado y axial de 15 kW a 3000 kW	http://www.ossberger.de/cms/es/home/	a,b
Platypus Power (Australia)	Microhidro de 2 kW a 125 kW	http://www.platypuspower.com.au	
Seabell (Japón)	Hidrocíntrica vertical de 1 kW a 20 kW	http://www.seabelli.com/e/stream-guide-e2.html	c
Tanaka (Japón)	Francis , Flujo Cruzado, Pelton y Turgo. No especifican potencias.	www.tanasui.co.jp/productsChartsEn.html	c
Toshiba International Corporation (Japón)	Hydro-eKIDS de 5 kW a 200 kW	http://www.tic.toshiba.com.au/product_range/	b,c
Turbinas Hidráulicas 3HC (Perú)	Michell-Banki de 500 W a 150 kW	http://www.turbinas3hc.com/index.html	
Turbinas Mancini (Chile)	Pelton de 1 kW a 1 MW Banki de 1 kW a 150 kW Francis de 100 kW a 1 MW	http://www.turbinasmancini.cl/product_01.php	a, b
Wasserkraft Volk AG (Austria)	Pelton de 20 kW a 15 MW Turgo de 50 kW a 5 MW Flujo cruzado de 20 kW a 2 MW Francis entrada abierta de 50 kW a 500 kW Francis carcasa espiral de 100 kW a 15 MW	http://www.wkv-ag.com/start.html http://www.wkv.cl/turbinas.html	a, b
WIEGERT AND BÄHR (Alemania)	Francis 100 kW a 6000 kW Kaplan 100 kW a 3000 kW Pelton 100 kW a 5000 kW Flujo Cruzado 35 kW a 500 kW	www.wb-wasserkraft.de	
WWS Wasserkraft GmbH & Co KG (Austria)	Kaplan de 60 kW a 1,3 MW Francis de 13 kW a 3,5 MW Pelton de 10 kW a 5,7 MW	www.wws-wasserkraft.at	
Zeco di Zerbaro & Costa & co SRL (Italia)	Kaplan y Bulbo de 60 kW a 6 MW Francis de 60 kW a 10 MW Pelton de 60 kW a 12 MW Tornillo hidráulico de 30 kW a 150 kW	http://www.zeco.it/	a, b
Zhejiang Jinlun Electromechanical Co., Ltd (China)	Francis y Kaplan de 100 kW a 100 MW Pelton y Turgo de 100 kW a 80 MW Tubular y Bulbo de 200 a 60 MW	http://hydrogenetech.com/productservice.htm	a, b

Fuente: Elaboración propia

Notas:

- a: Con equipos instalados en Chile
- b: Con representación en Chile
- c: Experiencia en híbridos con/sin conexión a red

3.7.2. Análisis de las tecnologías empleadas en MCH hasta 250 kW.

La selección del equipamiento se realiza ya sea en forma genérica por su número específico o bien por la gráfica de selección que entrega cada fabricante para los tipos de turbinas que fabrica. Cada turbina se hace de acuerdo a una solicitud - generalmente un perfil, pre-factibilidad o bien estudio de ingeniería - para las condiciones del sitio. En general, los fabricantes comprometen plazos de entrega de 4 a 6 meses.

Tomando como característica fundamental la oferta de tecnologías podemos decir que estas se resumen a las que se indican en el cuadro siguiente

Tabla 3.12 - Tipos de tecnologías instaladas en Chile rango hasta 250 kW

	Tipo de Turbina	Cantidad	Instalaciones catastradas (ver Tabla 3.4)
Acción	Pelton	20	2, 3, 4, 10, 14, 17, 24, 27, 28, 29, 33, 34, 37, 38, 43, 48, 50, 51, 53, 58
	Flujo Cruzado	27	5, 6, 8, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 20, 21, 23, 26, 30, 31, 32, 35, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 52, 55, 56, 57
Reacción	Semi Kaplan	1	7
	Kaplan	3	9, 22, 49
	Hélice	1	42
Gravitacional	Tornillo Arquimides	2	1, 11

Fuente: Elaboración propia

En relación con las dimensiones y tamaños de turbinas, cuando el fabricante tiene normalizados sus equipos es posible establecer una relación lineal entre Potencia [kW] versus Peso [Kgf] para una misma serie y también se puede indicar que el precio es proporcional a la cantidad de material empleado en la fabricación; en la figura 3.6 se presenta esta relación para las turbinas de Irem Spa de Italia.

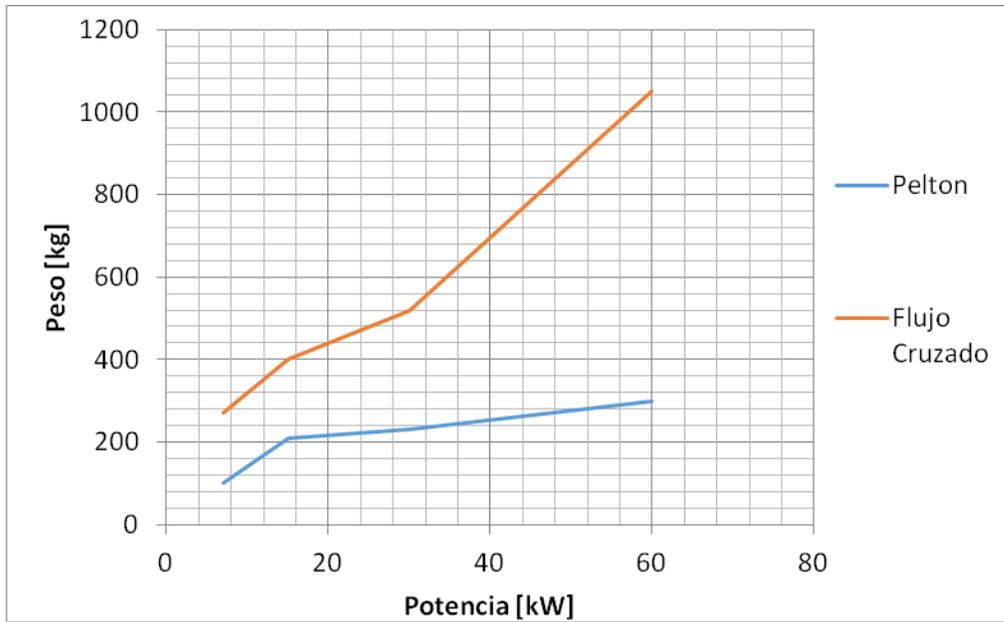


Fig. 3.6 - Relación entre peso y potencia para la serie de turbinas Banki y Pelton fabricadas por Irem Spa de Italia

Fuente: Elaboración propia

Considerando que en una instalación el par caudal - altura va a definir el tipo de turbina a instalar la comparación debe realizarse entre equipos que operen en un rango similar de prestación y por ello se presentan separadamente las turbinas de reacción (aplicables a sitios de altura baja a media y caudales medios a altos) de las turbinas de acción (aplicables a sitios de alta cota a media cota y caudales medios a bajos).

De acuerdo con el análisis ya realizado de instalaciones la mayor parte del mercado de micro-centrales corresponde a instalaciones de tipo Banki, Pelton y en mucho menor grado de axiales, siendo estas últimas instalaciones de potencias por sobre los 100 kW lo que las clasifica como mini-centrales. Para hacer un análisis comparativo de las diferentes turbinas se hicieron cuadros con los factores relevantes separando por una parte las de tipo reacción (Tabla 3.13) Kaplan, Semi-Kaplan y Francis de las de tipo acción (Pelton, Turgo y Flujo cruzado) (Tabla 3.14)

Tabla 3.13 - Cuadro comparativo entre turbinas de reacción Kaplan, Semi-Kaplan y Francis

Factor Analizado	Configuración			Comentarios
	Kaplan (K)	Semi -Kaplan (SK)	Francis	
Variación de caudal	Baja	Alta	Media a baja	Kaplan tiene un rendimiento superior a las otras configuraciones ante variaciones de caudal
Variación de altura de caída en la potencia de salida	Alta	Alta	Alta a Media	En invierno el aumento de caudal puede afectar el nivel en la salida de la turbina, lo que afecta disminuyendo la potencia de salida.
Vórtice en Cámara de Carga	Si	Si (en las de cámara abierta)	Si (en las de cámara abierta)	Diseño incorrecto afecta altura neta y rendimiento en K y SK. En todos los casos de configuraciones el proveedor debe asesorar respecto al diseño y construcción del difusor de salida para evitar cavitación. Los vórtices en la Cámara de Carga deben evitarse con un diseño adecuado de la sumergencia y en casos inevitables, usando balsas anti-vórtices.
Operación del sistema	Complejidad media	Complejidad media	Complejidad media	Factor a revisar con cada proveedor de acuerdo a la tecnología que especifica en la provisión de equipos
Mantenimiento del sistema	Alto	Alto - Medio	Bajo	El mantenimiento depende de la selección realizada de acuerdo con el compromiso del fabricante y la calidad de manufactura que este tenga.
Pérdida de potencia por algas/pasto y sedimentos	Si	Si	Si	A menor tamaño de rotor superior el riesgo de obstrucción es mayor. Diseño debe considerar velocidad y separación adecuadas en las rejillas de admisión. Sedimentos gruesos en canal recomiendan diseño con canal de desbaste previo al desarenador.
Erosión por sedimentos en suspensión	Baja a muy baja	Baja a muy baja	Alta	El grado de reacción de una turbina axial, R, cercano a 0,70 afecta la velocidad de entrada del agua al rotor, c_1 , de la manera siguiente: $C_1 = \sqrt{2(1-R)gh}$ Por esta razón una turbina de impulso, por ejemplo del tipo flujo cruzado que tiene un R muy bajo

				tendrá mayor tendencia a la erosión en el rotor. En las turbinas Francis instaladas con canales de la cuenca del Maipo se requiere un diseño adecuado de sedimentador para evitar erosión.
Acople a generador sumergido	Si	Si	No	Complejo de mantener cuando está sumergido en Kaplan o Semi-Kaplan pero significa un menor costo de casa de máquinas.
Acoplamiento a generador	Indirecto ó directo	Indirecto ó directo	Directo	Debido a la baja rapidez de giro generalmente se emplea caja multiplicadora. Proveedor debe entregar información de mantenimiento para las mismas (cambios aceite, frecuencia de revisión, etc.). Turbinas Francis acopladas en eje vertical son de mayor costo que las de eje horizontal
Transmisión datos a distancia	Si	Si	Si	Controles poseen PLC que realizan transmisión de datos a distancia ya sea on-time u on-line (tiempo real)
Difusor de descarga	Sí	Si	Si	Es posible fabricar el difusor de descarga en Chile en base a planos del fabricante para bajar costos
Representación en Chile	Si	Si	Si	Hay fabricantes internacionales de reconocida calidad con representación y experiencia en instalaciones en Chile que dan servicio post-venta
Experiencia en Chile	Si	Si	Si	Hay experiencia en canales de regadío del río Maipo para turbina tipo Kaplan (PCH Los Morros) y Semi Kaplan (MCH's Purísima y Gorbea) Equipos principalmente de procedencia europea y tamaños superiores a 250 kW.

Obra Civil	Media a baja	Media a baja	Media a Baja	<p>Dependiendo del tipo de configuración K y SK los costos pueden variar en base a factores como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sumergencia del generador determina el mayor o menor costo en Casa de Máquinas - RPM de operación
Costo turbomaquinaria	Alto	Alto - medio	Alto - medio	<p>Valoración en términos relativos indica que Kaplan es generalmente de mayor costo que semi Kaplan, flujo cruzado y Pelton.</p> <p>Un competidor importante para las Francis en potencias menores a 2 MW - por el rango de operación y costo - es la turbina de flujo cruzado</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.14 - Cuadro comparativo entre turbinas de acción Pelton, Turgo y Flujo Cruzado

Factor Analizado	Configuración			Comentarios
	Pelton	Turgo	Flujo Cruzado	
Variación de caudal	Afecta muy poco el rendimiento	Afecta muy poco el rendimiento	Rendimiento baja a caudales menores que el 20% del Q de diseño	Los tres tipos de turbina mantienen un alto rendimiento en un amplio rango de caudales. Tanto Pelton o Turgo pueden ser multichorros para adaptarse a variaciones significativas de caudal. Las variaciones de caudal en las de flujo cruzado se regulan - para mantener un buen rendimiento - con regulación del inyector en 1/3, 2/3 y 3/3 del nominal
Variación de altura de caída en la potencia de salida	Muy baja	Muy baja	Baja a media	Una vez turbinada el agua esta sale a presión atmosférica por lo que el nivel aguas abajo no afecta la generación ; solo en flujo cruzado hay un grado de reacción que puede afectar.
Vórtice en Cámara de Carga	No	No	No	Con buen diseño de la cámara de carga no hay problemas de vórtices (Cálculo de sumergencia y de volúmen según estándares)
Operación del sistema	Complejidad media	Complejidad media	Complejidad media	Factor a revisar con cada proveedor de acuerdo a la tecnología que especifica en la provisión de equipos
Mantenimiento del sistema	Bajo	Bajo	Bajo	El mantenimiento depende de la selección realizada de acuerdo con el compromiso del fabricante y la calidad de manufactura.
Pérdida de potencia por algas/pasto y sedimentos	N/A	N/A	N/A	En el diseño de rejillas, gruesas, finas, desripador y sedimentador por lo general se eliminan partículas menores a 0,3 mm .
Erosión por sedimentos en suspensión	Alta	Alta	Alta	Las partículas de arena en suspensión pueden provocar desgaste por abrasión en los inyectores y álabes de los tres tipos de turbinas. Debe evitarse el ingreso de partículas a la tubería de presión con un diseño seguro del desarenador. En caso de cursos con mucho sedimento fino deben considerarse desarenadores dobles.

Acoplamiento a generador	Indirecto ó directo	Indirecto ó directo	Indirecto ó directo	<p>En las turbinas de Flujo Cruzado normalmente se amplifican las RPM mediante poleas/correas P < 50 kW o cajas multiplicadoras P > 50 kW .</p> <p>La Turgo tiene una velocidad específica más elevada que la Pelton - alrededor del doble - y puede manejar un mayor flujo para el mismo diámetro que una turbina Pelton, con llevando por tanto una reducción del coste del generador y de la instalación.</p> <p>Las Turgo operan en un campo de desniveles en el que se solapan las turbinas Francis y Pelton.</p> <p>Pelton o Turgo pueden acoplarse en eje horizontal o vertical</p>
Transmisión datos a distancia	Si	Si	Si	Controles poseen PLC que realizan transmisión de datos a distancia ya sea on-time u on-line (tiempo real)
Representación en Chile	Si	Si	Si	Hay fabricantes internacionales de reconocida calidad con experiencia en instalaciones en Chile que dan servicio post-venta
Experiencia en Chile	Si	Si	Si	Hay experiencia en MCHs en potencias desde 100 kW y mayores. También en micro centrales asociadas a riego de 10 – 100 kW como por ejemplo las MCH de Talabre, Socaire y Río Grande, San Pedro de Atacama.
Obra Civil	Media a baja	Media a baja	Media a Baja	Los costos de OO CC son de menor incidencia que en los casos de turbinas de reacción.
Costo turbomaquinaria	Medio-bajo	Medio-bajo	Medio-bajo	Los costos de equipo son en general menores que en las turbinas de reacción a igualdad de potencia. El rodete Turgo es más barato de fabricar que el de una Pelton y la turbina también es más económica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.15 - Cuadro comparativo entre turbinas gravitacionales e hidrocinéticas

Factor Analizado	Configuración		Comentarios
	Tornillo de Arquímedes	Hidrocinética	
Variación de caudal	Baja (desde un 15 % del nominal cae fuerte el rendimiento)	Depende de la velocidad de flujo ($Q/A = v$) por lo que incide en forma importante	Las curvas de rendimiento del fabricante (Rendimiento versus Q/Q_{max}) dan cuenta del comportamiento en cada modelo. Los T. de Arquímedes del tipo "velocidad variable " responden mejor a variaciones de caudal.
Variación de altura de caída en la potencia de salida	Alta variación en la potencia de salida	Alta variación en la potencia de salida	En ambos casos el caudal incide en la potencia de salida. Hidrocinética depende de la velocidad elevada al cubo.
Vórtice en Cámara de Carga	N/A	N/A	No contemplan Cámara de carga, solo rejas de limpieza en la entrada
Operación del sistema	Complejidad media	Complejidad media	Multiplicador debe ser de buena calidad técnica así como los inversores para reducir costos de mantenimiento. Idealmente debiera haber servicio on-line vía red para revisar desde fábrica
Mantenimiento del sistema	Medio	Medio	El mantenimiento depende de la selección realizada de acuerdo con el compromiso del fabricante y la calidad de manufactura.
Pérdida de potencia por algas/pasto y sedimentos	Muy tolerante a sedimentos en suspensión .	Alto	En el diseño de rejas debe proteger especialmente de madera y ramas que pueden obstruir el rotor. Revisar el borde de ataque y salida del perfil aerodinámico del rotor.
Erosión por sedimentos en suspensión	Muy buena tolerancia a sólidos.	Baja	En rotores hidrodinámicos debe haber protección especialmente de sedimentos en suspensión y ramas o maderos.
Acoplamiento a generador	Indirecto	Directo	En T. de Arquímedes se hace mediante multiplicador. En Hidrocinética se hace directo a generador de magneto de imanes permanentes, se rectifica a CC y luego mediante inversores y sincronizador se conecta a la red
Transmisión datos a distancia	Si	Si	Controles poseen PLC que realizan transmisión de datos a distancia ya sea on-time u on-line (tiempo real)
Representación en Chile			Hay representantes de Andritz Atro y Zeco de reconocida calidad con experiencia que están en Chile.

Experiencia en Chile	Si	Si	<p>Se está ejecutando la primera instalación en Chile de Tornillo de Arquímedes. (Canal Biobio Sur)</p> <p>En Chile hay hidrocínéticas de manufactura local (ruedas de agua) para generación eléctrica solo hay experiencias aisladas de proveedor en Temuco.</p>
Obra Civil	Alto costos	Recomendable solo en canales existentes con velocidades sobre 1,5 [m/s]	<p>Tornillo de Arquímedes implica un costo alto de obra civil y protecciones, especialmente.</p> <p>La turbina Kaplan y SemiKaplan puede ser más rentable bajo 100 kW y especialmente a potencias mayores</p>
Costo turbomaquinaria	Alto	Alto - Medio	<p>Los costos de T. de Arquímedes son en general mayores que en las turbinas de reacción a igualdad de potencia; en importación el flete es relevante en el costo.</p> <p>Si la hidrocínética es instalada sobre un canal revestido (hormigón armado) ya construido el costo de obra baja significativamente. En cauces naturales hidrocínética solo se puede instalar en ríos profundos.</p>

Fuente: Elaboración propia

4. EXPERIENCIAS EN EL DESARROLLO DE MICROCENTRALES

Durante las décadas de los años 80 y 90, luego de la primera crisis del petróleo, Inglaterra, Alemania y Suiza crearon, por intermedio de la GTZ (Alemania, Actual GIZ) y varias ONG desarrolladoras de tecnologías apropiadas, el Micro Hydro Power Group (MHPG) con el objetivo de desarrollar programas de fabricación de turbinas y transferencia de tecnología para países en vías de desarrollo y apoyarlos en la generación de energía mecánica para molienda de granos y pequeños talleres de energía eléctrica y electrificación rural con micro-turbinas. Dichos programas se implementaron exitosamente en varios países de Asia, Indonesia, África y América Latina. Participaron en ello las organizaciones FAKT (Alemania), Dulas y la Universidad de Nottingham (Inglaterra) y SKAT (Suiza).

En SKAT, con la colaboración de la Bayalu Yantra Shala, pequeña empresa metalmecánica de Kathmandu, Nepal, se desarrollaron diseños y prototipos de turbinas del tipo flujo cruzado o Michell-Banki por ser estos equipos factibles de fabricarse en pequeños talleres metalmecánicos con equipos y máquinas-herramientas convencionales. Varios de los prototipos resultaron exitosos (T-1, T-2, T-3, T-13 y T-15), se editaron los planos y detallados manuales de fabricación para su difusión gratuita a todos los interesados. En cuanto a América Latina, la GIZ y los gobiernos locales, implementaron, los siguientes programas:

- *"Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica"* (PESECA), en Colombia, con fabricación de algunas turbinas Pelton en la empresa Colturbinas con transferencia tecnológica de la fábrica WKV de Alemania e instalación de micro centrales hidroeléctricas (1988-1993)
- *"Programa Micro Centrales Hidroeléctricas del Cusco"* (PROMIHDEC), Cusco, Perú, con fabricación de microturbinas para centros rurales de carga de baterías (1988-1993)
- *"Programa para Energías Renovables de Bolivia"* (PROPER), Bolivia, con desarrollo de tecnologías y transferencia en energías solar, eólica, hidráulica (turbinas) y biogás (1990-1995).

Además, en 1993 se creó HIDRORED, la *"Red Latinoamericana y del Caribe para Pequeños Aprovechamientos Hidroenergéticos"*, una red sin fines de lucro que agrupa a organizaciones y personas interesadas en esta disciplina intercambio de experiencias y desarrollo en el esquema de "networking".

En Perú, la ONG de origen inglés "Intermediate Technology Development Group" (ITDG), actualmente "Practical Action", se estableció a fines de los 80. Actualmente, Soluciones Prácticas ITDG es la mayor sede de dicha organización a nivel mundial, operando con varios programas de desarrollo rural, entre ellos, el exitoso Programa de Micro Hidroenergía que ha logrado implementar más de 50 microcentrales aisladas para electrificación de poblados y villas rurales.

Varios de los programas señalados lograron sus objetivos influyendo y fomentando la formación de empresas locales – talleres y oficinas consultoras - en Nepal, Indonesia, Sumatra, Pakistán, Perú, Bolivia, etc., las que fabrican equipos de buen nivel de calidad e instalan micro-centrales en conjunto con las comunidades rurales.

Este tipo de transferencia ha persistido en el tiempo en países donde hay un gran mercado de demanda por parte de la población aislada y ya van en la transferencia de la turbina de flujo cruzado modelo T 15, que se presenta en la figura siguiente.



Fig. 4.1 - Turbina de flujo cruzado Modelo T - 15 para transferencia tecnológica en Asia y África (modelo estandarizado en diámetros de 300, 400 y 500 mm) (arriba izq. y der.) y acto de presentación de transferencia tecnológica (abajo).

Fuente: Fischer Gerhard (Entec) "*Hydro Power Technology: Training experience in the field*". Presentación en German - Indonesian Renewable Energy Days , 24-26 October 2011 Jakarta, Indonesia

Un aspecto del desarrollo interesante de destacar, es que cuando se fomenta y crea mercado local es posible llegar a un nivel de estandarización de los equipos electromecánicos y componentes para microcentrales, como por ejemplo lo que ha hecho en China el Hangzhou Regional Center for Small Hydro Power (HRCShp) (http://www.hrcshp.org/en/equipment_1.html), con el apoyo de UNIDO.

En el caso de Chile, la cooperación alemana GTZ (actual GIZ) intentó implementar programas similares con financiamiento alemán y cofinanciamiento nacional - en conjunto con el gobierno - durante los años 1993 y 1994, no siendo acogida por las autoridades de la época. Chile no ha sido objeto de programas como los reseñados, en razón a que su nivel de electrificación rural es

muy alto y el mercado para micro-centrales es muy pequeño en comparación con los de aquellos países. A pesar de ello, la empresa de la Región del Bío Bío MTF Ltda., recibió transferencia tecnológica y un curso de capacitación desde SKAT, Suiza en 1992. Con ello fabricó e implementó más de 25 micro centrales, con turbinas Michell-Banki y Pelton, entre los años 1992 y 2013, a lo largo del país, entre las regiones de Iquique y de Aysén.

El que este tipo de transferencia genere desarrollo tecnológico es un hecho demostrable y ello se presenta por ejemplo en Colombia donde la transferencia dio como resultado de una empresa de mediano tamaño como COLTURBINAS y de una de pequeño tamaño como APROTEC que fabrica pico centrales y micro-centrales.

Por tanto, en Chile no hay actualmente **empresas de fabricación nacional de turbinas con el nivel de calidad requerido**, habiendo solamente empresas comerciales que importan y venden turbinas y equipos de fabricación extranjera.

En cuanto a servicios de mantenimiento y montaje las empresas con la experiencia y competencias requeridas son muy escasas.

De acuerdo con la revisión realizada a los proveedores de turbinas en las propuestas de suministro para micro-centrales es esperable que existan unos cuatro (4) niveles respecto de tecnología y precios:

Nivel 1: nivel internacional europeo o americano de grandes compañías.

Nivel 2: nivel internacional europeo o americano de pequeñas o medianas compañías.

Nivel 3: nivel latinoamericano de pequeñas y/o medianas compañías (Argentina, Brasil, Perú, Colombia, Ecuador).

Nivel 4: Nivel nacional pequeñas y/o medianas compañías.

En el Nivel 4 es posible que compitan productos de China que se venden en el mercado, especialmente en lo que respecta a pico-turbinas.

En consecuencia, como los niveles de tecnología pueden ser muy dispares será necesario establecer aparte de las Especificaciones Técnicas, alguna ponderación para las normas de fabricación o certificados de conformidad, ya que algunos productos en partes y componentes tienen procesos de manufactura controlados para productos que los fabrican bajo cierta norma. Para que un producto seleccionado - micro o mini turbina - de un proveedor sea adecuado a las condiciones locales en lo que respecta a su factura o calidad técnica lo que se espera es que es cumplan a lo menos las condiciones siguientes:

- ***Diseño simplificado***

Los encargados de la gestión del proyecto a nivel local deben ser capaces de comprender la tecnología para las micro-centrales; debe existir una capacitación a su nivel y los manuales

deben estar en idioma español. Para poder que las micro-centrales tengan controles simples y de baja probabilidad de fallas, se recomienda que los controles sean del tipo electrónico por frecuencia con disipación por carga balasto.

En el caso de mini-centrales los tableros de control y software de conexión deben tener acceso remoto (web) para el seguimiento, control, ajustes y reparaciones que se requieran.

- **Capacidad local en provisión de partes y servicios**

Para micro-centrales debe existir capacidad de servicio local (taller, servicio técnico o representante del proveedor) que sea capaz resolver problemas de mantenimiento, poder acceder a herramientas, materiales y expertos que lo puedan asistir tanto para el mantenimiento preventivo como correctivo; para mini-centrales el proveedor de tecnología de fabricación no nacional, debe garantizar capacidad en el país para realizar los trabajos que se requieran.

La instalación debe estar provista de un pañol herramientas y stock de materiales (aceite, grasa, otros) que permitan servicios de mantenimiento de rutina diaria, semanal y mensual.

- **Robustez**

El equipamiento de micro-centrales debe ser capaz de soportar las condiciones ambientales extremas locales (temperatura, humedad, altura de operación, etc.), que deben ser indicadas al proveedor al inicio del contrato de suministro.

- **Facilidad de mantenimiento**

Para problemas simples la capacidad técnica debiera poder reparar la falla con materiales y herramientas disponibles localmente.

La inclusión de sistemas de control electrónico de carga (Anexo 1) es fundamental para potencias bajo 100 KW por la simplicidad de mantenimiento, seguridad, bajo porcentaje de fallas y precio.

- **Costo**

Los costos de equipamiento electromecánico de las micro-centrales son del orden de 850 - 2.500 [US\$/kW], variando mucho de acuerdo con la procedencia y el tamaño, siendo este rango un valor de referencia, el inferior sobre 15 kW de potencia y el superior para potencias menores. Con respecto a la distribución de los componentes sobre el costo de proyecto, éste fluctúa entre 3.500 - 6.000 [US\$/kW], estos se distribuyéndose en los órdenes siguientes:

Planeamiento, diseño y administración proyecto: 15 %

Equipos electromecánicos:	25 %
Obras civiles:	35 %
Obras eléctricas:	25 %

Los valores anteriores son muy variables ya que dependen del tipo de esquema a instalar debido a que en la implementación de un sitio con baja altura un caudal alto aumenta significativamente el componente de costo de la obra civil (tubería, obras de arte, etc.) Idealmente es esperable que el costo de operación en una micro-turbina sea del orden de 2 % del valor de proyecto por año; es decir, si un proyecto de 80 kW significó una inversión de 4.000 US\$ / kW, entonces el valor de Operación y Mantenimiento será el orden de unos US\$ 6.400 anual.

Para poder estimar costos reales de equipamiento debe tenerse en cuenta que en el costo por unidad de potencia [US\$/kW] hay diferencias sustanciales entre los precios de el tipo de turbina (flujo cruzado, axial, Kaplan, Pelton, u otro) el origen (Europa/USA, Latinoamérica) y por el tamaño, donde se producen "saltos" de precio; en el rango de micro-centrales hay cambios en el rango de las pico-turbinas (0 - 10 [kW]), en las pico-turbinas entre 10 - 30 [kW] y sobre los 30 [kW].

La fórmula más empleada para entregar precios de instalación para las diferentes turbinas es Costos [US\$/kW] instalado versus altura con la potencia parametrizada, lo que permite para distintas capacidades instaladas entregar un precio independiente del tipo de turbina, como se presenta en la figura siguiente:

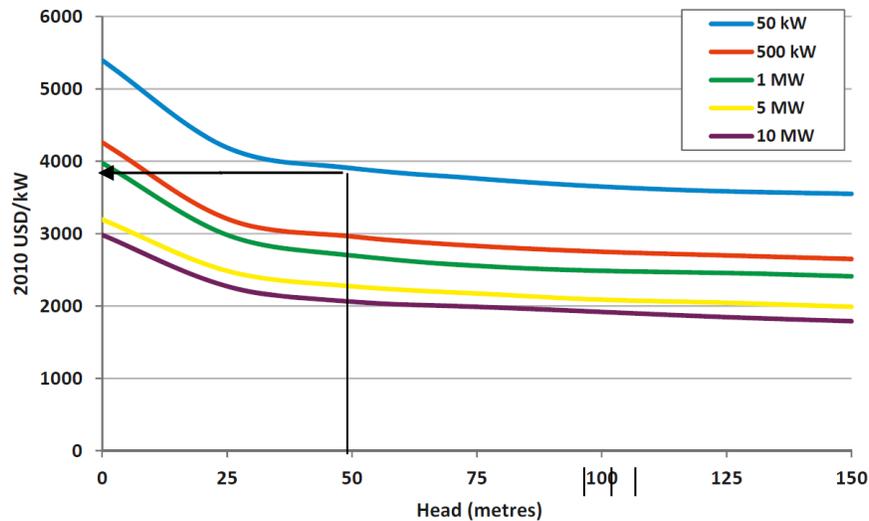


Fig. 4.2 - Costos de inversión en función de la capacidad instalada y la altura de carga

Fuente: IRENA "Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series" Hydropower Volume 1: Power Sector, Issue 3/5, June (2012)

En la figura anterior para una micro-turbina de 50 kW resulta de 3.800 [US\$/kW], por lo que el valor instalado del proyecto sería US\$ 190.000.

Los costos instalados los valores varían significativamente con la localización. Por ejemplo, los proyectos de GIZ en Afganistán varían en el rango de US\$ 3.700 - 5.300 por kW instalado. Este costo comprende la planta, distribución y medidor con apoyo de donaciones. Las plantas entregan energía para unas 600 casas y unos 50 microempresas para hasta unos 100 kW; los usuarios pagan por el consumo de energía y la tarifa cubre la gestión y el mantenimiento del esquema. Para las instalaciones de Practical Action (ex ITDG) en Perú, los valores instalados promedio son de US\$ 3.400 por [kW] (Fuente: <https://www.ashden.org/micro-hydro>).

El costo de equipamiento en base a información aportada (Cristian Romero (Director de Apemec), Comunicación personal, febrero 2016) en cotizaciones realizadas desde el 2009 a la fecha para proyectos de 100 kW la relación de precios para el equipamiento electromecánico entre Europa: Brasil: China era de 3:2:1 (1500: 1000:500 [US\$/kW]), lo que da una indicación de la variabilidad de éstos, según la procedencia de la manufactura y del nivel tecnológico de la electrónica de control. Para establecer precios se consideraron valores de precios de pico y microturbinas del trabajo de Bard J. "*Development of Market and Cost of Small Hydropower Plants in Germany (up to 5 MW)*" Results of a report on behalf of the German Federal Ministry for Economics, Kassel University, Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) (2012) y precios de Turbinas 3HC (Perú), GR Energía (Argentina), Windstream (USA), IREM (Italia) e HydroTasmania (Australia), cuyos resultados se presentan en una modelación en la Fig. 4.3.; los valores en línea segmentada son extrapolados. La turbina fabricada en Brasil es 20 % más cara que los países latinoamericanos graficados.

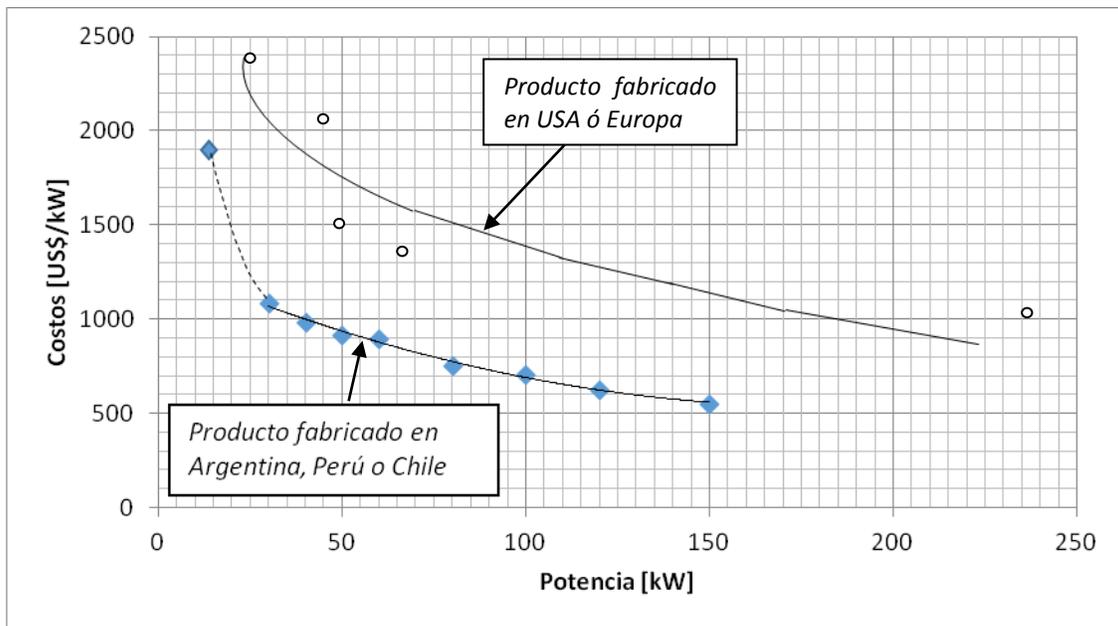


Fig. 4.3. - Valores unitarios turbinas según potencia instalada (Precios, 2016)

Fuente: Elaboración propia

Una ecuación generalizada obtenida de la tesis de Prophet, Ruth "*An Investigation into the Feasibility of a Micro-hydro Installation for the Guardbridge Energy Centre as Part of a Brownfield Redevelopment*". Tesis para optar al grado de Master of Science in Sustainable

Engineering: Renewable Energy Systems and the Environment. University of Strathclyde (UK), Septiembre 4 de 2015, permite calcular el costo de una turbina completa (turbina, generador, control y válvulas accesorias), obtenida de fabricantes como *Alstom, Andritz, Gilbert Gilkes & Gordon Ltd. and Voith Siemens* relaciona la potencia y la altura de carga neta, de la forma siguiente:

$$C_{EM} = K * P^a * H^{-b} \quad [US\$/kW]$$

C_{EM} : Costo equipamiento, en US\$.

H: Caída neta, en metros.

P: Potencia disponible en el eje de la turbina, en kW.

K, a y b, son constantes que se deben definir.

En la referencia, se definen valores para las constantes K, a y b, según información recopilada sobre costos de distintas micro-centrales hidroeléctricas en el mundo, que van de potencias de los 10 kW a los 150 kW. Tomando precios referenciales de cotizaciones en Chile esta constante K tiene un valor promedio estimado de 12.000, por lo que la expresión es la siguiente:

$$C_{EM} = 12.000 * P^{0,56} * H^{-0,112} \quad [US\$]$$

Sin embargo, la ecuación anterior varía bastante dependiendo del tipo de turbina y del origen por lo que para estimar precios a nivel de pre-factibilidad de proyectos en forma más generalizada (turbinas de acción y reacción) de forma que comprenda el universo de turbinas - en base a cotizaciones reales catastradas - se estima el costo del equipamiento en el rango de 15 - 100 kW en función del caudal y altura de operación. En conclusión, para los valores de costo de turbo-maquinaria axial e impulso (producto manufacturado en Europa, USA) se recomienda emplear la siguiente fórmula:

$$C_{EM} = 40.000 * H^{0,53} * Q^{0,75} \quad [US\$] \quad +/- \quad 10 \%$$

De acuerdo a la información de precios en el mercado los valores de las turbinas de flujo cruzado fabricadas en Brasil son del orden de un 20 % inferior al producto europeo y en relación con otros países de Latinoamérica (Perú, Argentina), estos son alrededor de un 35 % inferiores al producto europeo. Respecto de producto manufacturado en China los valores son un 50% inferior a los resultados que entrega la fórmula. Para efecto de estimaciones de costos para proyectos se considera que los valores son puestos en Chile, más IVA (19%).

Se debe tener presente, que una gráfica o una ecuación como la anterior solo entrega precios referenciales, por lo que la única manera de estimar el costo exacto de una turbina y del equipo electromecánico en general, es la de solicitar los precios para cada proyecto específico, directamente a los fabricantes ya que una cotización puede variar notablemente de un fabricante a otro, por múltiples razones que incluso van desde política de la empresa, plazo de entrega, fabricante, tipo de control, producción bajo certificaciones y/o normas, valores de equipos de la competencia, entre otras. Por ejemplo, en la Tabla 4.1 se presentan

requerimientos de fabricación a que están sometidos el equipamiento electromecánico para una central hidroeléctrica en la Comunidad Europea, siendo esta suma de requerimientos el que se obtenga un producto de mayor calidad y garantía lo que significa un precio superior si se compara con fabricantes latinoamericanos de micro-turbinas.

Tabla 4.1 - Requisitos de la CEE en la fabricación de equipamiento electromecánico

Requisito	Alcance del atributo
Etiqueta CE	Significa que el producto satisface todas las normas de funcionamiento y de seguridad vigente en Europa y es estricto en términos de que obliga al fabricante a otorgar una garantía por el producto.
Certificado ISO 9001	Incluye los procedimientos que garanticen la conformidad del producto de acuerdo al cumplimiento de requerimientos. Existe para el proceso un <u>Plan De Control De Calidad</u> detallado que sintetiza y evidencia las pruebas realizadas, incluida la trazabilidad de los materiales usados
Certificado de origen de materia prima	Se aplica por ejemplo para material de fusión y forjado y otros componentes críticos. Certifica que el material está fabricado en Europa con materia prima de proveniencia de la Unión Europea.
Vibraciones	En las turbinas se garantizan los límites de acuerdo a las normas ISO 10816-1, Class III (Large Rigid Foundations), Categoría GOOD.
Pruebas de eficiencia	El servicio que entregará como prestación la turbinas se realiza de acuerdo a norma EN 60041 (Field acceptance tests) para determinar el rendimiento. Aplicable a turbinas hidráulicas, centrales hidroeléctricas con acumulación y bombeo y bombas operando como turbinas.
Material de rodete	Rodetes están fabricadas en acero CA6NM con certificación de origen europeo. Incluye exigencia de trazabilidad del material.

Fuente: Comunicación personal Ondrasikova, Juliana y Paolo Zerbaro de ZECO di Zerbaro & Costa & C. S.r.l., Marzo 4 de 2015.

En el Anexo 1 se ha incluido un listado de proveedores Controladores Electrónicos de Carga para el equipamiento de las micro-centrales hidroeléctricas (MCH) a objeto de enfatizar que todos los diseños tengan considerado este tipo de control a raíz de los problemas detectados en las micro-centrales de Cochamó (Segundo Corral, Valle El Frío y Paso El León) con los reguladores mecánicos, por las razones que se detallan a continuación. El agua se conduce desde las bocatomas hacia las cámaras de carga mediante tuberías de conducción; el volumen total de agua acumulada en pozas y cámaras de carga es muy pequeño ya que estos diseños por razones de costos fueron concebidos para tiempos de residencia menores a dos (2) minutos, lo que hace que el sistema de regulación de carga por control de caudal no pueda operar correctamente pues al aumentar la carga se producen fuertes descensos del nivel del pelo de agua por el alto tiempo de respuesta del servomotor que actúa sobre la válvula de control de caudal, entonces se hace imposible mantener la frecuencia constante en un rango aceptable por las normas eléctricas y para la seguridad de los artefactos. Por ello, dichas MCH están operando a caudal fijo en forma manual, con las dificultades e incomodidades que ello significa.

5. COMENTARIOS

- Desde el año 1967 a la fecha se ha visto creciente desarrollo de centrales pequeñas en Chile, de las cuales el 95% se encuentran en operación, siendo el fin principal el entregar suministro eléctrico a zonas aisladas del país. Considerando el objetivo de las instalaciones de un universo de 58 instalaciones catastradas, 54 son proyectos isla, 2 están conectados como PMGD y 2 están fuera de servicio.

- Se constata que cada vez en el país hay mayor presencia de empresas proveedoras, en conjunto a un número importante de empresas desarrolladoras con experiencia específica en centrales hidroeléctricas.

- En lo que respecta a valores de costo de turbo-maquinaria axial e impulso del tipo Pelton, Francis, Flujo Cruzado o Semi Kaplan hasta 100 kW - para producto manufacturado en Europa, USA - se recomienda determinarlo en base a la siguiente fórmula:

$$C_{EM} = 40.000 * H^{0,53} * Q^{0,75} \quad [US\$] \quad +/- \quad 10 \%$$

El empleo de la fórmula anterior - en base a cotizaciones de proveedores - se puede extender a precios de turbinas de flujo cruzado fabricadas en Brasil 20 % inferior al valor resultado que entregue la ecuación, y en relación con otros países de Latinoamérica (Perú, Argentina), estos son alrededor de un 30 - 35 % inferiores. Respecto de producto manufacturado en China los valores son un 50% inferior a los resultados que entrega la fórmula.

La fórmula anterior no es aplicable a turbinas de muy baja altura como Tornillo de Arquímedes o Hidrocinéticas, por lo cual su valor debe ser determinado con cada proveedor de acuerdo a las condiciones del sitio.

Es necesario hacer notar que el costo específico de cada proyecto expresado en US\$/kW es superior mientras menor es el tamaño - potencia instalada - y va a depender mucho si el sitio es desarrollado (hay infraestructura de obras) o bien se trata de un sitio nuevo en que hay que hacer toda la obra. En algunos casos, empresas como VLH MJ2 Technologies (Francia) recomiendan que sus turbinas solo sean instaladas cuando la potencia instalada sea superior a 100 kW, de lo contrario consideran antieconómico utilizarlas ya que estos equipos operan en canales con rotores que operan acoplados a generadores sumergidos.

- Los costos instalados de los proyectos son muy variables y las variaciones responden a factores tan disímiles como la localización del proyecto (país desarrollado o en vías de desarrollo (PVD)) , procedencia de la tecnología tipo de turbina, potencia, estado de avance del proyecto, entre otros; para ilustrar solo respecto de la localización se presenta en la figura 5.1 costos según se trate de proyectos en PVD o bien desarrollados son se presentan grandes diferencias en el valor del costos específico [US\$/ kW], según la potencia instalada.

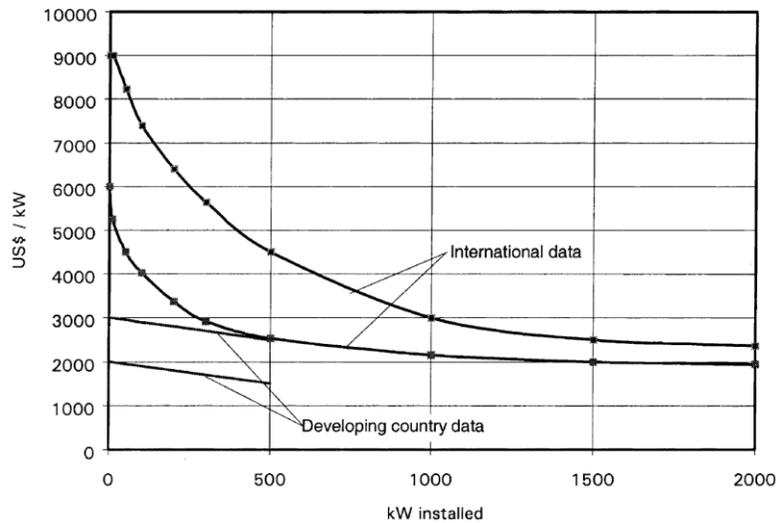


Fig. 5.1 Costos instalados en proyectos de Pequeñas Hidroeléctricas

Fuente: Paish, Oliver "Small hydro power: technology and current" IT Power (2002) Renewable and Sustainable Energy Reviews 6 (2002) pp. 537–556

A lo anterior, se puede también agregar que hay condiciones propias de cada sitio se pueden estimar rangos de costos de proyectos según se trate de zonas donde no hay trabajos desarrollados (proyectos "en verde") o bien ya existen obras civiles que puedan ser aprovechadas (barreras en el río, pequeñas presas, canales de riego revestidos, obras de excedencia, etc.), en la tabla siguiente se dan rangos de valores en ambas situaciones.

Tabla 5.1 - Desglose de costos de proyectos de centrales hidráulicas de baja altura

Condiciones del sitio	Civil	Equipo Electromecánico	Transmisión	Ingeniería y Aprobaciones
Sitios Nuevos	45 %	35 %	8 %	12 %
Sitios Desarrollados	25 %	53 %	12 %	10%

Fuente: Unión Europea "Comparative study of small hydropower stations", Bulgaria-Serbia Cross-Border Programme CCI No 2007CB16IPO006 Enero 2014 y elaboración propia en las hidrocineáticas

En la Tabla 5.1, la diferencia de precio en equipamiento electromecánico para sitios desarrollados no es por mayor costo de la turbina sino que por el menor valor de la obra civil, el costo del equipamiento electromecánico incide en un mayor porcentaje en el monto total de la inversión.

- Las empresas proveedoras de los equipos son mayormente extranjeras y la fabricación nacional está presente solo en pequeñas turbinas ya que la manufactura nacional no compete con turbinas fabricadas en Perú, Argentina o Brasil, especialmente en tamaños sobre 100 kW.

- La turbina más empleada en electrificación rural aislada es la de flujo cruzado, los fabricantes nacionales que más instalaciones de microcentrales son MTF Ltda. de Concepción y Turbinas Mancini; el fabricante latinoamericano con mayor presencia de instalaciones es Beta

Hidroturbinas de Brasil y de las europeas es Ossberger (Alemania), ambas representadas en Chile por Mantex S.A.

- En el análisis de proyectos de electrificación rural con fondos FNDR como los de San Pedro de Atacama, Cochamó y Colbún se puede ver que la mayor parte de las instalaciones con gestión local y apoyo municipal no tienen servicio de mantenimiento preventivo lo que significa un deterioro creciente de las instalaciones; solo en los casos en que hay un número importante de clientes que pagan sus tarifas y existe una organización de gestión local los sistemas son sostenibles, por ejemplo la MCH de Llanada Grande en la Comuna de Cochamó, región de Los Lagos.

- El producto europeo en el rango de microturbinas tiene precios superiores al nacional y latinoamericano por lo que le es difícil competir en turbinas tradicionales y más aún en equipos más innovadores como son los tornillos de Arquímedes y las turbinas hidrocínicas, el primero especialmente por los altos requerimientos de obras civiles junto con altos valores de importación de un volumen grande de acero y los últimos por la baja potencia posible de obtener por unidad de área de captación.

- Las empresas proveedoras con experiencia y las nuevas han demostrado interés en participar ofertando equipamiento electromecánico y presentando fichas de sus tecnologías tanto a CNR como al requerimiento que ha hecho CIFES para formar una Base de Datos.

- Existe experiencia a nivel de ingeniería para proyectos de tipo PMGD en rangos superiores al requerido (microcentrales bajo 100 kW) pero deberán innovar en la ingeniería para que sus proyectos no sean desescalados de las grandes centrales hidroeléctricas, ya que así elevarán los precios de las obras.

- En este estudio se han considerado nuevas tecnologías como gravitacionales (Tornillo de Arquímedes) e hidrocínicas con las cuales ya hay proyectos en desarrollo en Chile y se han incluido opciones tecnológicas como la turbina - bomba y el ariete hidráulico que bajo las mismas condiciones de altura y caudal pueden prestar servicios a un sistema de turbinas convencional (turbina + generador) en forma directa y que en todas las evaluaciones resultan la bomba más económica de bombeo ya que la impulsión de ambas es la energía gravitacional.

- La experiencia en electrificación rural con microcentrales (San Pedro de Atacama, Cochamó y Colbún) evidenciada en diversos informe de evaluación post proyecto muestran que no hay servicio post-venta adecuado

- Gran parte de los esfuerzos en el desarrollo de la pequeñas hidroeléctricas ha estado enfocado en medidas para mejorar eficiencia y costos de los sistemas lo cual debe tenerse en cuenta para el desarrollo de proyectos futuros; en forma breve y resumida los principales avances tecnológicos e innovaciones se presentan en los siguientes aspectos:

Estandarización : los proveedores más experimentados y de mayor tiempo de

permanencia en el mercado suelen ofrecer líneas de turbinas con tamaños estandarizados para las diferentes potencias.

Uso de infraestructura existente: los diseños que emplean en forma innovadora la infraestructura existente en un uso inteligente de la misma evitan la construcción de nuevas obras y bajan considerablemente los costos, por ejemplo en las turbinas con sistemas en sifón o bien las que se emplean aguas abajo de las cortinas de los embalses aprovechando ya sea excedentes del vertedero o la misma agua para riego.

Turbinas de baja altura con operación a rapidez variable: recientes desarrollos de pequeñas turbinas con electrónica de potencia permiten a la turbina y al generador operar a rapidez variable (en vez de la velocidad síncrona para producir el estándar de 50 Hz); esto permite emplear turbinas de hélice en vez de Kaplan.

Control electrónico y telemetría: permite operación autónoma y control y monitoreo a distancia en pequeñas plantas hidroeléctricas. Por ejemplo, la transmisión de datos vía internet permite revisar la operación y la historia con información que el envía el PLC a un teléfono celular.

Turbina y generador sumergido: estas unidades funcionan como centrales tipo "bulbo" donde tanto la hélice como están sumergidos y sellados bajo el nivel de agua lo cual evita el uso de casa de máquinas.

Nuevos materiales: los diseños con nuevos plásticos, materiales anticorrosivos, etc. ofrecen posibilidades de reducir costos en turbinas, tuberías (por ejemplo PRFV) , rodamientos, sellos, etc.).

Optimización computacional de pequeños sistemas: permite un más preciso y racional dimensionamiento de los componentes de un sistema para maximizar el retorno de financiero de un sitio (más que por la maximización de la energía producida).

Presas inflables: barreras vertedero de elastómero se emplean para elevar el nivel de agua y carga en zona de muy baja altura y en períodos de crecidas se pueden regular par el paso de agua.

Innovación en diseño de turbinas: nuevos diseños de turbinas o modificación a los tipos existentes así como el uso de bombas como turbinas son ofertadas en el mercado y pueden ser empleadas . Por ejemplo, KSB ofrece una línea se bombas como turbinas.

Controles electrónicos de frecuencia: Varios fabricantes ofrecen en distintas potencias o bien hechos a la medida para su integración a turbinas.

Simplificación y mejoramiento de rejillas de limpieza: hay un gran avance en innovación de rejillas autolimpiantes (por ejemplo rejillas Coanda) o de sistemas de autolimpieza que

reducen el taponamiento de las captaciones por basuras en el agua.

Técnicas mejoradas para evitar daños a peces: unos de las objeciones a las pequeñas centrales es que dañan a fauna acuática por lo que hay mejoramiento en lo que son escaleras de peces o sistemas de ultra sonido que se presentan como soluciones más efectivas.

- Aprovechando la gran experiencia de países que han trabajado en microcentrales tanto implementación de programas para el desarrollo de capacidades locales como en la ejecución de proyectos, se ha incluido un anexo de buenas prácticas que resume estas experiencias (Anexo 6); esta recopilación es interesante para aquellos que trabajen en el ámbito del fomento y la promoción de ERNC.

- En base a Fichas de proyectos levantados en terreno se ha elaborado la Tabla 5.2 en la cual en base a costos de la turbomaquinaria - con la fórmula recomendada y valores estimados de costos para aquellas turbinas que no son calculables con esta expresión - y una distribución para el resto de los componentes (obras civiles, transmisión e ingeniería conceptual) es posible a "grosso modo" tener un orden de costos de inversión que permite visualizar en forma relativa cuales proyectos pueden ser más ventajosos.

- En base a Fichas de proyectos levantados en terreno se ha elaborado la Tabla 5.2 que se sustenta en cotizaciones de turbomaquinaria - con la fórmula recomendada y valores estimados de costos para aquellas turbinas que no son calculables con esta expresión - y una distribución para el resto de los componentes (obras civiles, transmisión e ingeniería conceptual) es posible a "grosso modo" tener un orden de costos de inversión que permite visualizar en forma relativa cuales proyectos pueden ser más ventajosos.

- Es importante observar que en algunos proyectos **no hay una alternativa única como propuesta tecnológica**, sino que dependiendo de la estrategia a seguir y de la habilidad del proyectista pueden haber varias opciones. Por ejemplo en el Canal El Taco la opción 7A presenta una propuesta tecnológica de 350 kW, pero ello difícilmente es posible en un concurso de riego de CNR ya que se bonificaría solo hasta 100 kW, siempre que demuestre que el consumo lo justifica. Aún cuando lo más rentable sería lógicamente un tornillo de Arquímedes del tamaño indicado, se presenta otra opción en la Tabla 5.2 (7B) en que se instala una turbina semiKaplan tipo sifón de Mavel de 83 kW que opera con 4 [m³/s] y 3,5 [m] de altura (la cual es adecuada para presentar a concurso de la ley) y si el cliente lo desea puede poner a futuro dos (2) unidades adicionales similares en paralelo llegando a emplear 12 [m³/s] y logrando 250 kW de potencia.

En la Fig. 5.2 se presenta como ejemplo una instalación muy similar a lo que se podría implementar en El Taco en que tres (3) unidades TM10 (100 kW) de Mavel (Checoslovaquia) operan con 4 metros de caída y 11,7 [m³/s] para entregar una potencia de 300 kW.

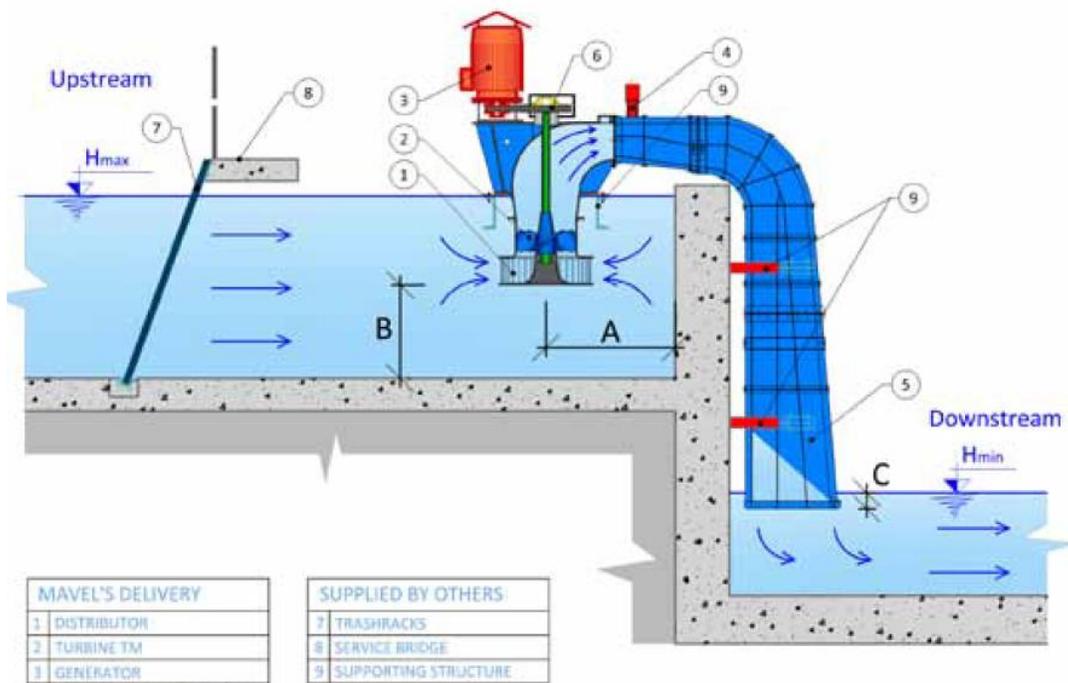


Fig. 5.2 - Instalación con tres microturbinas de 100 kW TM10 de Mavel, equivalente a la del tipo propuesto como instalación en el proyecto El Taco de la Tabla 5.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.2 - Perfiles de proyectos de microcentrales asociados a proyectos de riego

Sitio N°	Proyecto	Norte UTM (m)	Este UTM (m)	Localidad/ Región	Q diseño (m³/s)	H bruta (m)	Tipo de Turbina	P estimada (kW)	Costos Estimados (US\$)				Costo Total (US\$)	Costo Específico (US\$/kW)	Notas
									Obra Civil	EEM (Europa)	Transmisión (CM - Est. Bombeo)	Ingeniería Conceptual			
1	Central 2 (Canal Río Colina)	6326079	350395	Colina, RM	0,2	40	Flujo Cruzado (Banki)	56	108660	84513	80000	35714	308887	5516	i) Distancia a punto de consumo (bomba, planta ,lechería, etc) de 8 km ; ii) Ago, Sept. Oct. Nov (no hay agua)
2	Canal Matriz Ñiquén	5979909	242802	Camino San Gregorio a Ñiquén	3,5	1,5	Tornillo MiningParts	18	30336	64313	14286	34286	143221	7957	Obra en Canal revestido con central tipo Seabell en barrera
3	Central en Juan Francisco Rivas	5959465	256669	San Carlos	7	1,35	Hidrocínética (2) Seabell en Canal	33	54605	180000	42857	34286	311748	9447	
4	Canal Echeverría (Central 2)	6360812	303424	Valle de Ocoa	0,12	17	Flujo Cruzado (Banki)	15	17268	36609	8634	12502	75013	5001	
5	Canal Echeverría (Central 3)	6360055	303978		0,12	12	Flujo Cruzado (Banki)	10	14357	30438	7179	10395	62369	6237	
6	Estancia La Tercera Barranca	6649000	4357658	Cerro Guido, Magallanes	0,25	82	Pelton	143,5	68945	146163	34472	49916	299496	2087	Valor de altura neta : 82 m

Fuente: Elaboración propia

Nota : Los valores en rojo son para proyectos superiores a 100 kW

6. CONCLUSIONES

- Hay experiencias en el desarrollo de centrales hidroeléctricas que demuestran que hay capacidad nacional en lo que respecta a empresas de ingeniería para el desarrollo de los proyectos, al suministro de equipamiento y a la construcción de las mismas principalmente a nivel de PMGD, pero hay un número pequeño de empresas que lo han hecho a nivel de micro y picocentrales (< 100 kW).
- La recopilación de empresas proveedores de turbomaquinaria para microcentrales debe ser considerada por los consultores ya que permite que no solo diferentes soluciones sino que para un mismo requerimiento tecnológico se pueda contar con más de un proveedor.
- Establecer una ecuación generalizada de costos para la turbomaquinaria y el equipamiento accesorios es complejo en el rango bajo 100 kW se ha establecido una fórmula para su estimación en base a caudal y altura de carga, estableciéndose considerandos en la variación de los precios por la procedencia del mismo.
- A futuro se recomienda que el equipamiento cumpla algunas normas en lo que respecta a fabricación las cuales pueden ser requerimiento para la implementación de proyectos con subsidio.
- En los proyectos de implementación de microcentrales hidroeléctricas con proyectos de riego, la instalación eléctrica debe ser hecha por un instalador autorizado por SEC, como también la recepción de las obras, la inscripción de éstas y las redes. Otro aspecto a considerar es la sustentabilidad del proyecto ya que una instalación objeto de subsidio a la inversión debe mantenerse operativa por 10 años, por lo que es clave considerar como requisito en las bases de los concursos el que los sistemas implementados cuenten con una garantía efectiva postventa, set de repuestos y capacitación del personal.
- Los proyectos catastrados muestran que en la mayor parte de los sitios han sido implementadas soluciones con equipos convencionales (equipamiento Pelton, Flujo cruzado y Axial) por lo que los concursos debieran impulsar el uso de equipos no convencionales (Tornillo de Arquímedes, turbinas tipo sifón, pequeñas Kaplan, hidrocínicas e híbridos (turbinas + inversor "on-grid")) ya que hay muchas oportunidades en sitios de baja altura (< 10 m) con caudales medios y altos.

7. BIBLIOGRAFIA

- SGL SpA "*Evaluación Ex – Post Proyecto de Electrificación comunidad de Llanada Grande, Paso El León, Segundo Corral y Valle El Frío mediante la implementación de microcentrales hidroeléctricas*" (2014).
- INTE Ltda. "*Evaluación Ex Post Proyecto de Electrificación mediante Microcentrales Hidroeléctricas localidades de El Mally y Quebrada Medina, e instalación de una pico-central hidroeléctrica individual, en la comuna de Colbún, de la Región del Maule*" (2012).
- River Consultores "*Diagnóstico de las capacidades en el desarrollo y gestión de proyectos ERNC a pequeña escala en las regiones de Antofagasta y de Los Ríos y sus comunas asociadas*" diciembre de 2015.
- Romero, Cristian (Apemec), Comunicación personal, febrero 2016.
- Bard J. "*Development of Market and Cost of Small Hydropower Plants in Germany (up to 5 MW)*" Results of a report on behalf of the German Federal Ministry for Economics, Kassel University, Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) (2012)
- Prophet, Ruth "*An Investigation into the Feasibility of a Micro-hydro Installation for the Guardbridge Energy Centre as Part of a Brownfield Redevelopment*". Septiembre 4 de 2015
- Briceño, Eduardo; Rafael Escobar y Saúl Ramírez "Manual de capacitación en operación y mantenimiento de pequeñas centrales hidráulicas". Lima: Soluciones Prácticas-ITDG (2008).
- Unión Europea "Comparative study of small hydropower stations", Bulgaria-Serbia Cross-Border Programme CCI No 2007CB16IPO006 Enero 2014 y elaboración propia en las hidrocinéticas
- Ondrasikova, Juliana y Paolo Zerbaro Comunicación personal de ZECO di Zerbaro & Costa & C. S.r.l., Marzo 4 de 2015.
- Fuente: Paish, Oliver "Small hydro power: technology and current" IT Power (2002) Renewable and Sustainable Energy Reviews 6 (2002) pp. 537–556
- IRENA "Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series" Hydropower Volume 1: Power Sector, Issue 3/5, June (2012)
- Fischer Gerhard (Entec) "*Hydro Power Technology: Training experience in the field*". Presentación en German - Indonesian Renewable Energy Days , 24-26 October 2011 Jakarta, Indonesia
- Turbinas y equipamientos Eléctricos Saltos del Pirineo (España)
- Fraenkel, Peter "Water Lifting Devices" ITDG FAO (1986)
- Williamson HI Brochure de FLO (NZ)

8. ANEXOS

ANEXO 1
Base de datos proveedores de
controles electrónicos de frecuencia

Anexo 1- Base de datos proveedores de controles electrónicos de frecuencia

Marca	País	Página Web	Contacto	Dirección	Especificaciones
Powerflow	Nueva Zelanda	http://www.powerflow.co.nz/	service@powerflow.co.nz	Fono 64 4 384 1988/ 3 Rex Street, Miramar, Wellington	Controles hasta 35 kW por fase. Modelos en 50 - 60 Hz , monofásicos o trifásicos
FASTEC Powerflow	Nueva Zelanda	http://fastec.co.nz/fastec-powerflow/	info@fastec.co.nz	3 Rex St, Wellington, New Zealand. T: +64 4 939 6061	Modelo ELG20 controla hasta 20Kw y ELG35 controla hasta 35Kw. Modelos en 50 - 60 Hz , monofásicos o trifásicos.
Thomson and Howe Energy Systems Inc.	Canadá	http://www.smallhydropower.com/thes.html#no9	thes@cintek.com	8107 Highway 95A Kimberly, British Columbia, Canada V1A 3L6	Controles desde 5 hasta 250 kW . Modelos J, A2, K2, LCX, G e I.
Palmers Mechanical	Nueva Zelanda	http://www.palmersmech.co.nz/our-products/electronic-load-governor	Neal Finigan	nfinnigan@palmersmech.co.nz	Fabrican controles en unidades que se conectan por fase
Dhavamani Technologies	India	http://www.dhavamantechnologies.blogspot.cl/ https://plus.google.com/116242953295180680568/posts	S. Navaneethan	dhavamantechnologies@gmail.com	Controles desde 1 hasta 25 kW .
Evans Engineering	UK	http://evans-engineering.co.uk/controlsystems.cfm	Rupert Armstrong Evans	sales@evans-engineering.co.uk	Turbinas y controles de carga (primer fabricante en Europa)
Cox y Compañía Limitada (C&C)	Chile	-	Alfredo Cox (coxycia@gmail.com)	Avenida Las Heras 1029 Fono 56 (41)2232912 Concepción Chile	Controles Electrónicos 5,25,50, 80 kW (línea estándar) y mayores a pedido
Protel Multi Energy	Indonesia	www.pme-bandung.com	admin@pme-bandung.com	Jl. Awibitung No.40 Ciawitali Selatan Cimahi 40512, Jawa Barat, Indonesia	Fabrica Controles electrónicos de 1 a 500 kW monofásicos o trifásicos
JLA Hydro	Bélgica	www.jlahydro.be http://www.jlahydro.be/upload/files/101014_Datasheet_JLAR-ELC_EN.pdf	Simon Cuvelier	Fábrica JLA & Co Sprl Saule Marie 8 4570 Marchin (Belgique) +32 (0)85 217 555 +32 (0)85 411 265	Fabrica Controles electrónicos de carga hasta 90 kW

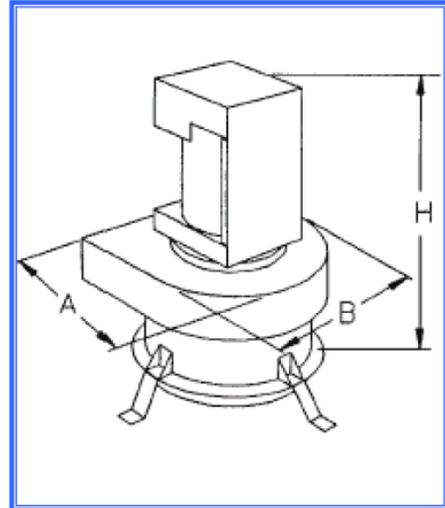
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2
Pesos y dimensiones turbinas IREM Spa
(Turbinas Pelton con acoplamiento directo)

Anexo 2 - Pesos y dimensiones turbinas IREM Spa (turbinas Pelton con acoplamiento directo)

Pelton

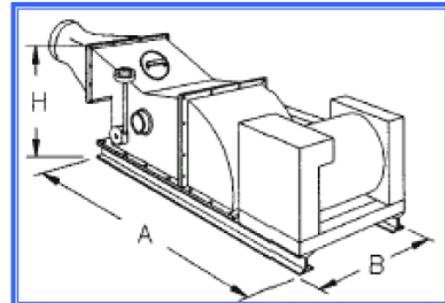
MODELO	P _{max} (kW)	A (mm)	B (mm)	H (mm)	V (m ³)	W (kg)
DC4	0,5	300	400	350	0,042	13
AC2	3	300	400	600	0,072	13
AC4-38	7	650	650	950	0,400	100
		750	750	1050	0,590	110
AC4-75M	15	900	900	1400	1,134	260
AC4-75	15	900	900	1250	1,250	210
	30	1050	1050	1350	1,488	230
	60	1050	1050	1450	1,600	300



Las turbinas Pelton de esta empresas son de acople ditrecto y las de flujo cruzado (Michel - Banki) son fabricadas con multiplicación por poleas y correas

Banki

MODELO	P _{max} (kW)	A (mm)	B (mm)	H (mm)	V (m ³)	W (kg)
FI1	7	1050	600	450	0,284	270
FI2	15	1400	800	600	0,672	400
FI3	30	1750	1750	750	1,313	520
FI4	30	2900	1400	900	3,650	950
	60	2900	1400	900	3,650	1050



Fuente: Catalogo IREM Spa Italia

ANEXO 3
Análisis de costos para microcentrales
hidroeléctricas hasta 250 kW

Anexo 3 – Análisis de costos para microcentrales hidroeléctricas hasta 250 kW

1.1. Metodología

Para el análisis de costos de los proyectos de centrales hidroeléctricas se obtuvo datos de proyectos reales implementados en Chile y el mundo mediante contacto con empresas proveedoras, empresas consultoras, empresas generadoras. También se obtuvo datos de estudios de perfil desarrollados en Chile hasta 250 kW y análisis de costos de experiencias reales desarrollados en el extranjero para el caso de las microcentrales hidroeléctricas. De esta forma las fuentes se agrupan en:

- Proyectos Reales en Chile y el extranjero (Fichas enviadas por empresas proveedoras y consultoras) rango de potencias declaradas entre 7 kW a 83 MW caso proyectos en Chile, y 0,03 kW y la más grande 900 kW caso proyectos extranjero.
- Estudios públicos de perfil de proyectos en Chile en el rango hasta 250 kW (Centro del Aguas para la Agricultura y Picocentrales Cochamó).
- Estudios de costos desarrollados por países con experiencia en microcentrales hidroeléctricas.

El orden anteriormente establecido, se define respecto a las dimensiones de los proyectos, desde la mayor a la menor potencia según lo declarado en los informes o fichas.

1.2. Análisis de la Información

1.2.1. Fichas enviadas por empresas proveedoras y consultoras con presencia nacional

Durante el mes de Enero y Febrero 2016, se contactó a empresas proveedoras y consultoras del mercado hidroeléctrico con presencia en Chile, mediante la siguiente ficha ***“Catálogo de Proveedores de Productos y Servicios para Proyectos de Micro y Mini Centrales Hidroeléctricas”*** cuyo objetivo era levantar información respecto de las empresas y los proyectos en los cuales han participado.




CATALOGO DE PROVEEDORES DE PRODUCTOS Y SERVICIOS PARA PROYECTOS DE MICRO Y MINI CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Antecedentes Empresa

Nombre de la empresa que distribuye en Chile	
RUT Empresa	
Dirección	
Teléfono	
Comuna	
Ciudad	
Región	
Página Web	
Descripción general de la empresa (máximo 200 palabras)	

Antecedentes Contacto

Nombre completo	
Cargo	
Dirección	
Comuna	
Región	
Teléfono	
e-mail	

Autorización

Nombre:	
RUT:	
Firma:	

Autoriza publicar información en páginas web de la CNR y/o Ministerio de Energía.




ANTECEDENTES DE PRODUCTOS Y SERVICIOS OFRECIDOS

Fuentes ERNC que aborda la empresa

Tecnología ERNC	Tamaño de Proyectos en los que se especializa					
	Pequeños	Medios	Medios	Medios	Medios	Medios
<input type="checkbox"/> Hidráulica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Solar PV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Solar CSP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Biomasa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Biogás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Eólico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Marítima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Geotérmica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Celdas de Combustible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Especifique:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Servicios ofrecidos para proyectos hidráulicos

<input type="checkbox"/> Obras Civiles (G&M/Civil Works)
<input type="checkbox"/> Ingeniería Consultiva (Engineering and Design)
<input type="checkbox"/> Desarrollo y Construcción de proyectos (New Project Development and Construction)
<input type="checkbox"/> Medio Ambiente (Environmental)
<input type="checkbox"/> Operación, Mantenimiento y Rehabilitación (Operations, Maintenance and Rehabilitation)
<input type="checkbox"/> Equipamiento y Tecnologías (Technology/Equipment)
<input type="checkbox"/> OTRO Especifique: _____

Figura 1 - “Catálogo de Proveedores de Productos y Servicios para Proyectos de Micro y Mini Centrales Hidroeléctricas” enviada a las empresas.

Esta información incluyó Antecedentes generales de la empresa, Antecedentes de contacto, Fuentes ERNC que aborda la empresa, Servicios ofrecidos para proyectos hidroeléctricos, Tecnología que comercializa, Marcas que distribuye y Proyectos que ha implementado en Chile y otros países.

A continuación se presentan información sobre algunas de las microcentrales hidroeléctricas entregadas por las empresas mediante el llenado de la ficha. De este estudio se desprendió información respecto a proyectos desarrollados dentro y fuera del país con diversas características.

Proyecto N° 3		IMAGEN
Nombre Proyecto:	<i>Eucasec</i>	
Cliente:	<i>Eucasec SA</i>	
Ubicación:	<i>Los Angeles VIII Región</i>	
Nombre Río o Canal:		
Potencia Instalada (kW):	<i>7</i>	
Tipo de Turbina:	<i>Pelton- BETTA</i>	
Cantidad de Turbinas:	<i>1</i>	
Caudal (m3/s)	<i>0,03</i>	
Altura de caída bruta (m)	<i>47</i>	
Año construcción	<i>2013</i>	
Costo estimado (USD/kW)	<i>2.600</i>	
Breve descripción: Pequeña central que alimenta en forma autónoma una planta de secado de madera.		

Fig. 2 - Ficha Proveedores de Servicios Microcentrales – Empresa Provedora Mantex

Proyecto N° 4		IMAGEN
Nombre Proyecto:	<i>Menetue</i>	
Cliente:	<i>Agricola y Ganadera de Menetue</i>	
Ubicación:	<i>Pucón IX Región</i>	
Nombre Río o Canal:		
Potencia Instalada (kW):	<i>28</i>	
Tipo de Turbina:	<i>Pelton - BETTA</i>	
Cantidad de Turbinas:	<i>1</i>	
Caudal (m3/s)	<i>0,08</i>	
Altura de caída bruta (m)	<i>50</i>	
Año construcción	<i>2012</i>	
Costo estimado (USD/kW)	<i>1.800</i>	
Breve descripción: Pequeña central que alimenta en forma autónoma las instalaciones del campo.		

Figura 3 - Ficha Proveedores de Servicios Microcentrales – Empresa Provedora Mantex

Del mismo modo se presentan algunas de las minicentrales hidroeléctricas entregadas por las empresas, cuyas obras evidencian una mayor envergadura.

Proyecto N° 7		IMAGEN
Nombre Proyecto:	ROBLERÍA	
Cliente:	HIDROELÉCTRICA ROBLERÍA	
Ubicación:	VII REGIÓN PROVINCIA LINARES	
Nombre Río o Canal:	CANAL ROBLERÍA	
Potencia Instalada (kW):	4.000	
Tipo de Turbina:	FRANCIS	
Cantidad de Turbinas:	1	
Caudal (m3/s)	3,6	
Altura de caída bruta (m)	130	
Año construcción	2012 – 2013	
Costo estimado (USD/kW)	2.500	
Breve descripción (máximo 200 palabras) CENTRAL DE PASADA QUE CAPTA AGUAS DESDE EL CANAL ROBLERÍA, LAS CONDUCE CON UNA TUBERÍA DE HDPE DE 1,5 m DE DIÁMETRO Y 1,0 km DE LARGO HASTA UNA CÁMARA DE CARGA DONDE NACE LA TUBERÍA DE PRESIÓN DE ACERO DE 1,4 m DE DIÁMETRO Y 240 m DE LARGO HASTA CASA DE MÁQUINAS.		

Figura 4 - Imagen de Ficha Proveedores de Servicios Microcentrales – Empresa Consultora EIC Ingenieros

Proyecto N° 11		IMAGEN
Nombre Proyecto:	QUILLAILEO	
Cliente:	EBCO ENERGÍA	
Ubicación:	STA. BARBARA, REGIÓN DEL BIO BIO	
Nombre Río o Canal:	CANAL QUILLAILEO ALTO	
Potencia Instalada (kW):	750	
Tipo de Turbina:	FRANCIS	
Cantidad de Turbinas:	1	
Caudal (m3/s)	2,0	
Altura de caída bruta (m)	45	
Año construcción	2014	
Costo estimado (USD/kW)	3.900	
Breve descripción (máximo 200 palabras) CENTRAL QUE USA CAIDA EN EL CANAL QUILLAILEO ALTO PARA GENERAR 750 KW, UNA TURBINA FRANCIS DE EJE HORIZONTAL		

Figura 5 - Ficha Proveedores de Servicios Microcentrales – Empresa Consultora EIC Ingenieros

Se puede apreciar que la mayor parte de la información fue aportada por las empresas, sin embargo algunas de ellas mantienen contratos de confidencialidad con sus clientes de modo que no entregaban información completa.

Otra observación fue la detección de errores encontrados en la información, principalmente respecto a las unidades que, a pesar de que fueron mínimos disminuyen la confiabilidad de la información entregada por las empresas.

Dentro de las empresas contactadas, 23 empresas respondieron, dentro de las cuales 10 tienen han desarrollado proyectos hidroeléctricos que actualmente se encuentran en operación y con diversa capacidad instalada por un total de 47 proyectos en Chile y el mundo.

Tabla 1 - Empresas que han desarrollados proyectos en etapa de construcción u operación

Ítem	Empresa	Alcance	Proyectos
1	Energya	Proveedor	2
2	EIC Ingenieros	Consultoría	11
3	Fluidra Chile	Proveedor	4
4	Glemans	Consultor	4
5	IER Energía	Consultor	2
6	Mantex	Proveedor	8
7	Oswald Weinreich WKV	Proveedor	9
8	SmarthHidro	Proveedor	2
9	TURBULENT	Proveedor	1
10	Vivest energías renovables	Consultor	4

Sin embargo, se obtuvo datos de 32 proyectos desarrollados en Chile, de los cuales el que presenta menor potencia instalada corresponde a 7 kW y el máximo posee 83 MW. Mientras que para el caso de proyectos en el extranjero se obtuvo datos de 15 proyectos, donde la instalación más pequeña es de 0,03 kW y la más grande 900 kW.

Los proyectos presentados por las empresas son los siguientes, se han clasificado en aquellos desarrollados en Chile y en el extranjero.

Tabla 2 - Proyectos desarrollados en Chile de acuerdo a la información entregada mediante ficha

NACIONALES	Nombre Proyecto:	Cliente:	Ubicación:	Nombre Río o Canal:	Potencia Instalada (kW):	Tipo de Turbina:	Cantidad de Turbinas:	Caudal (m3/s)	Altura de caída bruta (m)	Año construcción	Costo estimado (USD/kW)
WKV	Embalse Pudaro	Gestión de proyectos Eléctricos S.A	Embalse Pudaro, IV Región	Elqui	6.000	Francis	2	9,5	Variable 30 a 76 m	2008	2.000
WKV	CHP Trueno	Gestión de Proyectos Eléctricos S.A	San Patricio, Araucanía	Trueno	5.600	Francis	2	5,94	107	2009	2.500
WKV	CH Mallarauco	Gestión de Proyectos Eléctricos S.A	Valle de Mallarauco, R.M.	Canal Mallarauco	3.430	Francis	1	3,6	109	2011	3.000
WKV	CHP Dongo	Hidronavitas S.A.	Castro, Chiloé	Dongo	6.000	Pelton	2	2,26	307	2010	3.300
WKV	La Arena	Energía de la Patagonia y Aysén S.A.	Caseta La Arena, Los Lagos		6.000	Pelton	2	2,7	264	2011	2.300
WKV	CH Renaco	Mainco	Renaco, Biobío	Canal Biobio Sur	6.250	Francis	1	10	70	2012	2.000
WKV	CHP Boquiamargo	Sociedad SpA	Ralco, Biobío	Boquiamargo	1.100	Pelton	1	0,67	194	2014	2.500
WKV	CHP El Mirador	Sociedad El Mirador SpA	Ralco, Biobío		3.000	Pelton	1	0,95	357	2015	3.000
WKV	CHP Chanleufú	Chanleufú SPA	Puyehue, X Región	Chanleufú	8.000	Francis	2	8	117	2016	3.000
Mantex	Florida 5	Soc. Canal del Maipo	La Florida	Canal Maipo	240	Flujo cruzado	1	0,5	70	2007	1.000
Mantex	Curtileufú	Alfredo Erlwein	Lago Ranco XV Región		110	Flujo cruzado	1			2014	
Mantex	Eucasec	Eucasec SA	Los Angeles		7	Pelton	1	0,03	47	2013	2.600
Mantex	Menetue	Agrícola y Ganadera de Menetue	Pucón		28	Pelton	1	0,08	50	2012	1.800
Mantex	Llanada Grande	GOPE X Región	Llanada Grande		129	Pelton	1	0,1	200	2010	1.000
Mantex	Río Frio Cliente:	GOPE X Región	Río Frio		20	Flujo cruzado	1	0,33	10,5	2010	2.000
Mantex	Corral Cliente:	GOPE X Región	Segundo Corral		29	Pelton	1	0,085	38	2010	2.500
Mantex	El León Cliente:	GOPE X Región	El León		30	Pelton	1	0,065	50	2010	1.800
IER Energía	MCH Pichilonco	EBCO Energía	Banco Los Rios	Río Pitreño	1.230	Pelton	1	1	150	2014	2.700
IER Energía	MCH Quillalco	EBCO Energía	Santa Barbara Biobio	Canal de Riego Quillalco Mónico	813	Francis	1	2	43	2014	3.000
Glemans	Rapel	Endesa	Litueche, Chile	Rapel	83.000	Francis	5			2009	
Glemans	Pilmaiquén	Enel Green Power	Entre Lagos, Los Lagos	Pilmaiquén	5.600	Francis	3			2010	
EIC Ingenieros	Mariposas	HidroMaule	Maule	Canal Maule Norte Alto	6.000	Kaplan vertical	1	20	35,3	2009	3.000
EIC Ingenieros	Providencia	HidroMaule	Maule	Canal Maule Norte Bajo	12.000	Francis	2	28	54	2010	3.000
EIC Ingenieros	Renaco	Mainco	Mulchén	Canal Biobio Sur	6.100	Kaplan	1	10	75	2011	2.800
EIC Ingenieros	Alto Renaco	Mainco	Mulchén	Canal Biobio Sur	1.400	Kaplan	1	10	16,5	2013	3.000
EIC Ingenieros	Llanguereño	NACIENDA SAN LORENZO	Los Angeles		1.600	Pelton	1	0,8	242	2014	3.000
EIC Ingenieros	Chanleufú	TRANSOCEÁNICA	Puyehue, X Región	Chanleufú	8.000	Francis	2	8	116	2015	2.375
EIC Ingenieros	Roblería	HIDROELÉCTRICA ROBLERÍA	Linares	Canal Roblería	4.000	Francis	1	3,6	130	2013	2.500
EIC Ingenieros	Collil	MADERAS TANTAUCO	Chiloé	Collil	6.000	Pelton	2	2,8	300	2013	2.500
EIC Ingenieros	Itata	Eléctrica Punitilla	Biobío	Río Itata	22.000	Francis vertical	2	45	60	2015	1.500
EIC Ingenieros	Pitreño	HIDROELÉCTRICA PICHILONGO S.A.	Banco, Los Rios	Río Pitreño	1.200	Pelton	1	0,9	160	2013	3.000
EIC Ingenieros	Quillalco	EBCO ENERGÍA	Sta. Barbara, Biobio	Canal Quillalco Alto	750	Francis	1	2	45	2014	3.900

Tabla 3 - Proyectos desarrollados en el Extranjero de acuerdo a la información entregada mediante ficha

EXTRANJERO	Nombre Proyecto:	Cliente:	Ubicación:	Nombre Río o Canal:	Potencia Instalada (kW):	Tipo de Turbina:	Cantidad de Turbinas:	Caudal (m3/s)	Altura de caída bruta (m)	Año construcción	Costo estimado (USD/kW)
Fluidra Chile	Turbina red de riego	Tragsa	Casisco (Valencia, España)	Conducción embalse 3	37,00	Bomba como turbina	1	0,1	40	2013	1.500
Fluidra Chile	Microturbina para carga	DAM	Cullera (Valencia, España)	Depósito de Agua potable de Cullera	1,00	Bomba como turbina	1	0,007	20	2014	2.000
Fluidra Chile	Microturbina para auto	Grupo Aguas de Valencia	Paterna (Valencia, España)	Bombeo sector La Coma	5,00	Bomba como turbina	1	0,01	30	2015	1.500
Fluidra Chile	Picoturbinas para aplicac	Udal Sareak	Bilbao (País Vasco, España)	Depósito Agua Potable	0,03	Picoturbinas	1	0,001	20	2015	600
TURBULENT	Cleerbeek	Jacques de Trooskerbergh	Cleerbeek	Cleerbeek	3,00	Vórtice Gravitacional	1	0,3	2,4	2015	4.000
Vivest energías renovables	GWVPP Nudersfeld	Particular	Nudersfeld (Alemania)		4,00	Vórtice Gravitacional	2	1x 0,5	2x1,4	2011	15.000
Vivest energías renovables	GWVPP Italia	Agricultor	Torrate (Italia)		13,00	Vórtice Gravitacional	1	1,5	1,5	2013	12.000
Vivest energías renovables	GWVPP Torrate	Agricultor	Torrate (Italia)		4,60	Vórtice Gravitacional	1	0,9	1	2015	17.500
Vivest energías renovables	GWVPP Wimitz	Agricultor	Wimitz (Austria)		1,30	Vórtice Gravitacional	1	2x 0,7	0,9	2010	18.000
Energía	Gemma	Gemma Energía SRL	Italia		1,00	Pelton	1	30	130	2014	
Energía	GiE Veolia ELA France	France	Francia		33,00	Pelton	1	4	55	2015	
Glemans	Cesky Krumlov	Cesky Krumlov	República Checa		30,00	TMS	2		4,4	2012	
Glemans	Tapsen	Indonesiá	Indonesia		900,00	Kaplan	1			1997	
Smarthidro	Miraol	Comunidad rural	San Martín, Perú		5,00	Hidrocéntrica	1			2012	
Smarthidro	Neiva		Neiva, Colombia		5,00	Hidrocéntrica	1			2013	

Al disponer en el tiempo las centrales desarrolladas, a partir del 2009 se observa un incremento en el desarrollo de proyectos de esta índole. Del mismo modo, se visualiza que a pesar de tener una mayor cantidad de proyectos en desarrollo, disminuye la potencia, es decir pareciera que las centrales disminuyen su tamaño en el tiempo. Lo anterior puede deberse a las barreras que han enfrentado históricamente los proyectos hidroeléctricos principalmente de tipo ambiental y comunitario, han provocado la disminución de sus dimensiones en favor a reducir los impactos asociados a su implementación en un determinado sitio.

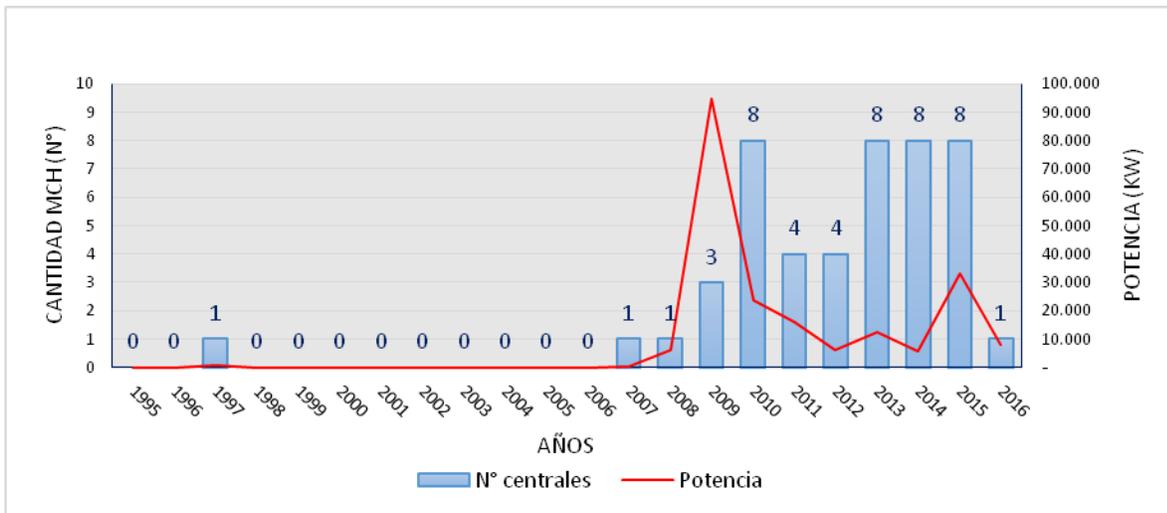


Fig. 6 - Instalaciones desarrolladas anualmente

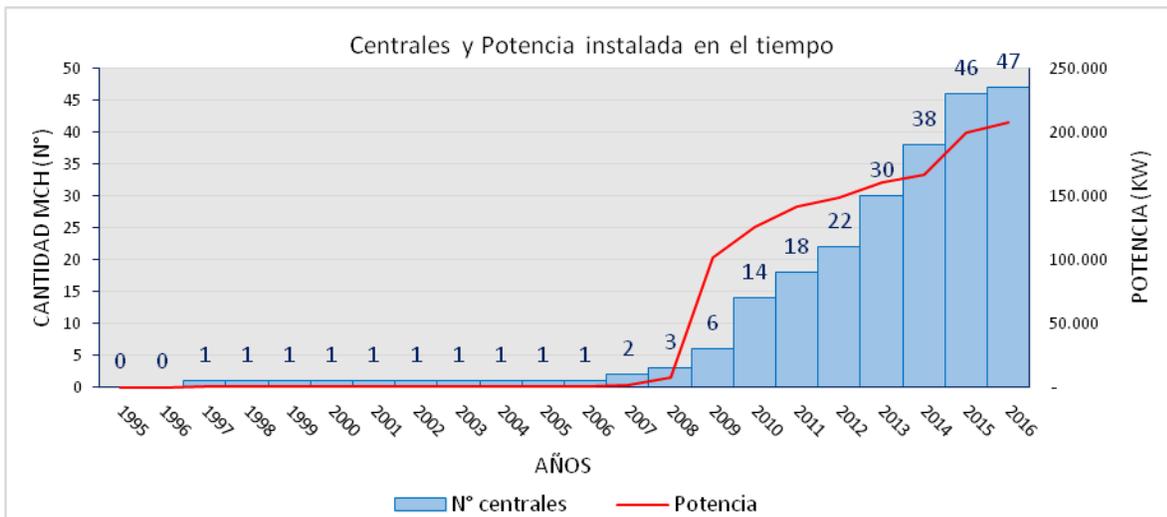


Fig. 7 - Centrales hidroelectricas y potencia acumulada

Para revisar la información de los costos declarados por proyectos es necesario distinguir los costos específicos de las turbinas, versus los costos específicos del proyecto hidro. Esto es:

- Costo específico Turbina (CEM): expresado en (US\$/kW), corresponde a los costos de la turbina, más el generador y las conexiones eléctricas dentro de la casa de máquinas.
- Costo Específico Proyecto Hidro (CP): expresado en (US\$/kW), considera costo de equipo electromecánico, costos equipos eléctricos, costos de las OOCC y obras anexas.

Para revisar los costos de los CEM resulta necesario aproximarse a las empresas proveedoras de equipos, quienes exponen los costos CEM dentro de los proyectos relacionados. Al graficar directamente los CEM versus la potencia instalada de los proyectos se obtienen las siguientes gráficas

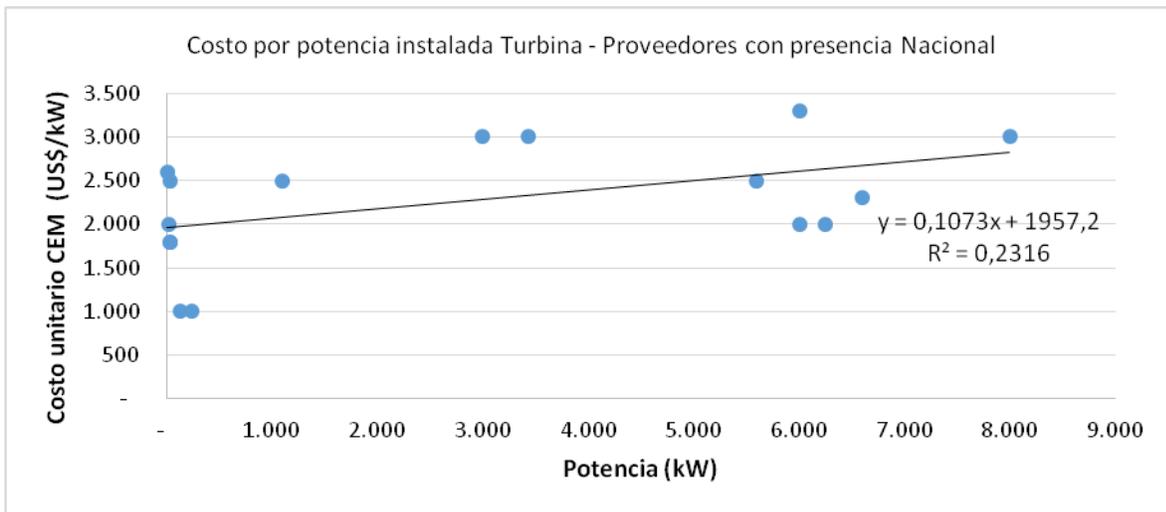


Figura 8 CEM - Proveedores con presencia Nacional

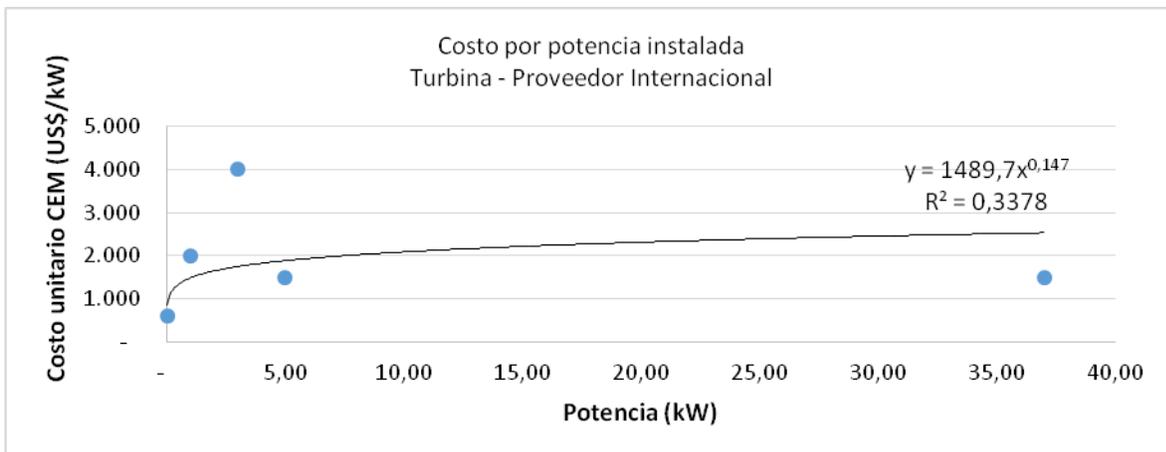


Figura 9 CEM - Proveedores internacionales

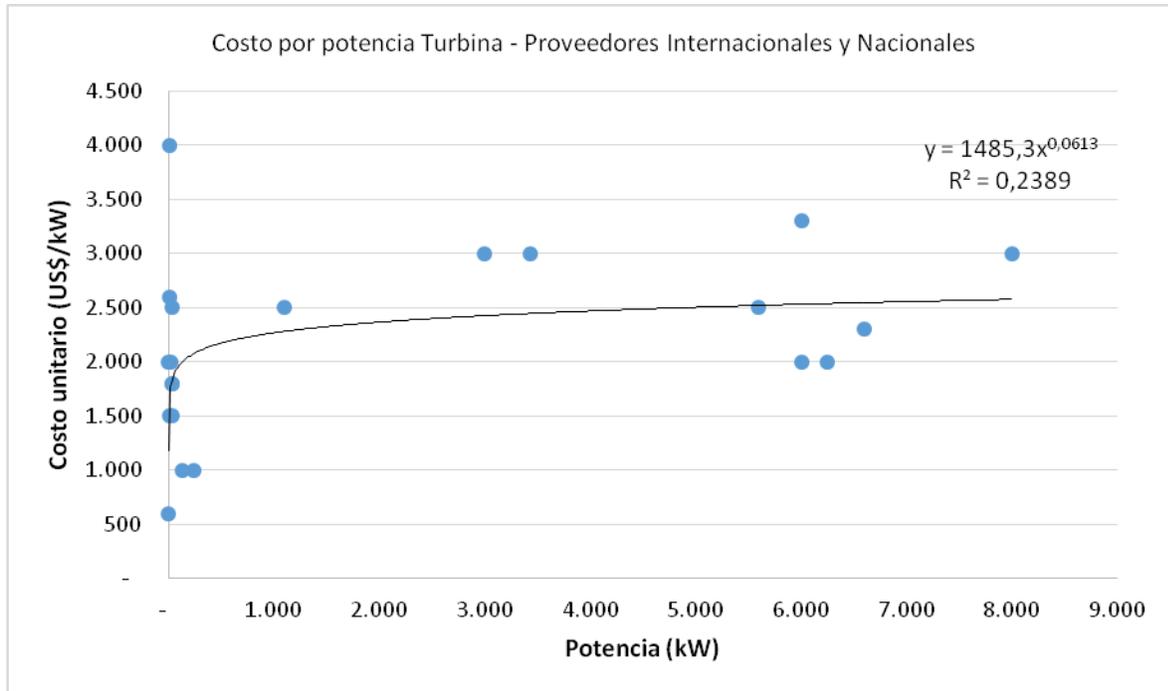


Figura 10 CEM - Proveedores nacional e Internacional

Existe un comportamiento variado que no presenta tendencia o relación clara, sin embargo pareciera existir cierto incremento de los costos del equipo cuando la potencia de la central aumenta.

Al separar las tecnologías de turbinas en Francis, Flujo Cruzado y Pelton tampoco es posible observar tendencias claras o relaciones entre la potencia y el costo unitario.

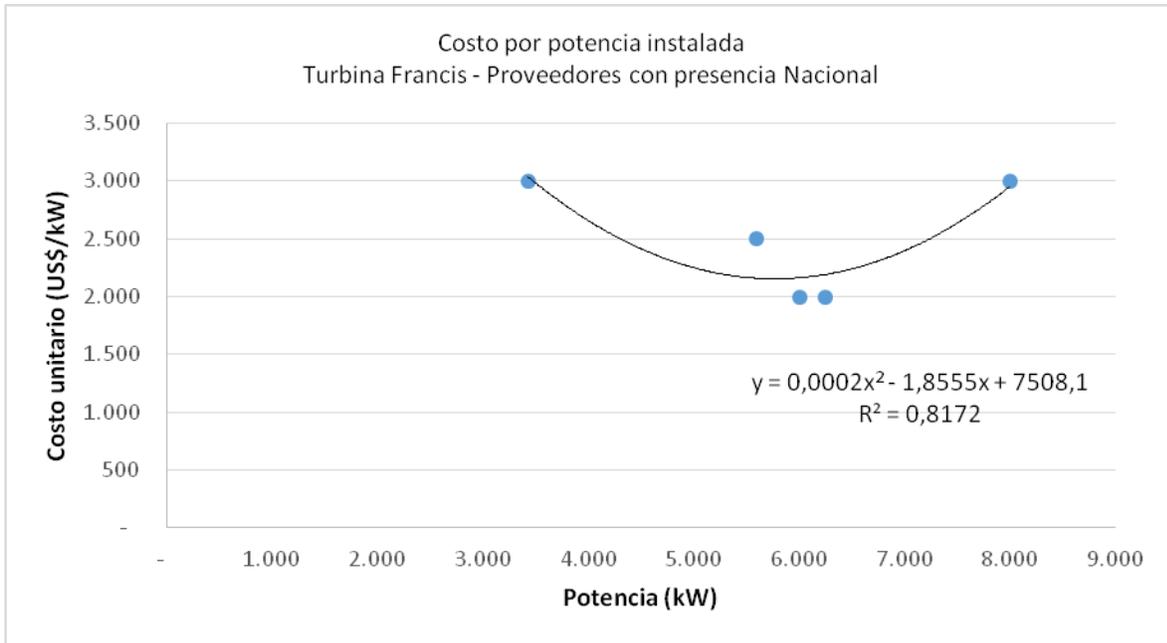


Figura 11 CEM - Proveedores con presencia Nacional Turbina Francis

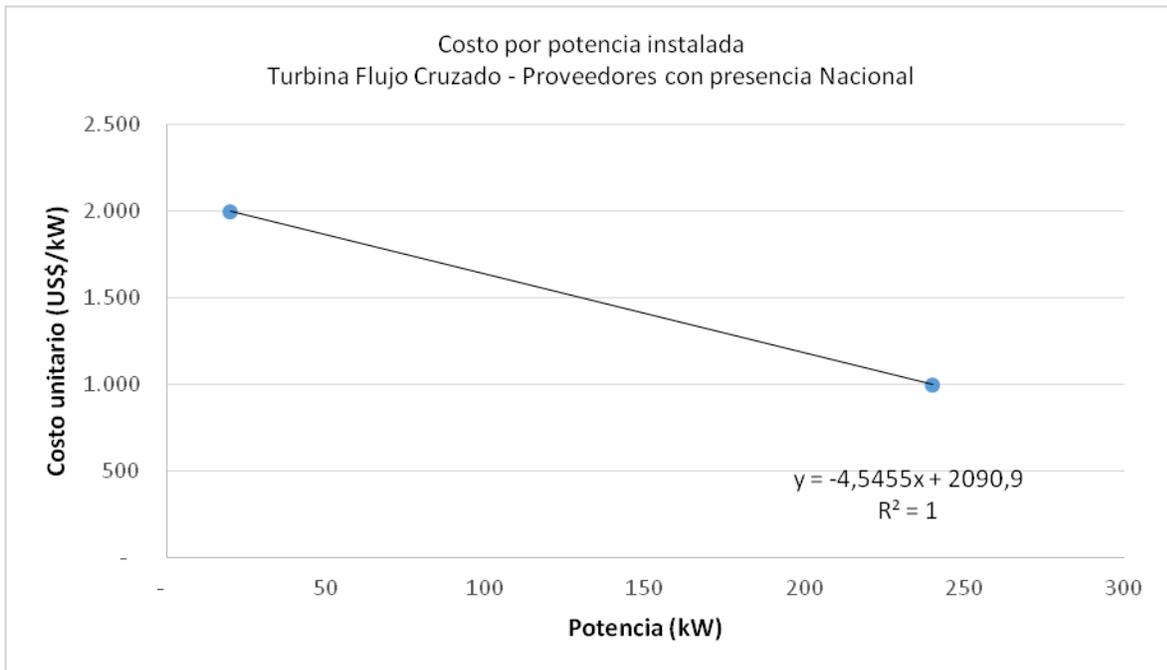


Figura 122 CEM - Proveedores con presencia Nacional Turbina Flujo Cruzado

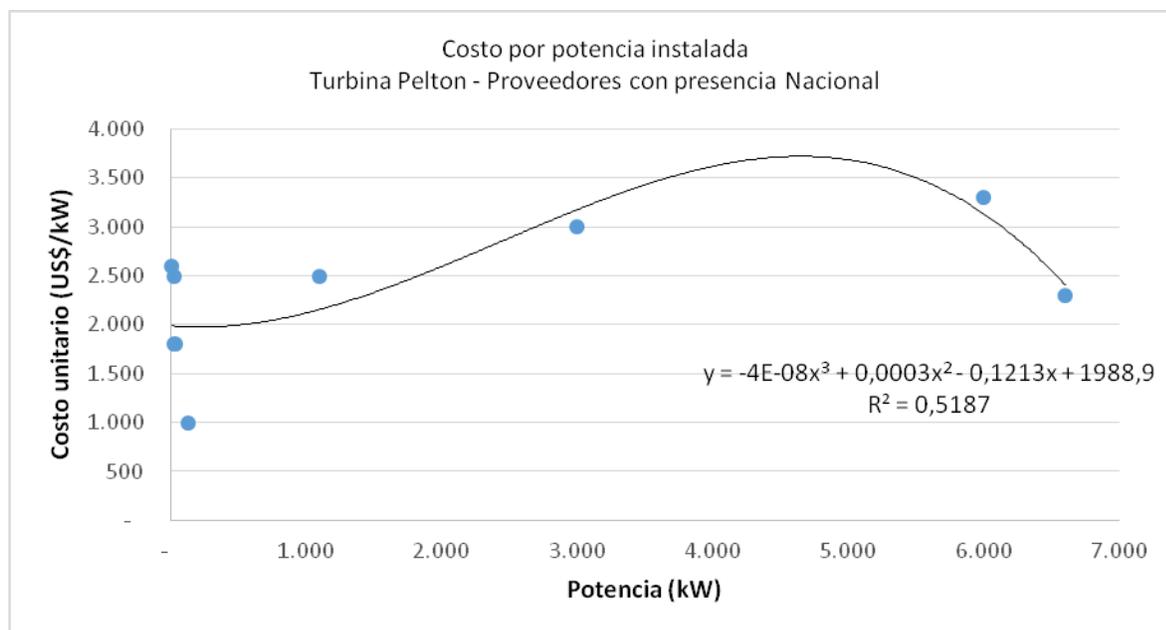
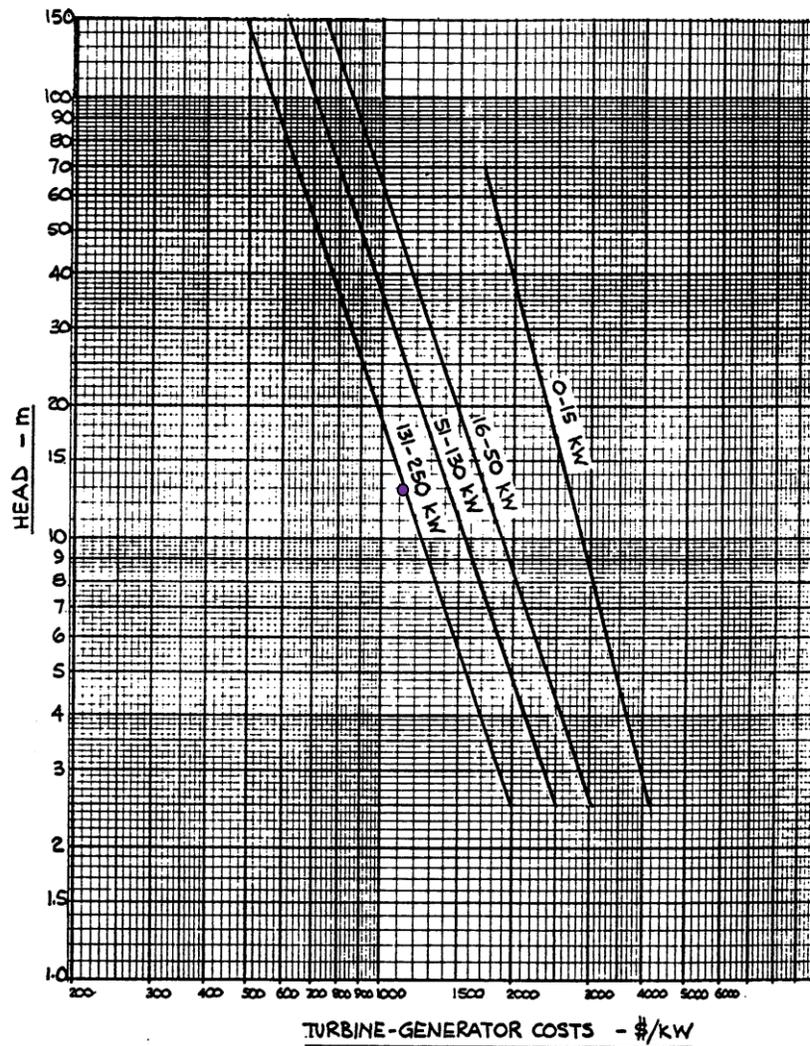


Figura 13CEM - Proveedores con presencia Nacional Turbina Pelton

Es posible que el análisis anterior no presenta claridad, puede motivarse a la falta de un universo mayor de proyectos que permita analizar con mayor precisión esto.

Otro dato a considerar es la ubicación del proyecto, ya que los costos varían de acuerdo a la distancia recorrida entre los puntos. Es decir proyectos más alejados de los puntos de manufactura de los equipos podrían incluir costos de traslado mayores, impuesto y valor agregado adicional, debido a cumplimiento de normativas locales por ejemplo. Sin embargo tal aseveración no puede ser fundada con los datos anteriores.

Al revisar estudios anteriores, se presenta la curva del Manual SIGMA MANUAL HIDROENERGIA BC (CANADA) construida en base a costos declarados por fabricantes.



Note: Read section 1.8.1 Turbine Generator and Electrical Equipment, to find out how to use these curves.

Fig. 14 - Relación entre cotos de equipamiento y altura de carga para diferentes rangos de potencia

Esta curva indica una relación entre la altura de caída y el costo específico de la turbina. De este modo, al aplicar esta relación a los proyectos declarados por las empresas proveedoras y por tipo de turbina (Francis, Flujo Cruzado y Pelton) se obtiene lo siguiente:

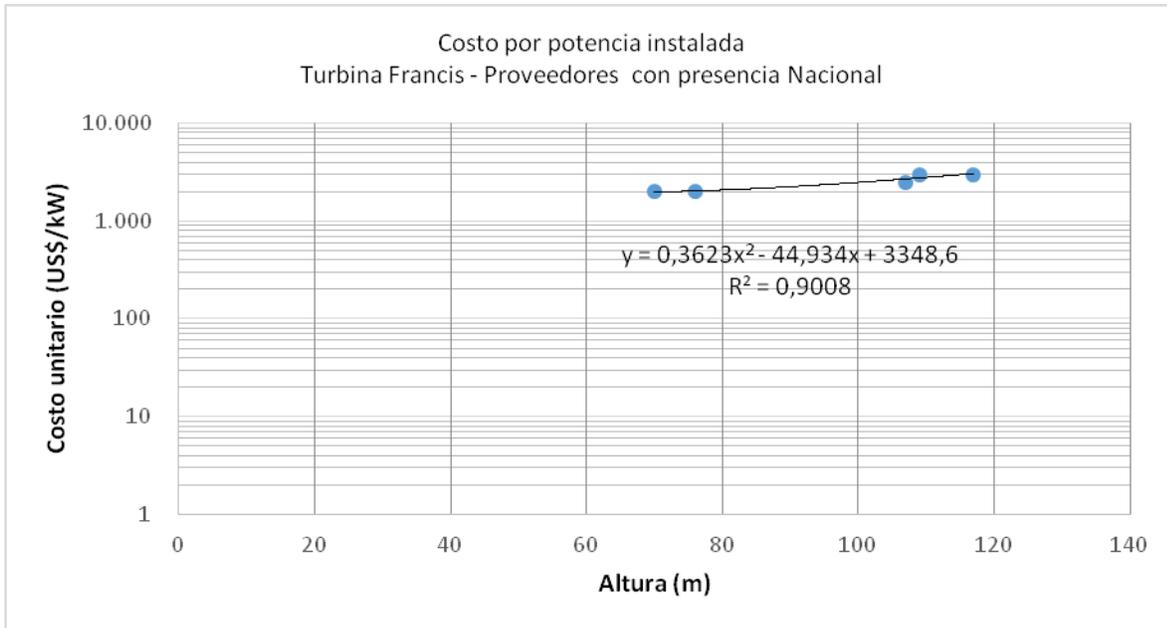


Fig. 15 - CEM - Proveedores con presencia Nacional Turbina Francis

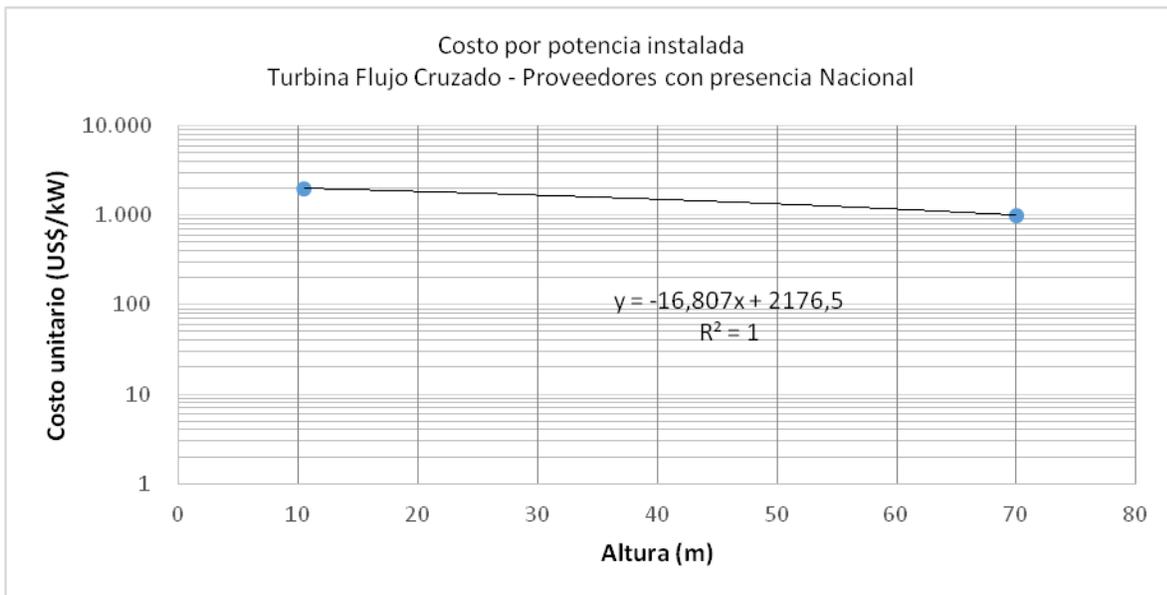


Fig. 16 CEM - Proveedores con presencia Nacional Turbina Flujo Cruzado

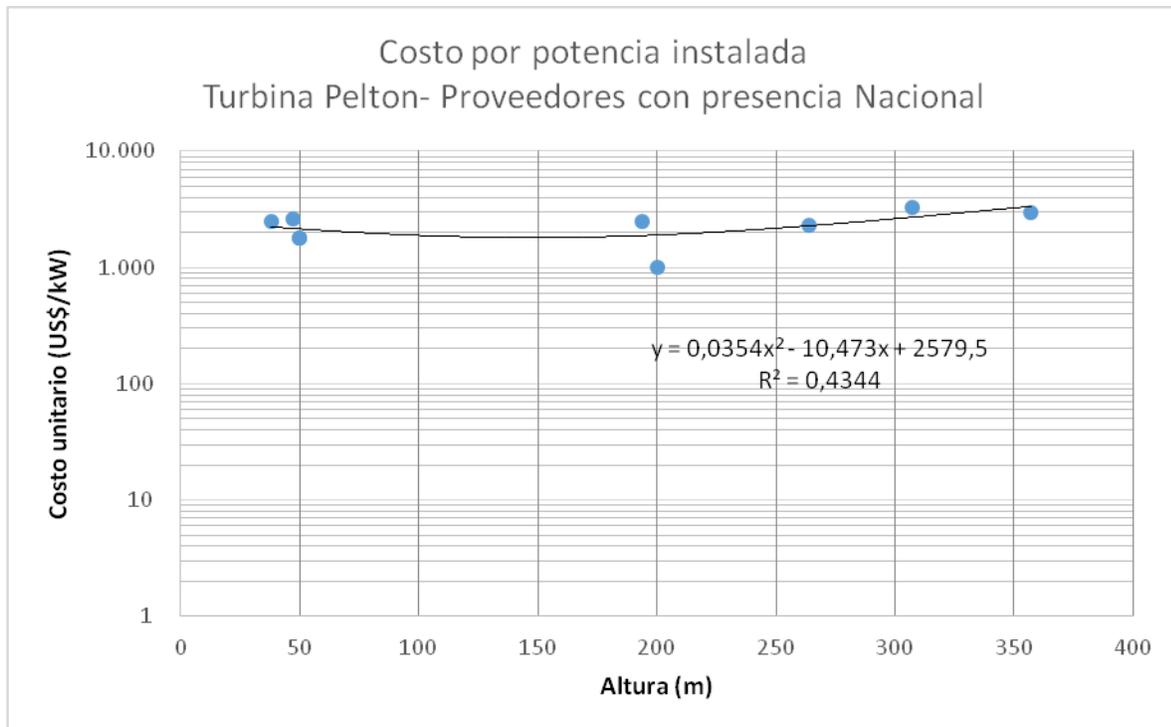


Figura 17 CEM - Proveedores con presencia Nacional Turbina Pelton

El ejercicio anterior, presenta una tendencia entre la altura de caída y el costo específico de la turbina que varía de acuerdo a la tecnología empleada:

En el caso de las turbinas Francis, el costos específico CEM disminuyen con una línea de tendencia clara en la medida que la altura también lo hace. Sin embargo, para los proyectos con turbinas Flujo Cruzado no es posible aclarar debido a la falta de datos, mientras que las turbinas Pelton a pesar de no tener una relación clara, presentaría un comportamiento similar a la Francis respecto a su costo específico.

Al realizar el mismo procedimiento en el caso de los proyectos desarrollados por empresas consultoras (o proveedores de servicios de ingeniería) los costos presentan los siguientes comportamientos.

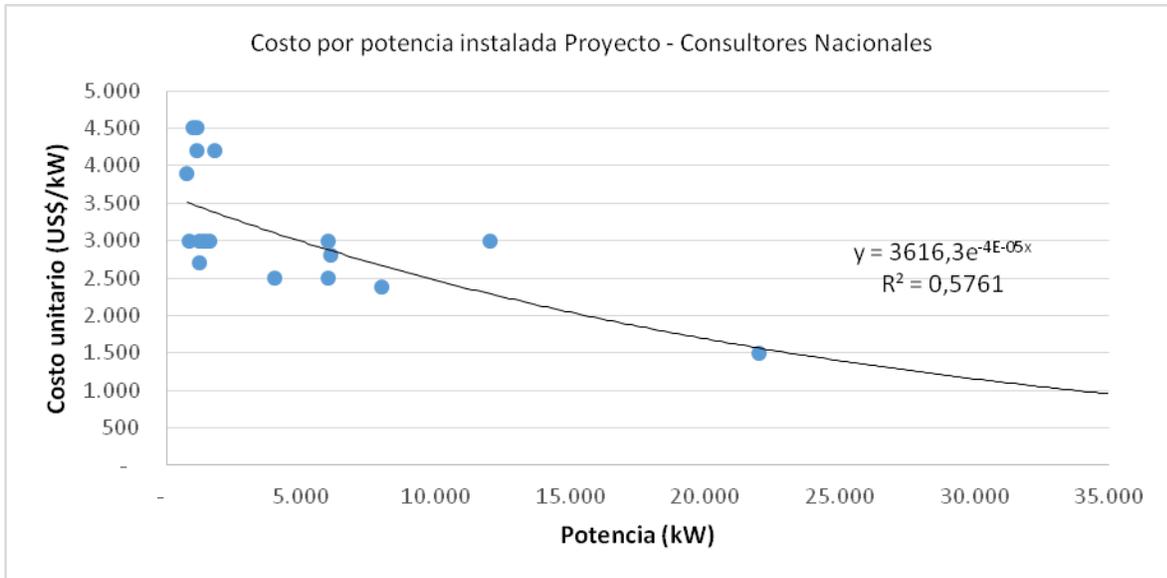


Figura 18 - CP – Proyectos de Consultores Nacionales

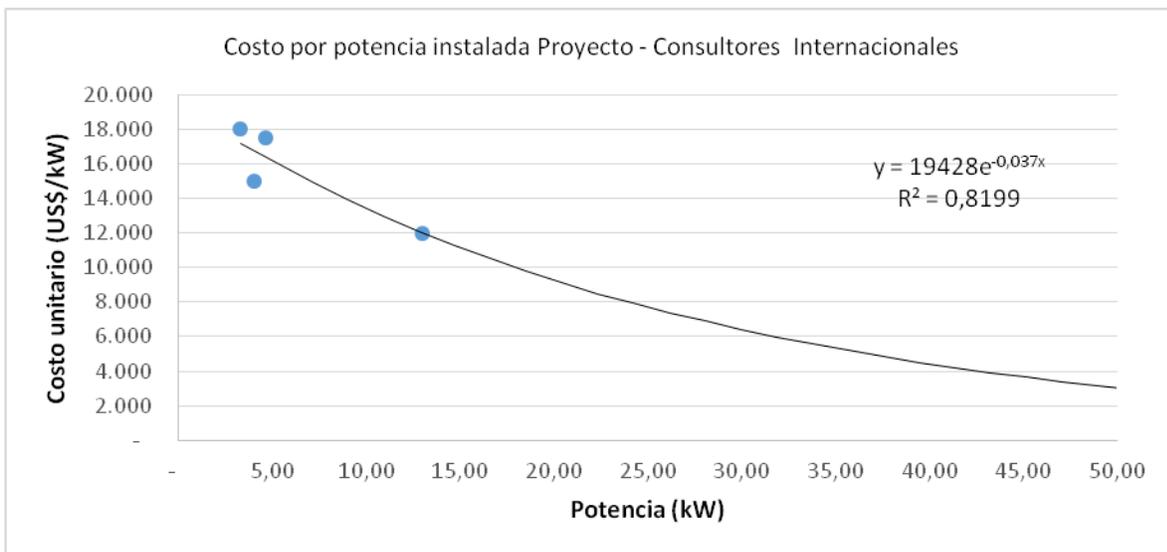


Figura 19 CP – Proyectos de Consultores Internacionales

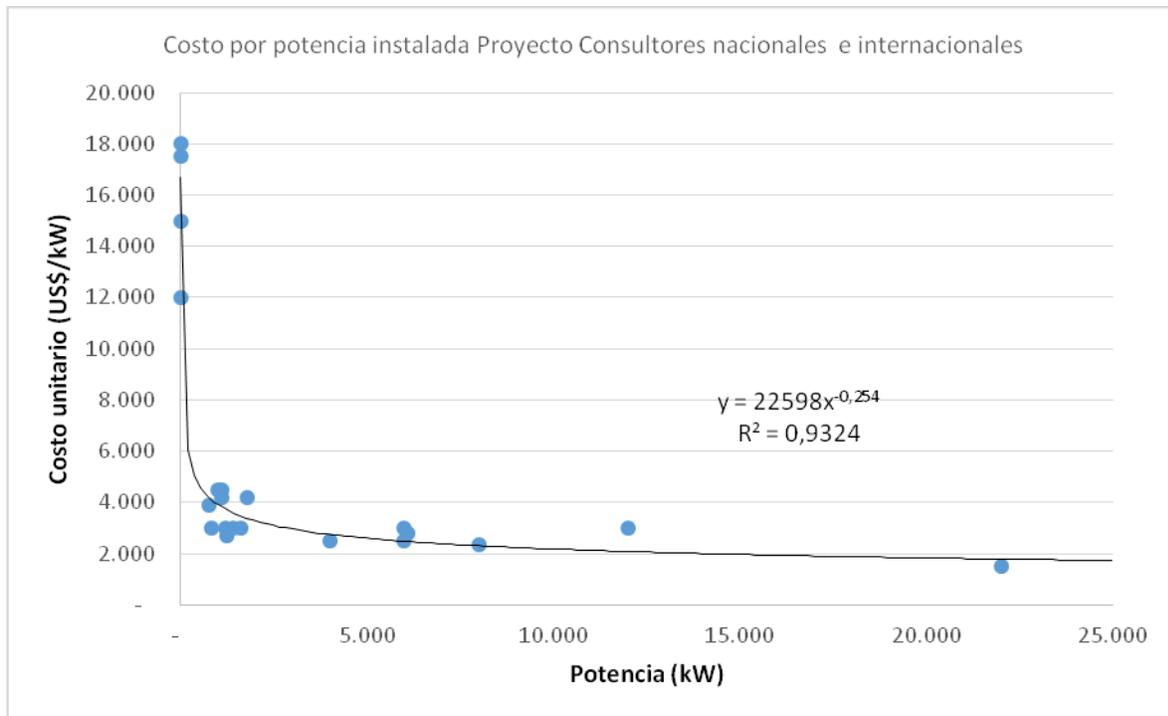


Figura 20 CP – Proyectos de Consultores Nacionales e internacionales

En el caso de los proyectos y sus costos específicos CP, se observa una tendencia clara que mientras el tamaño de la central disminuye (menor potencia instalada) los costos se incrementan notoriamente.

Esto puede deberse a que existen componente del CP, que no disminuyen sus costos, tales como los costos de las OOC y los equipos hidromecánicos como compuertas y válvulas. Parte importante del costo de una central son el equipamiento móvil en contacto con el agua, que requieren sellos especiales, manufactura de alta complejidad y que además no disminuyen en forma relevante su tamaño. A modo de ejemplo, para una central de 100 kW a una de 10 kW la bocatoma para la captación de aguas, requerirá de movimientos de tierra y material para los hormigones de similar magnitud en superficie, y solo variara significativamente respecto a la altura de sus muros, espesor de hormigones generando costos similares entre las dos centrales para la obra de toma. Del mismo modo la compuerta, requerirá similar sección, sellos de agua, forma de accionamiento y solo variará en altura.

Del mismo modo, al disgregar los proyectos respecto a la tecnología de la turbina seleccionada, no se observan comportamientos relevantes. Solo se mantiene la relación de disminución del CP a medida que la potencia aumenta.

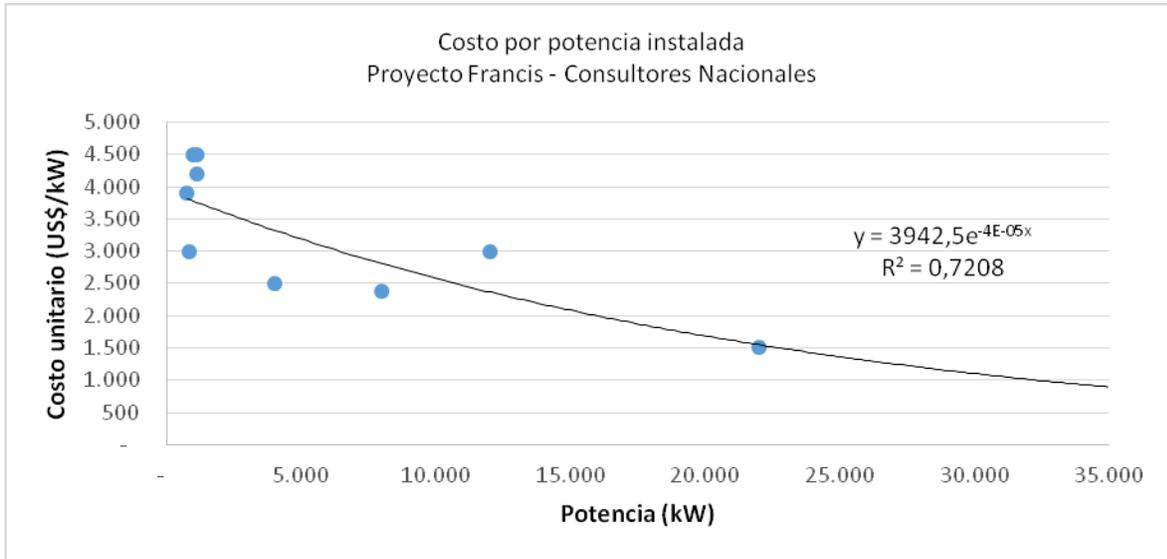


Figura 21 CP - Proveedores con presencia Nacional Turbina Francis

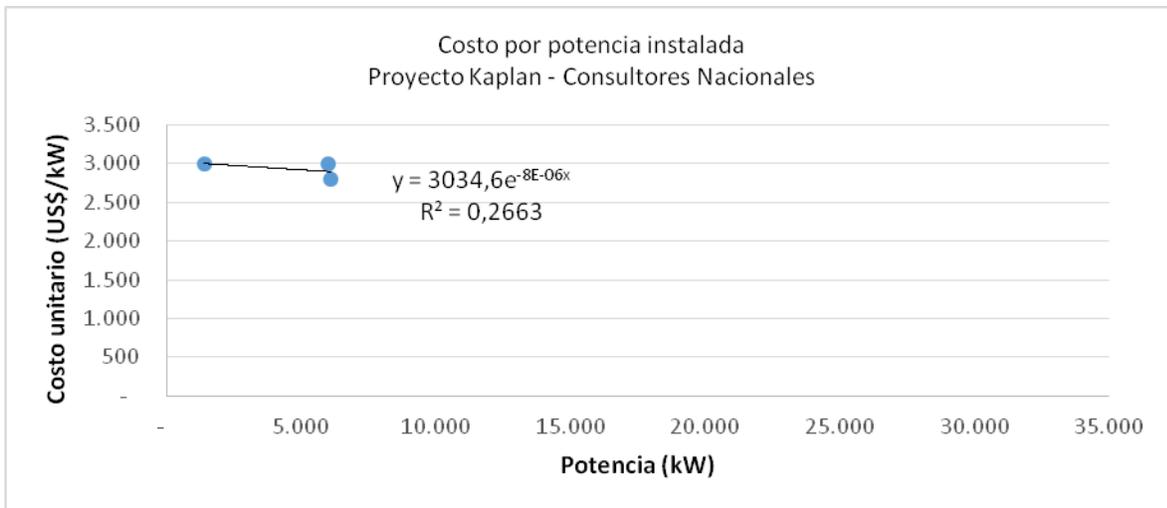


Figura 22 CP - Proveedores con presencia Nacional Turbina Kaplan

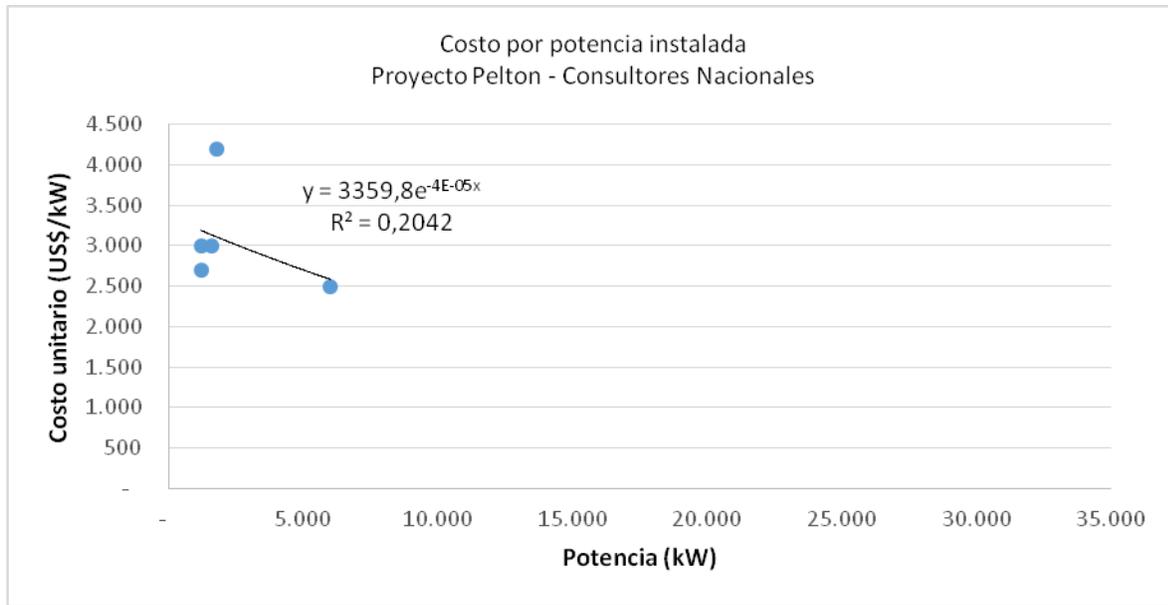


Figura 23 CEM - Proveedores con presencia Nacional Turbina Pelton

Resulta interesante observar que los proyectos desarrollados en el extranjero, corresponden principalmente al continente europeo, donde además se concentran las empresas que manufacturan turbinas.

Un punto interesante de observar es que los proyectos nacionales implementan uso de tecnologías más tradicionales como las Pelton, Francis, Kaplan y Flujo Cruzado, mientras que los extranjeros presentan nuevas desarrollo de nuevas tecnologías como las hidrocinéticas, microturbinas y de vórtice gravitacional. Lo anterior indicaría que los países europeos podrían presentar condiciones de mercado hidroeléctrico más seguras, fomento a nuevos desarrollos tecnológicos, lo cual está directamente asociado al desarrollo del país.

Si bien los proyectos desarrollados por estas empresas superan al rango hasta los 250 kW definido para el presente estudio, es posible utilizar esta información como complemento al estudio de costos en proyectos.

ANEXO 4
Aplicaciones misceláneas
de turbomaquinaria no convencional para bombeo de agua

Anexo 4 - Aplicaciones misceláneas de turbomaquinaria no convencional para bombeo de agua

En general, todo el análisis del equipamiento electromecánico se centra en sistemas estándares de una turbo-máquina acoplada a un generador eléctrico, pero existen otras posibilidades de configuraciones. Por ejemplo, cuando no existía abastecimiento eléctrico en los campos una opción era la de acoplar en forma directa turbinas a bombas centrífugas para poder emplearlas en riego; con el creciente aumento de costos de la electricidad y de la energía en la producción agrícola, en la actualidad estas opciones han vuelto a implementarse como la realizada por la empresa Saltos del Pirineo (España) presentada en la figura siguiente, en que una turbina de flujo cruzado es acoplada directamente a una bomba centrífuga, sin intermediación del generador. Esta opción es válida también como esquema de solución a emplear en la Ley de Fomento.

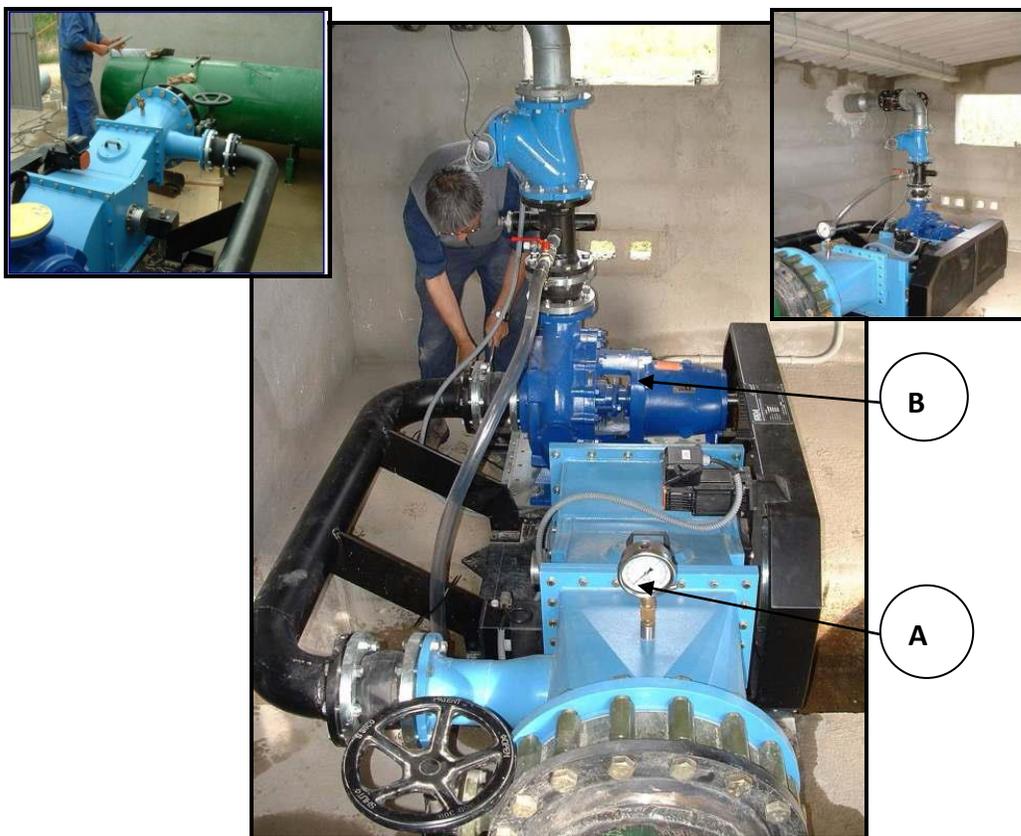


Fig. 4.4 - Turbina hidráulica de flujo cruzado acoplada a bomba centrífuga (alimentación a la bomba en by-pass para impulsión de proyecto de regadío). [(A)Turbina IREM Modelo F13 Ecowatt (P: 30 kW / 20 [mca]/ 200 [l/s]) y (B) bomba centrífuga KSB Modelo 200 - 400 (60 [mca] / 50 [l/s]).

Fuente: Turbinas y equipamientos Eléctricos Saltos del Pirineo (España)

El esquema anterior es una versión europea de la llamada "turbina bomba" que fue muy popular en China para pasar de la energía humana y animal a la bomba tradicional; para graficar lo anterior en 1979 existían en China 60.000 unidades de turbina - bomba que regaban 400.000 hectáreas. (Fraenkel, Peter "Water Lifting Devices" Edición ITDG - FAO Irrigation and Drainage Paper 43 (1986).

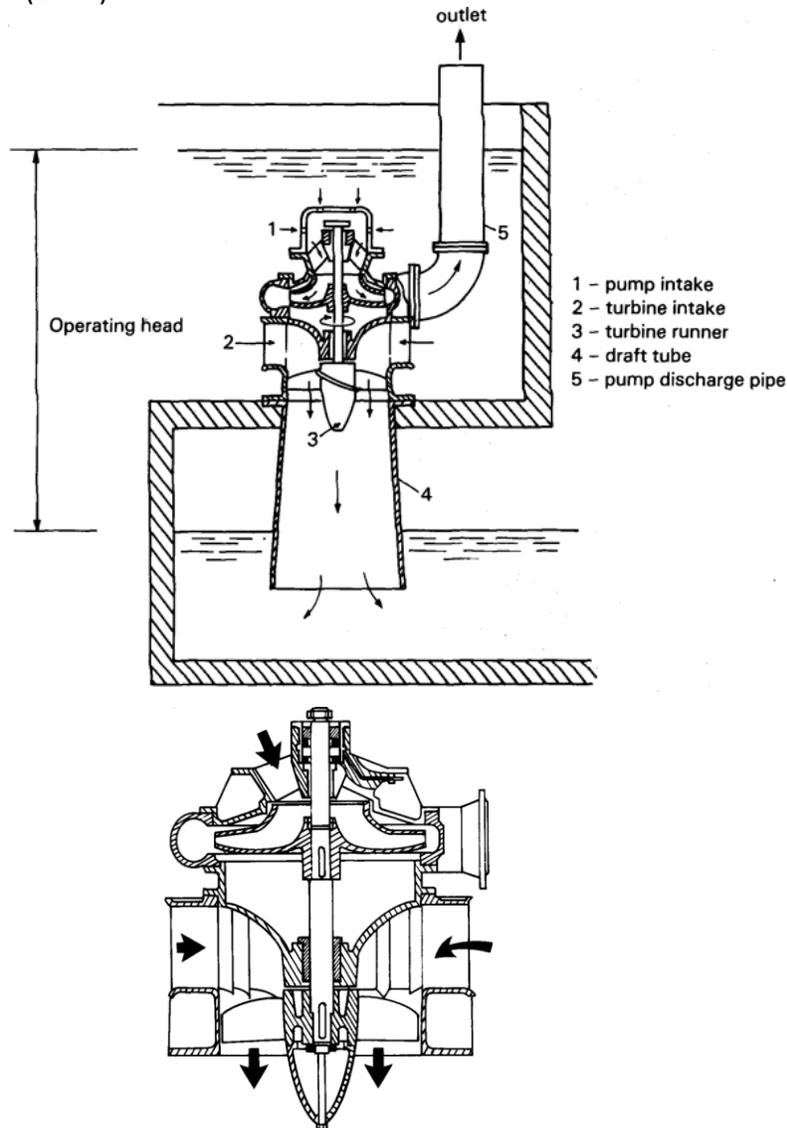


Fig. 4.5 - Esquema típico de turbina bomba desarrolladas en China donde la turbina axial para un desnivel pequeño es acoplada a una bomba centrífuga en la parte superior.

Fuente: Fraenkel, Peter "Water Lifting Devices" Edición ITDG - FAO (1986)

Una primera explicación para analizar los costos es que en estos la demanda está expresada en escalas de 100, 1000 y 10000 $[m^3 \cdot m]$ que es una forma fácil de expresar el requerimiento hídrico ya que por ejemplo $1.000 [m^3 \cdot m]$ son equivalentes a $10 [m^3] \cdot 100 [m]$ o bien $100 [m^3] \cdot 10 [m]$ de expresar energía y así sucesivamente; obsérvese que si se multiplica por

$2,73 \cdot 10^{-3}$ se obtienen [kW-h] que es unidad de energía, ya que ello corresponde a una derivación de la fórmula:

$$\text{Energía hidráulica [kW-h]} = 2,725 \cdot 10^{-3} \cdot V [\text{m}^3] \cdot H [\text{m}]$$

La fórmula anterior significa que "1 m³ a 367 m de altura tiene una energía potencial de 1 kW-h".

En las Figura 4.6 y 4.7 se comparan los costos de las diferentes tecnologías de bombeo (a precios de 1985); en una gráfica log-log las curvas resultan lineales, pero en esta que ambas escalas son lineales los saltos en las curvas corresponden a cambios de escala de la demanda (<http://www.fao.org/docrep/010/ah810e/ah810e00.htm>)

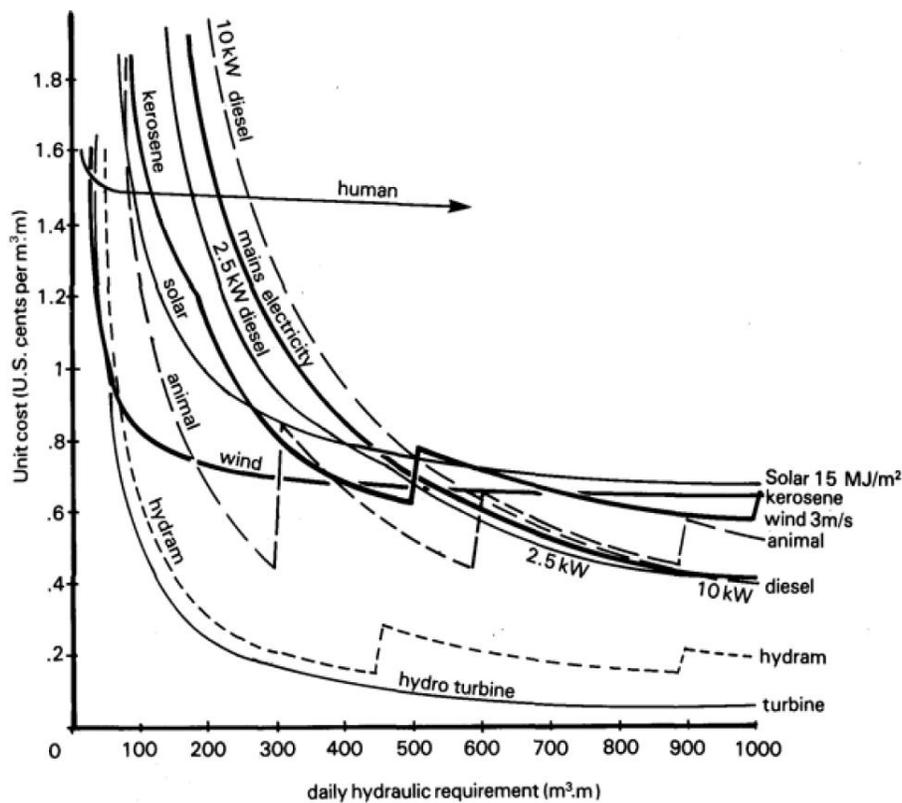


Fig. 4.6 - Comparación de costos para diferentes sistemas de bombeo; en la parte inferior se ven las curvas de ariete hidráulico ("hydam") y bomba turbina ("hydro turbine").

Fuente: Fraenkel, Peter "Water Lifting Devices" Edición ITDG - FAO (1986)

Los resultados de la gráfica para las diferentes tecnologías también se pueden expresar como gráficos de barra (Fig. 4.7) y en ella se evidencia también los resultados de los costos de producción de agua; obsérvese que los costos varían con el nivel de demanda evidenciando que para bajos consumos (< 100 [m³·m]), la electricidad de red puede ser más conveniente que invertir en sistemas como los analizados en este estudio.

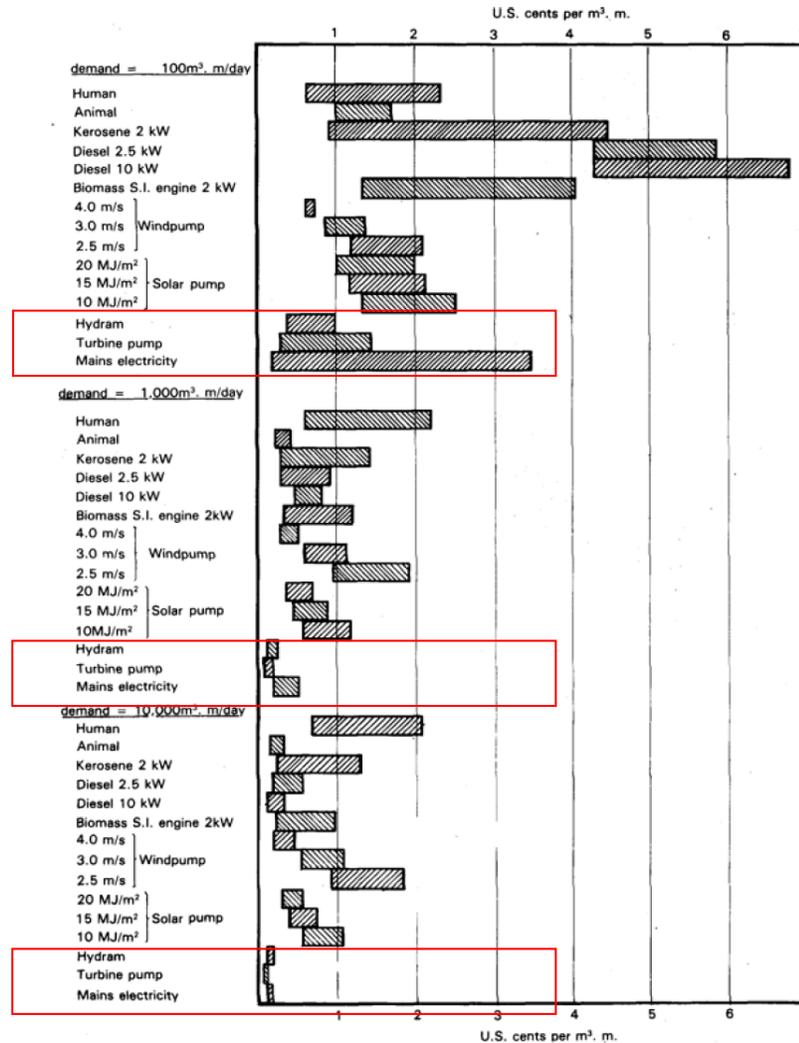


Fig. 4.7 - Costos comparados para diferentes sistemas de bombeo
Fuente: Fraenkel, Peter "Water Lifting Devices" ITDG FAO (1986)

El ariete hidráulico es una bomba que energía gravitacional como fuente impulsora para realizar trabajo mecánico, cuya invención es del siglo XIX y que en términos de diseño ha variado muy poco pero lo más interesante de todo es que a fines de este siglo aún hay fábricas originales y nuevas que continúan haciéndolo como son Rife (USA), Vulcan (UK), Williamson (New Zealand), entre otras.

Como ejemplo, si se toma un ariete de 6" Williamson (New Zealand) y se emplean 27 [l/s] como alimentación con una altura de carga de 4 [mca] se puede impulsar continuamente a una altura de 40 [mca] un caudal de 1,6 [l/s]; luego si se empleara una batería de 3 unidades estos podrían regar unas 5 has en directo - sin emplear sistema de acumulación - a costo de operación prácticamente cero. El valor estimado de una unidad de 6" de admisión es de US\$ 18.000 (FOB).



Rampump Model	Rampump Drive Pipe Size	Rampump Water used Litre per sec.	Water Pumped Litre per day 10:1*	Water Pumped Litre per day 12.5:1*	Water Pumped Litre per day 16:1*	Water Pumped Litre per day 20:1*	Water Pumped Litre per day 25:1*	Water Pumped Litre per day 32:1*	Water Pumped Litre per day 40:1*	Rampump Minimum beats per minute
RAMP0600	150mm	27.00	135000	86400	52730	33750	21600	13175	8435	30
	125mm	18.00	90000	57600	35150	22500	14400	8785	5625	35

Fig. 4.8 - Características de ariete hidráulico Williamson (NZ) de 6 "

Fuente: Extractado de Brochure de Williamson HI FLO (NZ)

Existe consenso absoluto entre todos los especialistas que la forma más económica de bombeo es el ariete hidráulico ya que solo requiere a lo más un cambio anual de gomas en los asientos de las válvulas y la energía de impulsión es gravitacional. Energéticamente hablando en la situación descrita como fuerza impulsora se emplea un equivalente de 1,4 HP (1.060 W) y como potencia de salida se obtienen 0,85 HP (628 W) con un rendimiento volumétrico expresado como la relación Agua de impulsión / Agua descargada de 6 %.

A futuro para zonas sin red en que hay una pequeña caída y caudal, el ariete es un fuerte competidor para una turbina y debiera considerarse como una alternativa para riego.

ANEXO 5
Buenas prácticas recomendadas
para desarrollo de proyectos con microcentrales hidroeléctricas

Anexo 5 - Buenas prácticas recomendadas para desarrollo de proyectos con microcentrales hidroeléctricas

En el reporte final de ITDG *“Best Practices for Sustainable Development of micro hydro power in developing countries”*. Informe para el Departamento para el Desarrollo Internacional de UK, Marzo 2000, se describe a las microcentrales hidroeléctricas como la tecnología más madura disponible en el presente para países en desarrollo. Existen aproximadamente 10 mil microcentrales operando en China, y una gran cantidad en Nepal, Sri Lanka, Pakistan, Vietnam y Perú. De las experiencias de estos países, las centrales pueden ser muy rentables en términos financieros y por otro lado traen consigo impactos positivos a la comunidad. En este sentido, el reporte extrae de la experiencia de los casos reales en estos países, buenas prácticas que pueden ser replicados en otros casos.

5.1 Factores críticos

- Los proyectos financieramente sostenibles son aquellos que generan efectivo por venta de energía lo cual depende directamente de un buen factor de planta.
- Los proyectos de generación para autoconsumo tienen mayor dificultad para lograr sostenibilidad financiera.
- Los costos de las microcentrales hidroeléctricas dependen de la ubicación y la normativa vigente.
- La forma de propiedad de la microcentral hidroeléctrica es menos relevante que la creación de un modelo de gestión eficaz.
- La selección de una adecuada tecnología de turbina es clave para un buen desempeño de una microcentral hidroeléctrica.

5.2 Rentabilidad del proyecto

- Es más fácil hacer que una microcentral hidroeléctrica rentable sea socialmente beneficiosa que hacer que una microcentral de beneficio social sea rentable.
- Desarrollar microcentrales rentables es difícil debido al tamaño limitado del mercado local y la dificultad general de desarrollo en zonas aisladas o remotas.
- Las instituciones financieras dispuestas a invertir en microcentrales hidroeléctricas debieran considerar la financiación asociada con el fin de minimizar el riesgo.
- Es usual que las microcentrales hidroeléctricas sean promovidas para desempeñar funciones sociales como mejorar la calidad de vida, o el desarrollo de comunidades, pequeñas empresas, en de ser un programa de energía.
- La elección del sitio en donde se emplazará una microcentral hidroeléctrica, beneficia a la población, sin embargo no toda la comunidad tiene acceso directo a la energía.

5.3 Tarifas

- El rendimiento financiero de toda la microcentral hidroeléctrica podría mejorarse si el promedio de tarifa se mantiene en línea con la inflación local.

5.4 Gobierno

- Los gobiernos deben tratar a todas las opciones de suministro de energía por igual y favorecer lo que mejor se adapte a las necesidades del consumidor en diferentes lugares.
- Los gobiernos deben garantizar una competencia leal entre los competidores y opciones de suministro facilitar la igualdad de acceso a las ayudas y otros fondos en condiciones favorables, subsidios, exenciones de impuestos y apoyo.
- Los planes para la expansión de la red eléctrica deben ser claros y de dominio público para reducir la incertidumbre sobre cuando la red llegará a una ubicación particular.

5.5 Regulación

- La regulación debe ser transparente, estable y libre de interferencia política con el fin de fomentar la competencia entre los proveedores de tecnología, servicios y financiamiento.
- La regulación debe establecer normas que sean apropiados para el costo del proyecto y la capacidad de los distintos actores que pagar.
- Las normas de calidad y seguridad deben ser aplicadas para evitar proyectos con equipos e instalaciones de mala calidad, con el fin de asegurar el impacto positivo en la zona de proyecto.

5.6 Financiamiento

- Se necesitan fondos para cubrir los costos de inversión, operación y mantención, e intermediación social.
- Los proyectos de microcentrales hidroeléctricas obtienen fondos de muchas fuentes.
- Las microcentrales hidroeléctricas deben ampliar las opciones de financiación para la adquisición de deuda y capital. Puede ser mediante arrendamiento, nuevas formas de garantía de la deuda, y novedosas formas de garantía.
- Las instituciones financieras es probable que necesiten formación para poder conocer y comprender las necesidades especiales y los riesgos de microcentrales hidroeléctricas, o basarse en la experiencia análoga en otras formas de inversión rural.

5.7 Inversionistas

- Construir programas de capacitación de lo que ya se ha intentado antes en el país y en otros lugares.
- Adoptar estrategias de financiación que mejoren las capacidades locales incluidas las organizaciones, marcos regulatorios, y capacidades técnicas.
- Asegurar que los fondos están disponibles tanto para las microcentrales hidroeléctricas y usos finales asociados.
- Asegurar fondos para todas las etapas de desarrollo del proyecto.
- Ser transparente para que otros se enteren de lo que está haciendo y tratar de armonizar actividades con otros inversionistas, socios, proveedores de equipos, contratistas y programas de gobierno.

5.8 Desarrolladores de Proyectos

- Los desarrolladores de proyectos que tienen la habilidad y tenacidad para poner todos los elementos de una microcentral hidroeléctrica juntos son clave para el éxito de los programas.
- Los programas de microcentrales hidroeléctricas exitoso debe producir trabajo suficiente para los desarrolladores de proyectos y lograr economías de escala en la suministro de dichos servicios - por ejemplo, cuando hay una cantidad de centrales importante en la misma zona teniendo en cuenta los costos de las visitas a terreno para ser compartido por el total de los proyectos.
- Las instituciones financieras y los organismos reguladores tienen que encontrar un equilibrio entre su necesitan para el desarrollo de proyectos que consideran creíbles (habla Inglés con formales calificaciones en ingeniería y contabilidad) y su costo.
- Los costos de 'intermediación' en el desarrollo de proyectos deben ser registrados, son relevantes y deben ser considerados.
- Se deben hacer esfuerzos para estimar el tamaño real del mercado de micro centrales hidroeléctricas, teniendo en cuenta, los costos, las alternativas y la probable disponibilidad de financiamiento, para poder determinar si el proceso de desarrollo del proyecto es sostenible.
- La escala de desarrollo de proyectos capacidades se debe aumentar lo suficiente como para reducir los costes unitarios por la captura de economías de escala.
- Servicios de asistencia técnica deben estar separados de las funciones de crédito para asegurar juicios objetivos respecto a la viabilidad financiera de cada proyecto (con o sin subsidios) y la solvencia de los propietarios de los proyectos.
- Se debe considerar la inversión en una microcentral hidroeléctrica como una pequeña empresa (independientemente de la estructura de propiedad real).
- Tratar de establecer normas para la fijación de tarifas y de los ajustes por inflación que son estrictamente técnicos, de decisiones arbitrarias o políticas.

- Los programas exitosos incluyen actividades que estimulan la demanda de energía hidráulica y las actividades de apoyo financiero y de otro tipo que están disponibles.

5.9 Capacitación

- No hay atajo en el desarrollo de las capacidades locales. El proceso lleva tiempo y es costoso, pero sin esas capacidades los programas de microcentrales hidroeléctricas no puede tener éxito.
- Las capacidades locales para construir microcentrales hidroeléctricas reducen sustancialmente los costes.
- Las capacidades locales para administrar, operar y mantener el buen funcionamiento de microcentrales hidroeléctricas son una condición clave para el éxito de una microcentral.

5.10 Gestión de la microcentral hidroeléctrica

- Independientemente de la estructura de propiedad, el manejo exitoso de microcentrales hidroeléctricas requiere una "estructura empresarial" que minimiza la interferencia política (Por ejemplo, de las autoridades municipales o miembros de la comunidad poderosos), mediante objetivos claramente establecidos relacionados con la rentabilidad, la cobertura y la calidad del servicio a prestar.

ANEXO 6
Listado de servicios de consultoría catastrados
de empresas con experiencia y/o interés en participar
en el desarrollo de proyectos micro y mini hidro hasta 250 kW.

Anexo 6 - Listado de servicios de consultoría catastrados de empresas con experiencia y/o interés en participar en el desarrollo de proyectos micro y mini hidro hasta 250 kW

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (1 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
1	APEMEC	GEH	Nacional	AAKTEI ENERGIA SPA	Pedro reltthei Salvo	El Gobernador N°020 Of.403 RM	27203000	pmatthei@aatkei.com , gabriel@berczely.cl	www.aaktei.com	Desarrolladores – Generadores
2	APEMEC	GEH	Nacional	ABENGOA CHILE	Alejandro Conget, Miguel Murua	Las Araucarias 9130, Quilicura	24614970	nicolas.vejar@abengoa-chile.cl	www.abengoa-chile.cl	Ingeniería y construcción Industrial
3	AIC	GEH	Nacional	AEROTOP S.A.	Felipe Zelada	General Flores 197, Providencia - Santiago - Chile	(56 2) 2235 77 28	aerotop@aerotop.cl	www.aerotop.cl	Geodesia y Topografía
4	APEMEC	GEH	Nacional	AGRICOLA ANTARES LTDA.	Luis Alberto Moller	Casilla 77, Río Bueno XIV Region	98873788	antares@live.cl – luisalberto.saenzv@gmail.com	-	Desarrolladores - Generadores
5	APEMEC	GEH	Nacional	AGUAFLOW LTDA.	Alejandro Javier Medez Norambuen a	Ambrosio O'higgins 1718, San Pedro de la Paz VIII Bío Bío	41-3170251	alejandromendez@aguaflow.cl	www.aquaflow.cl	Proyectos, asesorías y servicios de ingeniería hidráulica
6	APEMEC	GEH	Nacional	ALBERS OLIVIER	Olivier Albers	Fundo Bellavista Curacautín; Casilla 173 Curacautin IX		consultoriaynegocios@hotmail.com	-	Desarrolladores - Generadores
7	APEMEC	GEH	Nacional	ALPINA CHILE SPA	Mario Lazo Emparanza	República Arabe de Egipto N°280 Oficina 5, Stgo	226846125	mario.lazo@alpina.spa.cl	www.alpina.spa.cl	Servicios de ingeniería, supervisión de obra construcción
8	AIC	GEH	Nacional	Amec International Ingeniería y Construcción Ltda.(Chile)	Ivan Doren	Av. Apoquindo 3846, piso 15, Las Condes - Santiago - Chile	(56 2) 2210 9500	amec.chile@amec.com	www.amec.com	Consultoría Ingeniería Administración Construcción
9	AIC	GEH	Nacional	Amphos 21 Consulting Chile Ltda.	Jordi Guimera	Av. Nueva Tajamar 481 Of.1005, Torre Sur,, Las Condes - Santiago - Chile	(56 2) 2799 1630	amphos21chile@amphos21.com	www.amphos21.com	Ingeniería, Consultoría Agua, Geoquímica, Ambiental, Administración
10	APEMEC	GEH	Nacional	ANDES POWER SPA	Daniel Salinas Diaz	Román Díaz N°390 Of.205 RM	02-4150325	contact@andespower.com ; luisignacio.figuera@andespower.com	www.andespower.com	Desarrolladores - Generadores
11	APEMEC	GEH	Nacional	ANPAC ENERGIA SPA	Matías Novoa	Américo Vespucio 1090 Of.1401-A Stgo	222456755	obertens@anpac.cl , mnovoa@anpac.cl	www.anpac.cl	Desarrolladores - Generadores
12	AIC	GEH	Nacional	Arcadis Chile S.A.	Hernan Bezamat	Antonio Varas 621, Providencia - Santiago - Chile	(56 2) 2381 60 00	arcadis@arcadis.cl	www.arcadis.cl	Ingeniería
13	APEMEC	GEH	Nacional	ARESOL ERNC S.A.	Javier José Zurbano Reinares	Agustinas 853 of.735 Stgo	2-8147960 – 8-2170448	javier.zurbano@aresol.com	www.aresol.com	Diseño Desarrollo operación y Mantenimiento de instalaciones de Generación ERNC

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (2 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
14	AIC	GEH	Nacional	ARRAU INGENIERIA E.I.R.L.	Luis Arrau del Canto	María Luisa Santander 0231 Providencia	(56 2) 2341 4800	oficina@arrauingenieria.cl	www.arrauingenieria.cl	Ingeniería Consultoría
15	APEMEC	GEH	Nacional	ARTURO TRONCOSO VALLE		Santa Clara 12269, Las Condes RM	23786886	atroncoso@rede.cl	-	Desarrolladores - Generadores
16	AIC	GEH	Nacional	Asesorías Algoritmos Ltda.	Claudio Seguel	Seminario 180, Providencia.	(56 2) 2367 9620 - 2367 9621	cseguel@algoritmos.cl	www.algoritmos.cl	Estudios Ambientales y Procesamiento de Datos
129	APEMEC	GEH	Nacional	Asoc. Canalistas del Laja		Av. Alemania 245 Los Angeles	(43) 2311198	hsanhueza@canalistasdellaia.cl	www.canalistasdellaia.cl	Desarrolladores - Generadores
17	APEMEC	GEH	Nacional	ASOC.DE CANALISTAS DEL CANAL BIO BIO NEGRETE	Gastón Alfonso Meynet Stagno	Emilio Serrano 398 VIII Region	43-2551553	ivallejoscarle@gmail.com - pair80@hotmail.com	-	Desarrolladores - Generadores
18	AIC	GEH	Nacional	Ausenco Chile Ltda.	Ricardo Villablanca	Las Condes 11283, piso 6. Las Condes - Santiago - Chile	(56 2) 2937 0000	ausencochile@ausenco.com	www.ausenco.com	Ingeniería
19	AIC	GEH	Nacional	Baird & Associates S.A.	Leila Miquel	Marchant Pereira 150, oficinas 402-403, Providencia Santiago Chile	(56 2) 2236 1222	cfournier@baird.com	www.baird.com	Ingeniería Consultoría
20	APEMEC	GEH	Nacional	BESALCO ENERGIA RENOVABLES S.A.	José Ignacio Lois	Av. Tajamar 183 Piso 3 Of.301 Stgo	223312200	energia@besalco.cl	-	Desarrolladores - Generadores
21	AIC	GEH	Nacional	Better Consultores	Cristian Bustos	La Concepcion 65 of 601, Providencia, Santiago - Chile	(56 2) 2361 0596	info@better.cl	www.better.cl	ingeniería, Tecnología Ambiental, Prevención de Riesgos
22	AIC	GEH	Nacional	CI Ingeniería S.A.	Luis Ljubetic	Septima Avenida 1155, San Miguel.	(56 2) 2437 5630	inf@cing.cl	www.cing.cl	Ingeniería
23	AIC	GEH	Nacional	Cica S.A. Ingenieros Consultores	Roberto Delpiano	Barcelona 2179, Providencia.	(56 2) 2231 7126	rdelpiano@cicaingenieros.cl	www.cicaingenieros.cl	Ingeniería Ambiental
24	AIC	GEH	Nacional	COENER S.p.A.	Luis Ljubetic	Septima Avenida 1155, San Miguel.	(56 2) 223727395	Contacto@coener.cl	www.coener.cl	Generación Energía
25	APEMEC	GEH	Nacional	COMPAÑÍA ELECTRICA MONTEGRAN DE	Sergio Vergara	Av. Kennedy 5454 of 804 Vitacura	22133393	sergio@vergara.cl ; xreinancop@gmail.com	-	Desarrolladores - Generadores
26	APEMEC	GEH	Nacional	CRISTIAN ROMERO BOADA	CRISTIAN ROMERO BOADA	Av. Alessandri 2019, Maule	87349420	cdromero@uc.cl	-	Ingeniería
27	APEMEC	GEH	Nacional	CRT Chile	Javier fernandez Puebla	San Pio X 2460 Of 1310 RM	22327720	javier.fernandez@crtcchile.com	crtcchile.com	Asesoría de ingeniería y Representaciones
28	AIC	GEH	Nacional	Dessau Chile Ingeniería S.A.	Ricardo Varas	Av. Ricardo Lyon 222, piso 18, Providencia	(56 2) 2519 0800	contacto@dessau.cl	www.dessau.cl	Ingeniería , Construcción

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (3 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
29	APEMEC	GEH	Nacional	DONGUIL ENERGIA S.A.	Juan S. Marcus	Camino el Venado 581 interior San Pedro de la Paz, Concepción	041-2234123	jsmarcus@jms.cl	www.jms.cl	Desarrolladores - Generadores
30	APEMEC	GEH	Nacional	EBCO ENERGIA S.A.	Felipe Oettinger	AV. Santa María 2450, Providencia	75388377	atb@ebcoenergia.cl fob@ebcoenergia.cl	www.ebcoenergia.cl	Desarrolladores - Generadores
31	AIC	GEH	Nacional	EDIC Ingenieros S.A.	Marcelo Andreani	San Crescente 81, piso 3, Las Condes.	(56 2) 2616 9500	egl@edic.cl	www.edic.cl	Ingeniería
32	AIC	GEH	Nacional	EIC Ingenieros Consultores Ltda.	Afredo Edwards	Portofino 4358, Las Condes.	(56 2) 2208 4404 - 2208 5667	EIC@EICIngenieros.cl	www.eicingenieros.cl	Ingeniería
33	APEMEC	GEH	Nacional	ELECTROAUTRAL GENERACION LTDA.	Debora Marelli	Av. Presidente Riesco 5711 of 1603, Las Condes	227989600	dmarelli@benjamin.cl	-	Desarrolladores - Generadores
34	APEMEC	GEH	Nacional	EME CORP CHILE		Av. Apoquindo 5555, Of. 802 Santiago	22242404 / 22203653	administracion@emeco.cl	www.emeco.cl	Equipos electro e hidromecánico
35	DC ISSF	GEH	Nacional	Emerge Ingeniería	Jorge Smith Irarrazabal	Membrillar 655 Of 201 Curico		contacto@emergeingenieria.cl	www.emergeingenieria.cl	Consultora en Ingeniería
36	APEMEC	GEH	Nacional	EMPRESAS TRANSOCEANICA		Av. Santa María 5888, Vitacura, Santiago	229570100	info@transoceanica.cl	www.transoceanica.cl	Generadores
37	DC ISSF	GEH	Nacional	Enacon Group	-	Palacio Riesco 4325 piso 2 Huechuraba	22439849	-	www.enacongroup.com	Consultora en Ingeniería
38	APEMEC	GEH	Nacional	ENEL LATINAMERICA CHILE S.A.	Salvatore Bernabei	Av. Presidente Riesco 5335 piso 15, Las Condes RM	28999200	claudio.espinoza@enel.com - osvaldo.farias@enel.com	www.enel.com	Desarrolladores - Generadores
39	APEMEC	GEH	Nacional	Energem Cascada Ltda	Marco A. Cid Toledo y Alejandro Ibáñez Vidal	Valdivia 300 of. 1101, VIII	43-317806	marco.cid@goodenergy.cl	-	Desarrolladores - Generadores
40	APEMEC	GEH	Nacional	Energia Collil S.A (ex Madera Tantauco)	Javier Bruna Orchard	Ruta 5 Sur, Km 1170, Castro, Chiloé, X	65-2383776	mosorio@tantauco.cl	www.tantauco.cl	Desarrolladores - Generadores
41	APEMEC	GEH	Nacional	ENERGIA LLAIMA SPA	Pedro Claro Guzman	Isidora Goyenechea 3477 piso 17 Las Condes	23787979	pclaro@ellaima.cl	www.ellaima.cl	Desarrolladores - Generadores
42	APEMEC	GEH	Nacional	ENERGIAS RENOVABLES DE AYSÉN LTDA.	Pedro Walker Prieto	Marchant pereira 221 piso 12 Providencia	98208851	walker@entelchile.net	-	Desarrolladores - Generadores
43	APEMEC	GEH	Nacional	Energya S.A. (Ex Turbodol)	Matías Klein	Baron de Juras Reales 5050, Conchalí, Santiago RM	28994032 / 28994030	mariela.martinez@energya.cl matias.klein@energya.cl	www.energya.cl	Suministro Electromecánico, servicios de ingeniería sistemas de control

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (4 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
44	AIC	GEH	Nacional	Enertec SPA	Carlos Gho	Andres de Fuenzalida 22 Of. 801 Providencia	(56 9) 9100 8000	carlos.gho@enertec-chile.cl	www.enertec-chile.cl	Ingeniería Consultoría
45	APEMEC	GEH	Nacional	Enertron Energía y Generación Ltda.	Ivonne Bell	Calle Málaga 115, of. 709, Las Condes RM	22282859	ibell@hidrolena.cl	-	Desarrolladores - Generadores
46	APEMEC	GEH	Nacional	EPA ENERGIA DE LA PATAGONIA Y AYSÉN S.A.	Jorge Perez	Gertrudis Echeñique 220 piso 7 La Condes	28186300	ciullian@epasa.cl	www.epasa.cl	Desarrolladores - Generadores
47	APEMEC	GEH	Nacional	ERH CONSULT		Carrera Pinto 1929 Ñuñoa	23417976	erhconsult@erhconsult.cl	www.erhconsult.cl	Ingeniería Consultoría
48	APEMEC	GEH	Nacional	ERRAZURIZ Y ASOCIADOS COMERCIAL S.A.	Rodrigo Mora	Av.A.Vespucio 100 piso 16 Las Condes	26949300	pgutierrez@eai.cl	www.eai.cl	Suministro Electromecánico, servicios de ingeniería sistemas de control
49	APEMEC	GEH	Nacional	ESG Ingeniería Ltda.	Eduardo Serrano Gallegos	Condominio Santa Sofía Casa 97, Machalí VI	72-411189	eserrano@terra.cl	-	Empresa de Ingeniería
50	APEMEC	GEH	Nacional	Esquerre Barrera Juan Pedro		Fundo El Avellanito Lote 6 y 7 Sector Avellano, VIII		pedroesquerre@gmail.com	-	Ingeniero Civil Industrial
51	AIC	GEH	Nacional	Fugro Interra S.A.	Juan Arbat	Av. Americo Vespucio 2880, piso 13, Conchalí	(56 2) 2623 5151 - 2623 6161	contacto@fugrointerra.cl	www.fugro.com/ www.fugro.cl	Topografía Geomensura Trabajos Aéreos, Geotectónicos
52	APEMEC	GEH	Nacional	Generadora Eléctrica Rhom Ltda.	Ricardo Mohr Rioseco	Mackena 716 Depto D, X	64-2239001	rmohr@boquial.com ; amohr@boquial.com	www.boquial.com	Desarrolladores - Generadores
53	APEMEC	GEH	Nacional	Generadora Eléctrica Roblería	Antonio Carracedo Rosende	Estoril 200 OF 728 Las Condes, RM	29515503	mfranco@hidroelectricarobleria.cl	www.hidroelectricarobleria.cl	Desarrolladores - Generadores
54	AIC	GEH	Nacional	Geoexploraciones S.A.	Alfredo Eisenberg	Galvarino Gallardo 1841, Providencia.	(56 2) 2236 0551	info-geo@geoexploraciones.cl	www.geoexploraciones.cl	Ingeniería, Geofísica, Geodesia, Topografía
55	APEMEC	GEH	Nacional	Geothermhydro Chile Ltda	Carlos Andrés Jorquera Ruz	Av.presidente Riesco N°5335 Piso 2, RM	27998209	harpa.elin@geothermhydro.com	www.geothermhydro.com	Servicios y proyectos de ingeniería energías renovables, hidroelectricidad y geotermia
56	-	GEH	Nacional	Gesche Ingenieros	Roberto Gesche		+56 (45) 2232700 / +56 (45) 2213465	info@gescheingenieros.cl	http://gescheingenieros.cl/	Servicios de Ingeniería para Centrales Hidroeléctricas
57	AIC	GEH	Nacional	Gestión Ambiental Consultores (GAC)	Daniel Tolchinsky	Padre Mariano 103, oficina 307, Providencia.	(56 2) 2719 5600	gac@gac.cl	www.gac.cl	Ingeniería Ambiental

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (5 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
58	APEMEC	GEH	Nacional	Gestión de Proyectos Eléctricos S.A.	Rodolfo Renz Heinrich	Félix de Amesti 90, of. 201, Las Condes, RM	29168200	fgutierrez@gpe.cl (Felipe encargado de finanza) ;rrenz@gpe.cl gerenciagpe@gpe.cl frenz@inuban.cl	www.gpe.cl	Desarrolladores – Generadores
59	AIC	GEH	Nacional	GHD S.A.	Ignacio Gauca	Av. Apoquindo 4775, 601, Las Condes	(56 2) 2433 5400	ghdchile@ghd.com	www.ghd.com	Ingeniería Ambiental Arquitectura
60	APEMEC	GEH	Nacional	GHD S.A.		Apoquindo 4775 of. 605, Las Condes, RM	24335400	ghdchile@ghd.cl ; eduardo.valenzuela@ghd.com ; david.anabalon@ghd.com	www.ghd.cl	Ejecución y supervisión de proyectos de ingeniería y servicios Carlos Vejar
61	APEMEC	GEH	Nacional	Halcrow Group Limited Chile Agencia en Chile	Alejandro Labbe	Av. Nva. Tajamar N°481 Of.301 Torre Sur Las Condes, RM	29384700	halcrowchile@halcrow.com	-	Asesoría y estudios de Ingeniería
62	AIC	GEH	Nacional	Hatch Ingenieros Consultores Ltda.	Fernando Vivanco	Av. El Bosque 500, piso 12, Las Condes.	(56 2) 2430 2600	hatch@hatch.cl	www.hatch.cl	Ingeniería Ambiental Arquitectura
63	APEMEC	GEH	Nacional	Hatch Ingenieros y Consultores Ltda	Fernando Vivanco	Av. El bosque Norte 500 piso 12, Las Condes, RM	24302600 anexo 2893	mmarchese@hatch.cl ; ebravo@hatch.cl (encargada finanza Elizabeth)	-	Energía-Minería - Infraestructura
64	APEMEC	GEH	Nacional	Hevia Honorato Nicolás		Av. Apoquindo N°5150 Piso 3, Las Condes, RM	25843203	nhevia@security.cl	-	Ingeniero Civil
65	APEMEC	GEH	Nacional	Hidroeléctrica Cerrillos	Patricio Hernán Atton Bohn	Amthauer 1086, X	64-2234225	pattonbohn@yahoo.es	-	Desarrolladores – Generadores
66	APEMEC	GEH	Nacional	Hidroeléctrica Río Lircay	Carl Weber Silva	Av. Presidente Kennedy N°5757 Of.802, RM	29635200	hidromaule@hidromaule.cl ; jmcontardo@hidromaule.cl ; cweber@hidromaule.cl	www.hidromaule.cl	Desarrolladores – Generadores
67	APEMEC	GEH	Nacional	Hidroeléctrica Tres Puentes Ltda.	Carlos Alfredo López Bisquertt /Pedro Poklepovic Braun	Napoleón N°3565 Of.202 privado C, Las Condes, RM	27737903	-	-	Desarrolladores – Generadores
68	APEMEC	GEH	Nacional	Hidroenersur S.A. – Hidroenergía-Hidroaustral	Paolo Scotta	Andres Bello 2711 of 2402 Las Condes, RM	23741784	scotta.paolo@gmail.com ; abona@hidroenergia.com ;	-	Desarrolladores – Generadores

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (6 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
69	APEMEC	GEH	Nacional	HIDROTEC	Victor Opazo	Tabancura 1594 Vitacura	22153347	informaciones@hidrotec.cl	www.hidrotec.cl	Equipos electro e hidromecánicos para centrales mini hidro "llave en mano"
70	APEMEC	GEH	Nacional	HMV Chile	Ricardo Bitting	Cerro El Plomo 5420 of.1403, Las condes, RM	29596600	pbittig@h-mv.com ; cmontes@h-mv.com ; jehernandez@h-mv.com	-	Servicios de ingeniería PVC
71	APEMEC	GEH	Representación en Chile	HNAC Technology Co., Ltd	Wen Bao Huang	No. 609 Lusong Road, LuGu, Changsha, Hunan. P.R. China	0086 731 8823 8888 Ext. 6304	overseas@cshnac.com ; andrewchin@cshnac.com	www.cshnac.com	Suministro electromecánico, hidromecánico y servicio de energía
72	APEMEC	GEH	Nacional	HydroChile S.A.		Avda. Presidente Riesco 5561, Oficina 1904, Piso 19. Las Condes, Santiago, Chile, RM	28169100	vmunoz@hydrochile.com ; jdecurgez@hydrochile.com ; mrajevic@hydrochile.com ; tfahrenkrog@hydrochile.com	www.hydrochile.com	Desarrolladores – Generadores
73	APEMEC	GEH	Representación en Chile	Hydropol Project & Management	Zddnak Andriik	Vasanrdova 560120, Praga	4,20223E+11	tosnar@hydropol.cz ; andriik@hydropol.cz	www.hydropol.cz	EPC proyectos hidroeléctricos
74	APEMEC	GEH	Nacional	Hydrowac y Cía.	Jorge Wachholtz	El Arcángel 4599, Depto. 90, Vitacura / Augusto Leguía sur 79, of. 808, Las Condes, RM	4925521/24 28508	jwachholtz@vtr.net ; cwachholtz@vtr.net ; cfwm18@gmail.com	-	Desarrolladores – Generadores
75	APEMEC	GEH	Nacional	ICP Ingeniería y Consultoría de Proyectos	Fernando González Valdés	Napoleón 3200 of. 805, Las Condes, RM	22445762	fgv@icpingeneria.cl	www.icpingeneria.cl	Servicios de ingeniería y Consultoría de proyectos
76	AIC	GEH	Nacional	ICSA - Ingenieros Consultores Asociados S.A.	Gabriel Gutierrez	Av. Presidente Bulnes 139, oficina 84, Santiago.	(56 2) 2671 1447	propuestas@icsaconsultores.cl	www.icsaconsultores.cl	Ingeniería Consultoría
77	AIC	GEH	Nacional	Infraeco S.A.	Claudio Reyes	Doble Almedia 1506 Ñuñoa	(56 2) 2716 4500	contacto@infraeco.cl	www.infraeco.cl	Ingeniería
78	APEMEC	GEH	Nacional	Ingeniería Nehuelche	Ariel Salazar Fuentealba	Bulnes Nº 150 Piso 4 Oficina 06 – TEMUCO	8636 3828	asalazar@nehuelche.cl	www.nehuelche.cl	Montaje mecánico, eléctrico, automatización; puesta en marcha y capacitación operadores

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (7 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
79	APEMEC	GEH	Nacional	Ingeniería y Montaje SpA	José María García Gallardo	Estoril N°50 Of.715, Stgo	222159625	mmurillo@idemo.cl , pmontes@idemo.cl	www.idemo.cl	Ingeniería y Montaje de Instalaciones y Mantenimiento
80	AIC	GEH	Nacional	Ingenieros EMETRES Limitada	Sergio Zuñiga	San Sebastian 2839, Oficina 901, Las Condes.	(56 2) 2946 2518	contacto@im3.cl	www.im3.cl	Ingeniería
81	DC ISSF	GEH	Nacional	Innovatec	Leonel Nuñez	Paseo Bulnes 139 of 51 Santiago	27845220	leonelnunez@innovatecchile.cl ; felipeyarra@innovatecchile.cl	www.innovatec.cl	Consultora en Ingeniería
82	-	GEH	Nacional	INTE Limitada	Carlos Bonifetti		Celular: 994791380	cbonifetti@gmail.com	www.bmghidroconsultores.cl	Servicios de Ingeniería para Centrales Hidroeléctricas
83	APEMEC	GEH	Nacional	Inversiones Carenpa S.A.	Raúl Alamos Letelier	Rosario Norte N°555 Of.705, Edificio Neruda, Las Condes, RM	25942400	ralamos@carenpa.cl ; lsoto@hydrocavanacha.cl	-	Desarrolladores – Generadores
84	APEMEC	GEH	Nacional	Javier Carvallo de Saint Quentin Ltda	Javier Carvallo, Luis Thayer	Ojeda 0115 Oficina 603, Providencia	22343034	info@carvalloingenieros.cl	-	Estudios de proyectos de obras hidráulicas
85	-	GEH y Civil Estructural	Nacional	JMS Ingenieros Consultores	Juan S. Marcus	Camino al Venado interior 581, San Pedro de la Paz, Concepción	(56)-(41)-2234123-2282221-2282271	contacto@jms.cl	www.jms.cl	Servicios de Ingeniería para Centrales Hidroeléctricas
86	APEMEC	GEH	Nacional	José Bustos Fernández	Jose Bustos	Camino Interior s/n P 3 y 4, El Claro		josebustos@hotmail.com	-	Materiales y soluciones, tecnología renovable
87	DC ISSF	GEH	Nacional	Juan Carlos Croxatto Ovando	Carlos Croxatto	Av. Nueva providencia 1480 Providencia Santiago	22358656	hidraulica@123.cl	www.procivil.cl	Consultora en Ingeniería
88	AIC	GEH	Nacional	KBA-IC o Technolab Ingeniería	Kricor Bzdigian	Crescente Errazuriz 1980, Ñuñoa	(56 2) 2683 0129 - 2683 2179	mail@kba-ic.cl	www.kba-ic.cl	Ingeniería
89	APEMEC	GEH	Nacional	Krah Americalatina	Eduardo Leguer González	Camino Chorrillos 0,55 Sitio AyB Lampa, RM	27130400	jleguer@krah.cl ; info@krah-chile.net ; ggarrido@krah.cl	www.krah.cl	
90	APEMEC	GEH	Nacional	Latam America Power	Bruno Franco	Cerro El Plomo 5420 Of.705, RM	28203200	mauricio.caamano@latampower.com ; contacto@latampower.com ; diego.henrique@latampower.com	www.latampower.com	Desarrolladores – Generadores
91	APEMEC	GEH	Nacional	Lva	Lucio Velasco Villegas	Augusto Leguía Norte 100, of. 811, Las Condes, RM	23347760	mvelasco@lva.cl ; lvelasco@lva.cl ; xzuniga@lva.cl	www.lva.cl	Asesoría y Consultoría

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (8 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
92	APEMEC	GEH	Nacional	Mantex S.A.	Rolf Fiebig	La Piedad 32, Las Condes, RM	22129475 – 22129480	rafiebig@mantex.cl	www.mantex.cl	Equipos de Ingeniería
93	APEMEC	GEH	Nacional	Más Recursos Naturales	Felipe Martin Cuadrado	Isidora Goyenechea 3120, piso 8, Las Condes, RM.	(56 2) 29647800 / 29647813	fmartin@masrecursosnaturales.cl ;	www.masrecursosnaturales.cl	Asesoría en Recursos Naturales
94	AIC	GEH	Nacional	Mega Ingeniería S.A.	Enrique Vega	Martínez de Rosas 415, Osorno.	(56 64) 2231 667 - 2243 660	consultas@megaingenieria.cl	www.megaingenieria.cl	Ingeniería
95	AIC	GEH	Nacional	Metaproject S.A.	Manuel Viera	Dr. Carlos Charlin 1521, Providencia.	(56 2) 2264 2928 - 2264 2927 - 2264 2930	comunicaciones@metaproject.cl	www.metaproject.cl	Ingeniería, representaciones
96	AIC	GEH	Nacional	MWH Chile Ltda.	Richard Dixon	Apoquindo 4775, Las Condes.	(56 2) 2428 3000	mwhchile@mwhglobal.com	www.mwhglobal.com	Ingeniería
97	-	GEH	Nacional	Nanogener	-	Arauco 159, Oficina 302, Valdivia Región de Los Ríos	(63) 2441388	contacto@nanogener.cl	www.nanogener.cl	Ingeniería
98	APEMEC	GEH	Nacional	Norconsult Andina S.A.	Peter Gibson	Av. Apoquindo N°4700 Piso 9. Las Condes, RM	23063800	Jorge Abdala – jorge.abdala@norconsult.com	www.norconsult.cl	Servicios de Ingeniería Hidráulica, civil y ciencias de la tierra
99	APEMEC	GEH	Nacional	Obras Especiales Chile S.A.	Eduardo Piderit	Presidente Riesco N°5561 Of.501, Las Condes	27501500	cperez@obechile.cl	www.obechile.cl	Construcción EPC
100	DC ISSF	GEH	Nacional	Pares y Alvarez Ingenieros Asociados Ltda.	Javier Alvarez	Cerro el Plomo 5630 Of. 1501 Las Condes Santiago	27144000	info@pya.cl	www.pyaing.cl	Consultora en Ingeniería
101	APEMEC	GEH	Nacional	Pedro Tolosa Zamorano	Pedro Tolosa Zamorano / Manesh Devandas Leiva	Almirante Riveros 0160, Providencia, RM	26657455	contacto@multical.cl ; ptolosa@multical.cl ; info@multical.cl ; mdevandas@multical.cl ;	www.multical.cl	Ingeniería y Construcción
102	AIC	GEH	Nacional	PMI Energy Services S.A.	Hugo Baesler	Cerro Colorado 5030, oficina 902, Las Condes.	(56 2) 2224 5210	pmi@pmies.cl	www.pmies.cl	Ingeniería
103	AIC	GEH	Nacional	Poch & Asociados	Miguel Sanchez	Avda. del Valle Sur 534, Ciudad Empresarial, Huechuraba	(56 2) 2653 8400	miguel.sanchez@poch.cl	www.poch.cl	Ingeniería Consultoría
104	APEMEC	GEH	Nacional	Poch y Asociados Ingenieros Consultores S.A.	Miguel Sánchez Carril – Juan Ignacio Ríos Correa	Av. Del Valle Sur 534, Ciudad Empresarial, comuna Huechuraba, Santiago	26538000	veronica.gaona@poch.cl ; contacto@poch.cl ; juan.rios@poch.cl	www.poch.cl	Empresa Consultora de Proyectos de Ingeniería y Estudios Medio Ambientales

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile. (9 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
105	APEMEC	GEH	Nacional	Power Machines Agencia en Chile	Vladimir Baranov	Rosario Sur N°91 Of.502, RM	22242137	vbaranov@powerm.cl ekaterina@powerm.cl	www.powerm.cl	Importación de maquinaria para producir electricidad
106	APEMEC	GEH	Nacional	Pöyry Chile		Coronel Pereira 62, oficina 404, Las Condes, Santiago	+56 2 2951 5016	energy.cl@povry.com	www.povry.cl	Consultora en Ingeniería
107	APEMEC	GEH	Nacional	Eric Prenzel Leupolt		Los Araucanos 2640, Providencia, RM	2326583	prenzel@mi.cl ; rprenzel@gmail.com , eprenzell@gmail.com	-	Ingeniero Civil
108	APEMEC	GEH	Nacional	Procesl Engenharia Hidraulica e Ambiental	Pedro Tomás	Andrés de Fuenzalida 17 of.11, Providencia	29809028	ptomas@procesl.pt	-	Consultoría y Elaboración de Proyectos y Estudios
109	APEMEC	GEH	Nacional	Pugin Jara Carlos		Antonio Varas 216 of. 608, Puerto Montt, X	65-2257505	forpyp@telsur.cl	-	Consultor ambiental- Ing. forestal- Magister en medio ambiente
110	APEMEC	GEH	Nacional	RP Global Chile Energías Renovables S.A.	Christian Linsenmeyer/Felipe Pichard	Andrés de Fuenzalida N°17 Of.11 Providencia, RM.	22331367	c.linsenmeyer@rp-global.com ; f.pichard@rp-global.com	www.rp-global.cl	Pequeños Generadores inversionista
111	DC ISSF	GEH	Nacional	RTC Ingenieros Ltda.		Calle Cinco Norte 1042, Talca, VII Región	712217014	info@rtcingenieros.cl	www.rtcingenieros.cl	Consultora en Ingeniería
112	APEMEC	GEH	Nacional	S.T.E. Energy S.P.A.	Mario Arquilla	Badajoz 130 of.1301 Las Condes	29519262	e.fredes@ste-energy.com ; secretaria.chile@ste-energy.com	www.ste-energy.cl	Construcción Centrales Hidroeléctricas Llave en Mano
113	APEMEC	GEH	Nacional	Schwager Energy S.A.	Roberto Montenegro	Av. El Parque N°4680-A Of.301, Huechuraba, RM	29642840	rmontenegro@schwager.cl ; roberto.montenegro@gmail.com	-	Asesoría en Ingeniería ERNC y Generación de Energía
114	AIC	GEH	Nacional	SDI-IMA S.A.	Pablo Crespo	Las Araucarias 9130 - Quilicura - Santiago.	(56 2) 2499 8400	sdi-ima@sdi-abengoa.cl	www.sdi-ima.cl	Ingeniería
115	APEMEC	GEH	Nacional	SEMI HIDRO CHILE SpA	Raúl Marín – Gerente General	Almirante Pastene N° 185 Of 1002, Providencia – Santiago. Chile	Recepcion: Sra. Iris Rocha – +56.2.2402.9661	recepcion@semihidrochile.cl – semi@semihidrochile.cl	www.semihidrochile.cl	Desarrolladores – Generadores
116	AIC	GEH	Nacional	SGA Gestión Ambiental S.A.	Jaime Solari	Rosario Norte 100, piso 14, Las Condes	(56 2) 2580 6500	contacto@sgasa.cl	www.sgasa.cl	Consultoría Ambiental

Listado de empresas consultoras que realizan estudios de microcentrales en Chile (10 de 10)

Nº	Fuente	Sector	Oficina	Empresa Consultora	Contacto	Dirección	Teléfono	Email	Website	Rubro
117	APEMEC	GEH	Nacional	Sicut Ignis Ltda	Raúl Rivera Banderas	Eklona 235 Jardín del Mar, Viña del Mar V Valparaíso	32-2474695	rfriverab@gmail.com , contacto@sicutignis.cl rriverab@sicutignis.cl	www.sicutignis.cl	Consultor Energético
118	APEMEC	GEH	Nacional	Sistel Ingeniería y Construcciones Eléctricas Ltda.	Jorge Vicente Tudela Román	Ruta H-66 – G Km 18,5, Carretera de la Fruta	072-2573697	jtudela@sistelingenieria.cl	www.sistelingenieria.cl	Ingeniería, Instalaciones Eléctricas, servicio camión grúa
119	APEMEC	GEH	Nacional	Skanska Chile S.A.	Carlos Bermúdez	Cerro El Plomo 5680, piso 6, Las Condes, RM	28205600	constanza.farias@skanska.cl	www.skanska.cl	Ingeniería y Construcción
120	AIC	GEH	Internacional	SNC Lavalin Chile S.A.	Leonardo Hermosilla	Av. Presidente Riesco 5335, piso 2, Las Condes.	(56 2) 2431 2800	latam@snclavalin.com	www.snclavalin.com	Ingeniería, Consultoría, Construcción, Minería y Metalurgia
121	APEMEC	GEH	Nacional	Sociedad de Profesionales Franco y Cía. Ltda.	Rolando Franco Ledesma	Claro Solar 835, piso 10, Edificio Campanario, Provincia de Cautín, Temuco, IX	45-2643000	kneira@francoycia.cl , rfranco@francoycia.cl secretaria@francoycia.cl	www.francoycia.cl	Proyectos y Asesorías Ambientales
122	APEMEC	GEH	Nacional	Sorgent.e Chile Ltda.	Daniele Boscolo	Calle Burgos 80, of. 801, Las Condes, RM	24313500	e.fredes@ste-energy.com	www.ste-energy.cl	Holding de participación en el sector de las energías
123	APEMEC	GEH	Nacional	Teco Group (Formerly Timberline Natural Resource Group)	Juan Pablo Cerda	Don Carlos 2939, oficina 503, Las Condes, RM	24159525	jpc@tecogroup.ca , juanpablo.cerda@tecogroup.cl	www.tecogroup.cl	Consultoría en Recursos naturales
124	AIC	GEH	Internacional	Tractebel Engineering S.A.	Juan Pablo Negroni	Cerro Colorado 5240, Torre II, oficina 1601, Las Condes.	(56 2) 2715 8000	juan.negroni@gdfsuez.com	www.tractebel-engineering-gdfsuez.com	Ingeniería
125	APEMEC	GEH	Nacional	VHC Ingeniería E.I.R.L.	Víctor Castro	Estado 213 Of. 301, Curicó, VII	75-2323063	vcastro@vhcingeneria.cl	www.vhcingeneria.cl	Servicios de Ingeniería para Centrales Hidroeléctricas
126	APEMEC	GEH	Nacional	W&F Ingeniería y Maquinas S.A	Roberto Wendler	Felix de Amesti N° 90 Piso 6 Las Condes RM	22062943	rwendler@wyf.cl	www.wyf.cl	Servicios de ingeniería comercialización y arriendo de equipos
127	APEMEC	GEH	Nacional	Wasserkraft Volk AG	Oswald Weinreich	Antumalal 6632, Vitacura, Santiago, RM	2818 6330	oswaldweinreich@yahoo.com	www.wkv-ag.com	Desarrollo PMGD y representaciones
128	APEMEC	GEH	Nacional	Wireless Energy	Nelson Stevens	Parcela 6, Ruta 5 Sur Km. 1017 - Puerto Montt	(65) 2204200	info@renovables.cl	www.wireless-energy.cl	Ingeniería, Consultoría

ANEXO 7
Base de datos proveedores equipamiento
electromecánico nacional e internacional (hasta 250 kW)

Anexo 7 - Base de datos proveedores equipamiento electromecánico nacional e internacional (hasta 250 kW)

Proveedor/ Marca	País de origen	Tipo de Tecnología MicroHidro	Nombre de la empresa y/o distribuidor en Chile	RUT	Dirección (Chile y/o Extranjero)	Región	Comuna	Página web Proveedor / Empresa en Chile	Nombre contacto o Representante	e-mail	teléfono	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS o Giro (diseña, desarrolla, construye, instala, mantiene y/o opera los proyectos o tecnologías).	MICROHIDRO	Turbina Kaplan	Turbina Sumergida Kaplan	Turbina Axial	Turbina Turgo	Turbina Francis	Turbina Pelton	Turbina Tubular	Turbina de Flujo Cruzado	Tornillo de Arquimedes	Turbinas Hidroeléctricas	Bombas	
														22	8	12	11	23	37	0	17	6	9	7	
ABATEC S.A.	Argentina	Distribuidor picoturbinas (turgo, axiales) y Tornillos de Arquimedes			Av JD Peron 586-21E, San Miguel, Argentina			http://savoia-power.com/hydro.html	Carlos Muñoz	cmm@savoia-power.com	+5411 4754 4796	MH portable hydroturbine	Desde 300 W hasta 30 kW				1	1	1			1	1		
AC TEC	Italia	Pelton, Flujo Cruzado, Kaplan de 50 kW a 3000 kW						http://www.ac-tec.it/index_en.html					1	1					1		1				
ACREST (ONG)	Camerún	Transfieren (capacitan en) fabricación de turbinas de flujo cruzado			BP 148 Mbouda Cameroon			http://www.acrest.org		info@acrest.org	2377464604	Waterwheel													
Addnew Technologies Limited	Republica de China	Kaplan turbinas Francis turbinas Pelton turbinas Tubular turbinas Inclined-jet turbinas Suministro de turbomaquinaria desde 200 kW.			1/F., AXA Centre, 151 Gloucester Road, Shenzhen Guangdong 518054 People's Republic of China			http://www.addnew.com.hk/	Li Baohua	addnewhk@gmail.com hnsales@addnew.com.hk ssales@addnew.com.hk coop@addnew.com.hk	86 75526422457	Turbines	1	1				1	1						
Alfredssons Maskinaffar	Suecia	Turbinas, generadores y accesorios usados			Rante kvarn Annerstad 34012 Sweden			http://alfredssonsmaskin.com/	Sven Alfredsson	info@alfredssonsmaskin.com	46 372 200 46	Francis turbines													
ANDRITZ Atro GmbH	Alemania	Tornillo, Bombas de 10 kW a 350 kW						http://www.andritz.com/index/hydro/pdf-detail?productid=7619						1									1	1	
APROTEC	Colombia	Pico y microturbinas 0,10 kW - 20 kW			Calle 15 BN 9 AN - 42 Cali Valle Colombia			http://aprotec.com.co/	Jesus Gomez	info@aprotec.com.co	57 - 2 - 6535797	Turbines													
Asian Phoenix Resources Ltd	Canada	Pico y Microturbinas de origen chino (Pelton, Axiales y Turgo)			2-416 Dallas Rd Victoria BC V8V 1A9 Canada			http://www.powerpal.com/	D.L. Seymour	info@powerpal.com	1-250-361-4348	Low Head PowerPal				1	1					1			
Betta Hidroturbinas	Brasil	Pelton, Flujo cruzado de 1 kW a 500 kW	Mantex		La Piedad 32	Metropolitana	Las Condes	http://www.mantex.cl/	Rolf Fiebig / Mario Manriquez	beta@betahidroturbinas.com.br	(16)2104-5522		1									1	1		
Canadian Hydro Components Ltd.	Canadá	Axial, Kaplan, Francis de 100 kW a 25000 kW			P.O. Box 640 16 Main Street Almonte Ontario K0A1A0 Canada			http://www.canadianhydro.com/products		inquiries@canadianhydro.com	1 (613) 256-1983	Kaplan	1	1				1							
Canyon Industries	USA	Pelton, Francis, Flujo cruzado de 4 kW a 25000 kW						www.canyonhydro.com						1								1			
Canyon Industries, Inc.	United States	Pelton, Francis and Crossflow Turbinas (5 kW - 25.000 kW)			5500 Blue Heron Lane Deming WA 98244 United States			www.canyonhydro.com	Dan New or Brett Bauer	cturbine@aol.com	1 360-592-5552	Pelton turbines													
Cargo y Kraft	Suecia	Axial de 30 kW a 500 kW						http://www.cargo-kraft.se/en/									1								
CARGO&KRAFT TURBIN SVERIGE AB	Suecia	Micro turbinas axiales (VLH)			KEDJEBOHAMMAR SKINNSKATTEBERG 739 92 Sweden			http://www.cargo-kraft.se/	PETER RUYTER	turbin@cargo-kraft.se	46 222 280 80	Kaplan turbines													
CINK Hydro-Energy s.r.o	Republica Checa	Pelton, Flujo Cruzado de 10 kW a 3500 kW	tiene representación en Chile		Lesov 125 Karlovy Vary 36001 Czech Republic			http://www.cink-hydro-energy.com/		cink@cink-hydro-energy.com	42 0353579154	Crossflow-Turbine up to 2	1						1		1				
Clean Current	Canadá	Hidrocinética de 16 kW a 126 kW						http://www.cleancurrent.com/river-turbines					1											1	
Clean Power AS - Turbinator	Noruega	Axial de 55 kW a 3300 kW						www.cleanpower.no					1			1									
Cornell	USA	Bombas, Pelton de 1 kW a 350 kW						http://www.cornellpump.com/products/hydroturbines.html http://www.cornellpump.com/lit/brochure/BR_HYDRO_TURBINE.pdf					1						1					1	
Deif A/S	Dinamarca	Pelton, Francis, Kaplan y Tornillos hidrodinámicos			Frisenborgvej 33 Skive 7800 Denmark			http://www.deif.com/hydro	Jan M. Jacobsen	jmj@deif.com	45 9614 9614	GPC													
Dependable Turbines Ltd.	Canada	Micro and Mini AC & DC Units. Pelton, Turgo, Francis, Kaplan, Propeller and Fixed Flow Pump de 30 kW a 8000 kW			17930 Roan Place Surrey B.C. V3S 5K1 Canada			http://www.dtlhydro.com/klemtpeltonTurbine.htm	Robert Prior	sales@dtlhydro.com	604 576 3175	Francis	1	1			1	1	1						

Proveedor/ Marca	País de origen	Tipo de Tecnología MicroHidro	Nombre de la empresa en Chile	RUT	Dirección (Chile y/o Extranjero)	Región	Comuna	Página web Proveedor / Empresa en Chile	Nombre contacto o Representante	e-mail	teléfono	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS o Giro (diseño, desarrolla, construye, instala, mantiene y/o opera los proyectos o tecnologías).	MICROHIDRO	Turbina Kaplan	Turbina Sumergida Kaplan	Turbina Axial	Turbina Turgo	Turbina Francis	Turbina Pelton	Turbina Tubular	Turbina de Flujo Cruzado	Tornillo de Arquimedes	Turbinas Hidroeléctricas	Bombas
														22	8	12	11	23	37	0	17	6	9	7
CARGO&KRAFT TURBIN SVERIGE AB	Suecia	Micro turbinas axiales (VUH)			KEDJEBOHAMMAR SKINNSKATTEBERG 739 92 Sweden			http://www.cargo-kraft.se/	PETER RUYTER	turbin@cargo-kraft.se	46 222 280 80	Kaplan turbinas												
CINK Hydro-Energy s.r.o	República Checa	Pelton, Flujo Cruzado de 10 kW a 3500 kW	tiene representación en Chile		Lesov 125 Karlovy Vary 36001 Czech Republic			http://www.cink-hydro-energy.com/		cink@cink-hydro-energy.com	42 0353579154	Crossflow-Turbine up to 2	1						1	1				
Clean Current	Canadá	Hidrocíntrica de 16 kW a 126 kW						http://www.cleancurrent.com/turbin-turbines					1										1	
Clean Power AS - Turbinator	Noruega	Axial de 55 kW a 3300 kW						www.cleanpower.no					1			1								
Cornell	USA	Bombas, Pelton de 1 kW a 350 kW						http://www.cornellpump.com/products/hydroturbines.html http://www.cornellpump.com/lit/brochure/BR_HYDRO_TURBINE.pdf					1						1					1
Deif A/S	Dinamarca	Pelton, Francis, Kaplan y Tornillos hidrodinámicos			Frisenborgvej 33 Skive 7800 Denmark			http://www.deif.com/hydro	Jan M. Jacobsen	lmj@deif.com	45 9614 9614	GPC												
Dependable Turbines Ltd.	Canada	Micro and Mini AC & DC Units. Pelton, Turgo, Francis, Kaplan, Propeller and Fixed Flow Pump de 30 kW a 8000 kW			17930 Roan Place Surrey B.C. V3S 5K1 Canada			http://www.dtlhydro.com/klemtuPeltonTurbine.htm	Robert Prior	sales@dtlhydro.com	604 576 3175	Francis	1	1			1	1	1					
Dive	Alemania	Axial de 23 kW a 800 kW						http://www.dive-turbine.de/pages/es/referencias.php					1			1								
EcolInnovation	Nueva Zelanda	Picoturbinas de tipo Pelton y Turgo. Especialista en hidrocargadores			671 Kent Road RD1 New Plymouth Taranaki 4371 New Zealand			http://www.ecoinnovation.co.nz/	Michael Lawley	michael@ecoinnovation.co.nz	00 64 6 752 2765	Smart Drive Generators												
Enalteco	Chile	Microturbinas (china), Pelton, Turgo y Axiales (3 - 10 kW +). Turbinas hidrodinámicas	ENALTECO LTDA.		Barros Arana 36, Concepción, Región del Biobío	Región del Biobío	Concepción	www.enalteco.cl		joansantamaria@enalteco.cl	(41) 2463696	Diseño de proyectos, suministro de equipos, ejecución de proyectos, servicio técnico. Importación directa, representaciones exclusivas.	1						1				1	
ENERGIEPERU	Perú	Turbinas INDAR de 1 MW hasta 60 MW			Jr. Montebello 495 La Molina Lima 12 Peru			http://www.energieperu.com/sitio/	Walter Augustin	info@energieperu.com	511 7199322	HYDRO POWER GENERATOR												
Energy Systems & Design	Canadá	Pelton, Turgo de 0,03 kW a 1 kW. Pico y Microturbinas			P.O. Box 4557 Sussex New Brunswick E4E 5L7 Canada			http://www.microhydropower.com/	Paul Cunningham	hydropow@nbnet.nb.ca SALES@MICROHYDROPOWER.COM	1 506 433 3151	Stream Engine	1				1		1					
ENERGYA	Italia	Suministro de sistemas de control de turbinas y representación de Irem SpA (Italia)	ENERGYA (Ex Turbodal)		Barón de Juras Reales 5050	Metropolitana	Conchalí	www.energya.cl	Matias Klein Castro, Gerente General	matias.klein@energya.cl marcela.martinez@energya.cl	56-2-2899 4017 56 9-129 9040 56-2 2899 4030	Suministro Electromecánico, servicios de ingeniería sistemas de control Matias Klein												
Entec ag	Suiza	Pico y microturbinas. Especialista en Flujo cruzado			Bahnhofstr. 4 St. Gallen 9000 Switzerland			http://www.entec.ch/entecweb/	Manuel Buser	webinfo@entec.ch		Consulting												
Ergon Power	Perú	Proyectos de Energía e Hidroeléctricos	Ergon Power Oficina en Chile (562) 28204339		Francisco Bolognesi 125 Of 1401	Lima	Miraflores	www.ergonpower.com	Ricardo A. Velasco	info@ergonpower.com		Oficina Principal Lima - Perú: (511) 7165907 - 4460829 - 4466617 Oficina Comercial Santiago-Chile: (562) 8204339	SECTOR ENERGIA - SUMINISTRO DE EQUIPOS ELECTROMECANICOS - PROYECTOS LLAVE EN MANO						1					
Errázuriz y Asociados	Chile	Turbinas hidráulicas y equipos hidromecánicos	Errázuriz y Asociados Comercial S.A.		Américo Vespucio 100, piso 16	Metropolitana	Las Condes	www.eai.cl	Rodrigo Mora Díez	rgutierrez@eai.cl rmora@eai.cl	26949300	Venta equipos, ingeniería, proyectos llave en mano	1	1					1					
Evans Engineering	UK	Pelton, Turgo, Kaplan de 0,1 kW a 950 kW						http://evans-engineering.co.uk/					1											

Proveedor/ Marca	País de origen	Tipo de Tecnología MicroHidro	Nombre de la empresa en Chile	RUT	Dirección (Chile y/o Extranjero)	Región	Comuna	Página web Proveedor / Empresa en Chile	Nombre contacto o Representante	e-mail	teléfono	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS o Giro (diseña, desarrolla, construye, instala, mantiene y/o opera los proyectos o tecnologías).	MICROHIDRO	Turbina Kaplan	Turbina Sumergida Kaplan	Turbina Axial	Turbina Turgo	Turbina Francis	Turbina Pelton	Turbina Tubular	Turbina de Flujo Cruzado	Tornillo de Arquimedes	Turbinas Hidroeléctricas	Bombas
														22	8	12	11	23	37	0	17	6	9	7
Evans Engineering Ltd	Reino Unido	Pico y microturbinas. Especialista en sistemas de control electrónico de carga			Trecarrell Mill Trebulllett LAUNCESTON Cornwall PL159QE United Kingdom			http://evans-engineering.co.uk/	Rupert Evans	sales@evans-engineering.co.uk	44 1566 782285	The 'Picopack' Range	1											
Flowmore pvt. Ltd.	India	Pelton, Flujo Cruzado y Francis de canyon Hydro			A-292, Mahipalpur Extn. N.H.-8 New Delhi 110037 India			http://flowmorepumps.com/	Rishabh Gupta / Roy Ch	flowmore@ndb.vsnl.net.in	91-11-26785744	pump as a turbine	1											
Ganz	Hungría	Francis, Pelton, Kaplan, Bomba de 50 kW a 50000 kW						http://www.ganz.info.hu/index.php/en/categories/water_turbines						1	1			1	1					1
GEA SRL	Italia	Pelton, Turgo, Francis y Kaplan			C.so GENOVA 11/1 Chiavari 16043 Italy			http://www.orengine.com/	Ing. Narder Walter	gea@orengine.it	Phone: +390185362748 Fax: +3901851990123	SMALL SCALE POWER PLANTS	1	1		1	1	1	1					
Geppert	Austria	Pelton, Francis, Deriaz, Kaplan de 50 kW a 15000 kW						www.geppert.at						1	1			1	1					
Gilbert Gilkes and Gordon Ltd	Reino Unido	Pelton, Francis micro , mini y pequeñas.			Gilkes Hydro Canal Head North Kendal Cumbria LA9 7BZ United Kingdom			http://www.gilkes.com/	Matthew Crosher	hydro@gilkes.com enquiries@gilkes.com	07967 461646	Turgo impulse Turbines												
Gilkes	Reino Unido	Pelton, Francis, Turgo de 20 kW a 20000 kW			UK Head Office Gilbert Gilkes & Gordon Ltd Canal Head North Kendal			www.gilkes.com		Email:enquiries@gilkes.com hydro@gilkes.com Pumps:pumps@gilkes.com Industrial:industrialpumps@gilkes.com	44 (0) 1539 720028						1	1	1					
Glemans	Chile	Equipos de generacion Hidroeléctrica (Kaplan, Francis y Pelton) y repotenciación de turbinas / 25 kW a + 25 MW	Tagle y Coeymans		Av. Del Valle Sur 570 Of.503	Metropolitana	Huechuraba	www.glemans.com	Luis Alberto Coeymans	felipe.coeymans@glemans.com claudio.montana@glemans.com jorge.contreras@glemans.com	23361400	Turbinas Hidraulicas y componentes												
GLOBAL HYDRO ENERGY	Austria	Francis, Kaplan y Pelton	Mantex S.A.		La Piedad 32	Metropolitana	Las Condes	http://www.mantex.cl/	Rolf Fiebig / Mario Manríquez		0043-7273-60470	Turbinas												
GR Energia	Argentina	Pelton, Turgo, Flujo cruzado de 5 kW a 100 kW	INTE Limitada		J. M. García 298	Bio Bio	Concepción	www.grenergia.com.ar	Carlos Bonifetti				1				1		1		1			
GUGLER Water Turbines GmbH	Austria	Pelton, Francis, espiral , Kaplan de 5 kW a 50 kW	Mantex		La Piedad 32	Metropolitana	Las Condes	http://www.mantex.cl/	Rolf Fiebig / Mario Manríquez	a.gugler@gugler.com info@gugler.com	+43 7234 83902	Kaplan,Francis,Pelton	1	1	1			1	1					
Gupo Pirandes		Mini hidro (Pequeñas Centrales de Pasada)	GRUPO PIRANDES SPA		San Pio X 2445, Of. 510	Metropolitana	Providencia	www.grupo-pirandes.cl	Martin Adisson	martin.adisson@grupo-pirandes.cl	56 2 2825 4454	Desarrollo de Proyectos de PCH y suministro de equipos electromecánicos												
Harris Hydroelectric	USA	Pelton de 0,5 kW a 1 kW						http://harrishydro.biz/					1						1					
Hartvigsen-Hydro	United States	Suministro de picoturbinas en forma de kits. Fabricante de rotores Pelton y Turgo para microturbinas			1529 South 400 East Kaysville Utah 84037 United States			http://hydro-gen.bizhosting.com	Joseph Hartvigsen	hydro-gen@excite.com turgo_gen@yahoo.com	1 801 451-5705	Orange spoon turgo runner												
Heidra Ltd	Reino Unido	Pelton, Turgo and Cross Flow hydro electric turbines			The Old Mill Station Rd Dartmoor Devon TQ13 8NQ United Kingdom			http://www.heidra.co.uk/	Dr Steve Ritchie	info@heidra.co.uk	01647 441 220	Optiflow T17 Turbine												

Proveedor/ Marca	País de origen	Tipo de Tecnología MicroHidro	Nombre de la empresa en Chile	RUT	Dirección (Chile y/o Extranjero)	Región	Comuna	Página web Proveedor / Empresa en Chile	Nombre contacto o Representante	e-mail	teléfono	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS o Giro (diseña, desarrolla, construye, instala, mantiene y/o opera los proyectos o tecnologías).	MICROHIDRO	Turbina Kaplan	Turbina Sumergida Kaplan	Turbina Axial	Turbina Turgo	Turbina Francis	Turbina Pelton	Turbina Tubular	Turbina de Flujo Cruzado	Tornillo de Arquimedes	Turbina Hidroelécticas	Bombas
														22	8	12	11	23	37	0	17	6	9	7
JLA & Co	Bélgica	Flujo cruzado de 2 kW a 120 kW			Rue Pierre Jacques 72 B- 4520 Moha Belgium			http://www.ilahydro.be	Simon CUVEUER	info@ilahydro.be	32 85 217 555	Hydro-electric equipments	1							1				
KATAHDIN ENERGY WORKS	United States	Distribuidor picoturbina Power Spout (Pelton)			12 Belmont St Brunswick ME 04011-30 United States			http://www.katahdinenergyworks.com/	Frank J. Heller, MPA	katahdinEnergyWorks@myfairpoint.net	1 207.729.6090	MICRO HYDRO SITE ASSESSEM	1					1						
KOESSLER	Alemania	Fabricante turbinas Kaplan, Francis, Pelton de 16 kW a 4000 kW						http://www.koessler.com/en					1	1				1	1					
Krah	Chile	Tubería HDPE	Krah Chile		Chorrillo Uno km 0.55 lampa Santiago Chile Fono 56227130400	Metropolitana		www.krah.cl	Eduardo González Leguer	leguer@krah.cl info@krah-chile.net ggarrido@krah.cl	27130400	Proveedor												
Krishna Grill & Engineering Works (Pvt.)	Nepal	Proveedor pico y microturbinas (6 - 100 kW)			PO Box No. 150, Main Road Sout Bhumprhasan Chwok 321,Biratnagar-13 Koshi Zone 000000 Nepal			http://krishna.grill.free.fr/	LM.Rajbhandari	lgkte_brt@wlink.com.np	00977 21 525492/5359	Pico & Micro hydro equipe	1											
KSB	Alemania	Bombas de 5 kW a 750 kW. Especialidad en bombas como turbinas	KSB Chile S.A.		Av. Las Esteras Sur 2851 Quilicura Santiago	Metropolitana	Quilicura	https://www.ksb.com/ksb-cl-es					1											1
Lanka Power Promoters (PVT) Ltd	Sri Lanka	Representante de VA Tech para miniturbinas			48A Dickmans Rd Colombo 5 Sri Lanka 00500 Sri Lanka			http://www.elect.mrt.ac.lk/lanka-power.htm	Dilan Perera	c_abk@yahoo.com	94112506989	Micro hydro in Sri Lanka	1											
Lignum-Vitae.Com	United States	Descansos en madera para turbinas hidráulicas y eólicas			2487 Judes Ferry Road Powhatan VA 23139 United States			http://www.lignum-vitae.com	Bob Shortridge	bshortridge@lignum-vitae.com	804-337-7169													
linkless de Tanaka	Japón	Flujo Cruzado 24 kW a 67 kW Francis de 60 kW a 540 kW						http://www.tanasui.co.jp/products/ChartsEn.html		eco-energy@tanasuico.jp	81-42-703-0981		1					1		1				
Mann Power Consulting Ltd.	Reino Unido	Tornillo de 1 kW a 99 kW			Barton Cottage, York Road, Malton, North Yorkshire YO17 6AU Phone: 01653 619968 Email: info@mannpower-hydro.co.uk			http://www.howshamhydro.co.uk					1									1		
Mavel Hydro Turbines	República Checa y USA	Kaplan, Francis, Pelton de 4,5 kW a 220 kW			Jana Nohy 1237 256 01 Benesov Czech Republic 121 Mount Vernon Street Boston, MA 02108 USA			www.mavel.cz		americas@mavel.cz info@mavel.cz			1	1				1	1					
MAX-tec Wasserkraft AG	Austria	PELTON modelos KT 100 : 15 to max. 100 Watt ; KT 340 : 100 to max. 340 Watt ; KT 1100 Performance: 150 to max. 1100 Watt (other types on request)			Industriestr. 169 Cologne Nordrhein-Westfalen 50999 Germany			http://www.lingenhoele.at/en/services/turbine-construction.php	Mr. Luelsdorf	luelsdorf@max-tec.de	49-2236-398010		1						1					
Microwatt	Argentina	Pelton de 20kW a 70 kW Flujo cruzado de 55 kW a 150 kW						http://www.microwatt.com.ar/index.php/obras					1						1		1			
MJ2 Technologies / Saltos del Pirineo	Francia/ España	Turbina axial (VLH) 100 a 500 kW			MJ2 Technologies Parc d'activités Millau-Larzac 12230 La Cavalerie - France			www.vlh-turbine.com		vlh-turbine@vlh-turbine.com	(33)565599946		1			1								
ANDRITZ Atró GmbH	Reino Unido	Archimedean screw pumps and hydrodynamic screw turbines	ANDRITZ Chile Ltda.		ANDRITZ Atró GmbH Güglingsstrasse 50 73529 Schwäbisch Gmünd Germany Phone: +49 (941) 6401 260 Westow N. Yorks YO60 7NB United Kingdom			http://www.ritz-atro.de/english/3_wks/3_		info@howshamhydro.co.uk		Archimedean Screw Generat	1									1		

Proveedor/ Marca	País de origen	Tipo de Tecnología MicroHidro	Nombre de la empresa en Chile	RUT	Dirección (Chile y/o Extranjero)	Región	Comuna	Página web Proveedor / Empresa en Chile	Nombre contacto o Representante	e-mail	teléfono	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS o Giro (diseña, desarrolla, construye, instala, mantiene y/o opera los proyectos o tecnologías).	MICROHIDRO	Turbina Kaplan	Turbina Sumergida Kaplan	Turbina Axial	Turbina Turgo	Turbina Francis	Turbina Pelton	Turbina Tubular	Turbina de Flujo Cruzado	Tornillo de Arquimedes	Turbina Hidroelécticas	Bombas
														22	8	12	11	23	37	0	17	6	9	7
Mukhtiar Engineering Works	Pakistan	Microturbinas Pelton, Flujo Cruzado, Hélice y Kaplan. Turbinas hidrodinámicas			Malakand Road Gujjar Garhi District Mardan N,W,P Pakist Mardan pakistan 23200 Pakistan			http://www.mukhtiareng.com/	Khadim Hussain	info@mukhtiareng.com mukhtiar333@yahoo.com	0092-300-5729672	CrossFlow Turbine	1	1	1	1			1	1			1	
Nat Hydro Powers	India	Pico y Microturbinas Pelton y flujo cruzado de 0,5 - 7,5 kW			Shiva Kumara Deepankuram Synergies No 200 2nd B Main Road, Vinayaka Layout. Bangalore-72 Banshankari 3rd Stgae Bangalore Karnataka 560061 India			http://www.deepankuram.com/vaibhavi/htg.html	Shiva Kumara	deepankuram@gmail.com	91-80-65335355	DPKRM Hydro Turbines												
Natel	USA	Turbina de flujo cruzado de 10 kW a 300 kW	Wireless Energy Chile		Ruta 5 Sur Km. 1017, Parcela 6 - Puerto Montt Fono: +56-65-2204200 Fax: +56-65-2204210 E-mail: info@renovable.cl	Décima	Puerto Varas	www.natelenergy.com	Nelson Stevens	nstevens@renovable.cl			1								1			
Nautilus	United States	Francis 0,29 kW a 22 kW	Nautilus Water Turbine					http://www.waterturbine.com/	C. MacLeod	Mac@waterturbine.com info@waterturbine.com	1 610-469-1858	Nautilus Turbine	1						1					
Nepal Yantrashala Energy	Nepal	Pico y microturbinas Pelton y flujo cruzado (Máximo 250 kW) . Controles Electrónicos de Carga			Patan Industrial Estate Lagankhel Lalitpur GPO Box Nepal			http://www.nysenergy.com.np/	Shyam Raj Pradhan/Bikram Pradh	nysenergy@hons.com.np	977-1-5522167,55278	Turbine	1						1	1				
New Energy Corporation	Canadá	Hidrocinética verticales de 5 kW a 125 kW						http://www.newenergycorp.ca		sales@newenergycorp.ca Jorge Abdala			1											1
NorConsult	Noruega	Consultores mini, pequeñas y grandes centrales hidroeléctricas	Norconsult Andina S.A.		Av. Apoquindo N°4700 Piso 9	Metropolitana	Las Condes	www.norconsult.com/es	Peter Gibson	jorge.abdala@norconsult.com	23063800	Servicios de Ingeniería Hidráulica, civil y ciencias de la tierra												
Norris Screen and Man. Inc. Coanda Sal	Canada	Rejas Coanda para bocatomas			Coanda Sales; 351 park drive, Box 1718 Lillooet British Columbia V0K-1V0 Canada			http://www.norriscreen.com/equipment_group/norris_screen.aspx	Stuart Douglass	sdouglass@uniserve.com info@elginindustries.com	1 250-256-4048	Suministro rejas Coanda												
ORENGINE INTERNATIONAL	Ecuador				Pedro Gosseal 148 y Mariano Ec QUITO Ecuador			http://www.orengine.com	DR NARDER	mail@orengine.com	593.9.720240	Servicios para desarrollo de proyectos hidroenergía												
Ossberger	Alemania	Flujo cruzado y axial de 15 kW a 3000 kW	Mantex		La Piedad 32	Metropolitana	Las Condes	http://www.mantex.cl/	Rolf Fiebig / Mario Manriquez			Suministro de equipos	1			1					1			
Pentaflor Hydro Engineers	India	Turbinas Pelton, Francis, Flujo cruzado, Kaplan, Turbinas, Válvulas mariposa y repuestos para Turbinas			L-25, LGF, Kalkaji New Delhi 110019 India			http://www.pentaflor.com/	K C Arora	contact@pentaflor.com	91 11 41600460	Turbinas for Microhydropo	1	1	1			1	1	1				
Petco Renergy.Inc.	Filipinas	AVR y Controles Woodward			18 Michael Rua st Better Living Paraque 1700 Philippines			http://petcorenergy.com.ph/	Art R. Olarte	petco.renergy@gmail	632 8242863													
Planetary Power	Australia	Picoturbinas de baja altura Especialista en hidrocargadores (12 y 24 vDC)			P.O. Box 765 Atherton Queensland 4883 Australia			http://www.planetarypower.com.au	Max Enfield	info@planetarypower.com.au	61740962420	Walsh River Microhydro S	1						1					
Platypus power	Australia	Pico y microturbinas 12, 24 VDC y 220 VAC. 800 W; 2 kW y 7 kW			PO Box 538 Smithfield Queensland 4878 Australia			http://www.platypuspower.com.au	Marcus Axton	plapower@netc.net.au	+61 740558057	AC turbines, PP series	1						1					
ProViento S.A.	Ecuador	Turbinas Turgo (200,500 y 1500 W); Kaplan 3 kW a 10 kW; Turgo 3 - 10 kW			San Ignacio 1188 Quito Pichincha Ecuador y Peru			http://www.proviento.com	Renan Garces	info@proviento.com	00593-2-2231844	Submergable 500W	1	1			1							

Proveedor/ Marca	País de origen	Tipo de Tecnología MicroHidro	Nombre de la empresa en Chile	RUT	Dirección (Chile y/o Extranjero)	Región	Comuna	Página web Proveedor / Empresa en Chile	Nombre contacto o Representante	e-mail	teléfono	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS o Giro (diseño, desarrolla, construye, instala, mantiene y/o opera los proyectos o tecnologías).	MICROHIDRO	Turbina Kaplan	Turbina Sumergida Kaplan	Turbina Axial	Turbina Turgo	Turbina Francis	Turbina Pelton	Turbina Tubular	Turbina de Flujo Cruzado	Tornillo de Arquimedes	Turbinas Hidroeléctricas	Bombas			
														22	8	12	11	23	37	0	17	6	9	7			
Queulat Energy Chile	Chile	Pico y microturbinas 0,75 kW - 20 kW Platypus (Australia)	Queulat Energy Chile E.I.R.L.	76223592-7	Pasaje Nueva Uno 2107, Puerto Montt	X Reg: Los Lagos/ Puerto Montt/ Osorno	Puerto montt	www.queulat-energy.cl	Ventas	contacto@queulat-energy.cl	62184783	Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad Diseño de sistemas ERNC Venta de equipamiento ERNC Instalación de sistemas ERNC Elaboración y	1				1		1								
Rainbow Power Company Ltd	Australia	Stream Engine - High Flow Micro Hydro Generator 1,9 kW (3900 AUS)			1 Alternative Way PO Box 240 Nimbin NSW 2480 Australia			http://www.rpc.com.au	Inez Price	sales@rpc.com.au	(02) 6689 1430	Rainbow Micro Hydro Gener	1														
Rehart Group	Alemania	Tornillo de 21 kW a 250 kW			Industriestraße 1 91725 Echingen Deutschland			http://www.rehart-power.de/en/home.html		info@rehart.de	+49 (0) 9835 9711-0 +49 (0) 9835 524		1									1					
Remote HydroLight	Afghanistan	Turbinas de Flujo cruzado, Kaplan y Pelton y Controles Electrónicos de Carga hasta 130 kW			Najeeb Zarab Market Quai-e-Markaz Kabul Afghanistan			http://www.remotehydrolight.com	Owen Schumacher	hydro@remotehydrolight.com owen@remotehydrolight.com anders@remotehydrolight.com		Crossflow turbine									1						
RP Global	Chile	Desarrollador de proyectos hidroeléctricos	RP Global Chile Energías Renovables S.A.		Avda. Apoquindo 3910 Piso 16 Las Condes Santiago Chile Fono 56223346805		Metropolitana	http://www.rp-global.com/	Christian Linsenmeyer/Felipe Pichard	c.linsenmeyer@rp-global.com fpichard@rp-global.com	22331367	Pequeños Generadores inversionista															
RS Hydro	Reino Unido	Medidores de flujo, calidad de agua y sensores de nivel			Churchfield House Salwarpe Droitwich Spa Worcestershire WR9 9DAH United Kingdom			http://www.rshydro.co.uk/		mail@rshydro.co.uk sales@rshydro.co.uk	44 (0) 1905 774002	Open Channel Flow Meters															
JAG Seabel Company Limited	Japón	Hidrocinética vertical de 0,4 kW a 44 kW			2 Rokubancho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan 102-0085			http://www.jagseabell.jp/english/index.htm					1											1			
Shanghai Witmake Industry	Republica de China	Turbinas Turgo (200,500 y 1500 W); Kaplan 3 kW a 10 kW; Turgo 3 - 10 kW			Rm 1207, No.6 Huiyang Mansion, Shanghai 200135 People's Republic of China			http://www.witmake.com/	Lei Wang	thunder@witmake.com	8621-58213600-613	Hydro turbine															
Smart Hydro Power GmbH	Alemania	Hidrocinética de 0,25 kW a 5 kW	Invermont	76.083.678-6	Av. Santa María 2670 Of. 501		Metropolitana	http://www.smart-hydro.de/es/produkt.html www.invermont.cl	Roberto Montenegro	roberto.montenegro@gmail.com	92280712		1											1			
SN Power	Noruega	Desarrollador de proyectos hidroeléctricos	Power Machines Agencia en Chile		Rosario Sur N°91 Of.502		Metropolitana	www.snpower.com	Vladimir Baranov	vbaranov@powerm.cl ekaterina@powerm.cl	22242137	Importación de maquinaria para producir electricidad															
SPAANS	Holanda	tornillo hidrodinámico						http://www.spaansbarcock.com/es/productos_en_aplicaciones/tornillo_hidrodinamica.aspx		sales@spaansbarcock.com service@spaansbarcock.com . SPAANS BARCOCK LTD, 305 Phoenix Close Heywood Lancashire OL10 2JG United Kingdom Tel. +44 1706 627 770 Fax. +44 1706 627 771 info@spaans.co.uk sales@spaans.co.uk service@spaans.co.uk hydro@spaans.co.uk . SPAANS BARCOCK INC 80 Toronto Street Barrie, Ontario L4N 1V2 Canada Tel. +1 519 884 1100		1															

Proveedor/ Marca	País de origen	Tipo de Tecnología MicroHidro	Nombre de la empresa en Chile	RUT	Dirección (Chile y/o Extranjero)	Región	Comuna	Página web Proveedor / Empresa en Chile	Nombre contacto o Representante	e-mail	teléfono	DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS o Giro (diseño, desarrolla, construye, instala, mantiene y/o opera los proyectos o tecnologías).	MICROHIDRO	Turbina Kaplan	Turbina Sumergida Kaplan	Turbina Axial	Turbina Turgo	Turbina Francis	Turbina Pelton	Turbina Tubular	Turbina de Flujo Cruzado	Tornillo de Arquimedes	Turbinas Hidroeléctricas	Bombas
														22	8	12	11	23	37	0	17	6	9	7
STREAM de Seabell	Japón	10 K, alta producción en India 1-50 kW, desnivel de hasta 3 mt y Q=5m3/s			Mansan Building 4Fl 8-11, Higashi Kanda 2-Chome, Chiyoda-ku, Tokyo			http://www.seabell.com/e/stream.html		info@seabell-j.com	81-35822-2275													
Tecfluid	Chile		TECFUID S.A.		Av. La Montaña 58 - Loteo Industrial Los Libertadores - Colina			www.tecfluid.cl	Verónica Fernández Kne	verfernandez@tecfluid.cl info@tecfluid.cl	(56 2) 7471690 anexo 215 Fono: +56 2 856 9500	BOMBAS											1	
Toshiba International Corporation	Japón	Hydro-eKIDS de 5 kW a 200 kW	MOL Ingeniería					http://www.tic.toshiba.com.au/product_range/					1											
Turab	Suecia	Francis, Kaplan, Axial de 100 kW a 10000 kW. Especialista en turbinas de baja altura			Förrådgatan 2, 571 39 Nässjö, Sweden.			http://turab.com/en/	Christer Abrahamsson	ca@turab.com			1	1		1		1						
Voith Andritz Tech Hydro	Austria	Compact belt drive bulb turbine (hasta 600kW)	ANDRITZ Chile Ltda.		Avenida Isidora Goyenechea 3600, Piso 7			www.vatech-hydro.com		ANDRITZ.Chile.Ltda.Avenida.Isidora.Goyenechea.3600.Piso.7.7550053.Santiago.de.Chile.Chile.Phone.+56.(2).2462.4600			1		1									
VARSPEED Hydro Ltd.	Romania	Picoturbina Kaplan de 3 kW (China), Kaplan, Turgo y Bombas como turbinas			7550053 Santiago de Chile			http://www.varspeedhydro.com/	Radu Babau	office@varspeedhydro.com	40 752 663344	ELC w. fixed 50Hz output	1	1			1							1
VJH	Francia	Axial de 100 kW a 500 kW			Phone +56 (2) 2462 4600			http://www.vjh-turbine.com					1			1								
W & F Limitada	Chile	Micro y miniturbinas hasta 300kW	W&F Ingeniería y Maquinas S.A		Felix de Amesti N° 90 Piso 6	Metropolitana	Las Condes	www.wvf.cl	Roberto Wendler	rwendler@wvf.cl	22062943	Servicios de Ingeniería comercialización y arriendo de equipos	1											
Wasserkraft Volk	Austria	Kaplan, Pelton, Francis de 25kW a 5000kW	WKVAG Chile		Antumalal 6632	Metropolitana	Vitacura	http://www.wkv-ag.com/start.html http://www.wkv.cl/turbinas.html http://www.wkv-wasserkraft.at	Oswald Weinreich	mail@wkv-ag.com ; oswaldweinreich@yahoo.com info@wkv.cl	56 2 818 6330	Desarrollo PMGD y representaciones	1	1				1	1					
Water Recycle Group Australia	Australia	Pico y microturbinas PowerPal desde 200 W hasta 50 KW . Especialista en baja altura.			GPO Box 2609 Canberra ACT 2601 Australia			http://www.waterrecycle.com.au/hydro.htm	Dr Kelvin Fahey	technical@waterrecycle.com.au	61-2-62961933	Recycle, PowerPal	1			1			1					
Watermotor	Bolivia	Un hidromotor Modelo 90 produciría: 1.5 hp a 2.365 rpm con una caída de 30.5 m (100 pies) y 75 gal (284 l) por minuto. 3 hp a 2.900 rpm con una caída de 46 m (150 pies) y 100 gal (378 l) por minuto. Un Modelo 150 produciría: 2 hp a 865 rpm con una caída de 12.2 m (40 pies) y 250 gal (950 l) por minuto 3 hp a 950 rpm con una caída de 23 m (75 pies) y 200 gal (750 l) por minuto. 5 hp a 1.366 rpm con una caída de 30.5 m. (100 pies) y 250 gal (950 l) por minuto.			Ron Davis, Campo Nuevo, Casilla 4365 Teléfono/fax: (591) (2) 2485022* mail@watermotor.net La Paz Bolivia			http://www.watermotor.net/	Ron Davis	mail@watermotor.net contact@watermotor.net	519-2-2485022	Watermotor model 90	1											
Weir American Hydro	USA	Turbinas hidráulicas y equipos hidromecánicos (Pequeñas y grandes centrales)	WEIR MINERALS (VULCO)		San Jose 0815 San Bernardo	Metropolitana		https://www.global.weir/industries/power/sectors/hydro	Frederick Green	fgreen@weirminerals.cl ventas@weirminerals.cl muchoscontactos.en.la.pagina.web	(56 2) 7542241 + 56 (2) 2 754 22 00 F + 56 (2) 2 879 99 59	BOMBAS	1					1						1
WIEGERT AND BÄHR	Alemania	Francis 100 kW a 6000 kW Kaplan 100 kW a 3000 kW Pelton 100 kW a 5000 kW Flujo Cruzado 35 kW a 500 kW						www.wb-wasserkraft.de		http://www.wb-wasserkraft.de/flash/en/index.html			1	1					1	1				1
ZECO Cerbaro PERU-OFICINA LIMA	Italia	Kaplan de 60 kW a 6000 kW Francis de 60 kW a 10000 kW Pelton de 60 kW a 12000 kW Turbina Kaplan Turbina Sumergida Kaplan Turbina Francis Turbina Pelton Valvulas Esfericas Tornillo de Arquimedes Kaplan Turbine	Zeco di Zerbaro & Costa & C.S.r.l		Via Astico, 52/C			https://www.zeco.it/zeco-turbinas/?lang=es	Carlos Gonzales Prado Paolo Zerbaro	zecoperu@zeco.it paolo.zerbaro@zeco.it juliana.ondrasikova@zeco.it	0039-0445-873456	Fabricación de Turbinas, generadores y equipos hidroeléctricos	1	1	1			1	1				1	
Zhejiang Jinlun Electromechanic Co., Ltd	China	Tubular Turbine Francis Turbine Pelton Turbine	Errazuriz y Asociados			Metropolitana	Lan Condes	http://www.zjll.com/english/Ind ex.asp																
Enalteco	Chile	Picoturbinas Pelton, Turgo y turbulares (axial) chinas hasta 10 kW	Enalteco Ltda	76.158.046-9	Barros Arana 36.	VIII Reg: Biobío/ Concepción	Concepcion	www.enalteco.cl	Joan Santamaria Carro	joansantamaria@entalteco.cl	41-2463696	Diseño de proyectos, suministro de equipos, ejecución de proyectos, servicio técnico. Importación directa, representaciones exclusivas.	1											

