



Análisis de las capacidades y concepto para el desarrollo de un centro de formación de energía solar en Chile

Edición:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn • Alemania

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn • Alemania

Nombre del proyecto:

Fomento de la Energía Solar en Chile
(Enfoque en Tecnologías de Concentración Solar)

Marchant Pereira 150
7500654 Providencia
Santiago • Chile
T +56 22 30 68 600
I www.giz.de

Responsable:

Rainer Schröer / Stephan Remler / Rodrigo Vásquez

En coordinación:

Ministerio de Energía de Chile
Alameda 1449, Pisos 13 y 14, Edificio Santiago Downtown II
Santiago de Chile
T +56 22 367 3000
I www.minenergia.cl

Título:

Análisis de las capacidades y concepto para el desarrollo de un centro de formación de energía solar en Chile

Autor:

**Elena Cantos, Reiner Kistner, Sebastián Rivera, Berthold
Breid, Frank Schillig, Nicole Coquelet**

**Aclaración:**

Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto "Fomento de la Energía Solar" implementado por el Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. El proyecto se financia a través de la Iniciativa Alemana de Tecnología para la mejora del Clima (DKTI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB). Sin perjuicio de ello, las conclusiones y opiniones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. Además, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar en ningún caso constituye una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ.

Santiago de Chile, diciembre 2014

Contenidos del informe

RESUMEN EJECUTIVO	5
GLOSARIO	8
TABLAS	8
ILUSTRACIONES	9
1. GENERALIDADES	10
1.1. INTRODUCCIÓN	10
1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO Y DEL INFORME.....	10
1.3. METODOLOGÍA.....	11
2. ANTECEDENTES.....	17
2.1. EL MERCADO SOLAR EN CHILE	17
2.2. EL SECTOR PRIVADO DE LA ENERGÍA SOLAR EN CHILE	18
2.3. ORGANIZACIONES DE CAPACITACIÓN RELEVANTES IDENTIFICADAS EN ANTOFAGASTA Y EN OTRAS REGIONES.....	19
2.3.1. Universidad de Antofagasta (UA)	19
2.3.2. Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta de la UA	19
2.3.3. Centro de Carreras Técnicas de la UA (futuro Centro de Formación Técnica regional) 22	
2.3.4. Colegio Técnico Industrial Don Bosco	22
2.3.5. Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM).....	23
2.3.6. Fundación Chile (FCh)	24
2.4. OTRAS INICIATIVAS RELEVANTES	25
2.4.1. Plataforma Solar del Desierto de Atacama	25
2.4.2. Chilean Solar Energy Research Center (SERC Chile).....	25
2.4.3. Laboratorios solares fotovoltaicos para la capacitación y demostración de centros de formación técnico-profesional y/o universidades.....	26
2.4.4. Programa Técnicos para Chile	27
2.4.5. Programa Estratégico Nacional para la Industria de la Energía Solar.....	27
3. ENFOQUE DEL CONCEPTO PARA DESARROLLAR UN CENTRO DE FORMACIÓN Y RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES.....	28
3.1. ENFOQUE DEL CONCEPTO PARA DESARROLLAR UN CENTRO DE FORMACIÓN.....	28
3.2. ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES	29
3.2.1. Identificación de los grupos objetivo y análisis de sus capacidades	29
3.2.2. Antofagasta como localización para el centro de formación	41
3.2.3. Resultados de las capacidades analizadas en las instituciones de formación en Antofagasta	42
3.2.4. Resumen y conclusiones del análisis de las capacidades	50
4. CONCEPTO PARA EL DESARROLLO DE UN CENTRO DE FORMACIÓN	55
4.1. ACTORES.....	55
4.2. ESTRUCTURA DEL CENTRO DE FORMACIÓN	56
4.3. CUANTIFICACIÓN DE LOS GRUPOS OBJETIVO Y DE LA OFERTA FORMATIVA	63
4.3.1. Cuantificación de los grupos objetivo y oferta formativa para FV.....	63
4.3.2. Cuantificación de los grupos objetivo y oferta formativa para CSP	65
4.3.3. Evolución del mercado a partir de 2016 y cuantificación de la oferta formativa ...	67
4.4. ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS	70
4.5. PLANIFICACIÓN	73
4.6. CAPACITACIÓN PARA MERCADOS EMERGENTES DE FV Y CSP	74

4.6.1.	Introducción: Capacitación a lo largo de la cadena de valor	74
4.6.2.	Estrategia de capacitación global y duradera	75
4.6.3.	Financiación de la construcción y operación de instalaciones de capacitación en energía renovable.....	76
4.6.4.	Elección de instituciones responsables de la formación	76
4.7.	RECOMENDACIONES.....	77
4.7.1.	Docentes formados en seminarios Train-the-Trainer (T-t-T)	77
4.7.2.	Cursos sobre sistemas híbridos fotovoltaico-diesel	78
4.7.3.	Recomendaciones para reforzar la estrategia actual de formación.....	78
4.7.4.	Códigos SENCE.....	79
5.	POTENCIAL DE EXPANSIÓN DE LOS CURSOS DE FORMACIÓN A LOS PAÍSES VECINOS	80
5.1.	ARGENTINA.....	80
5.2.	BOLIVIA	80
5.3.	PERÚ	81
5.4.	PROGRAMA DE MOVILIDAD ESTUDIANTIL CRISCOS.....	81
	ANEXO I: DESCRIPCIÓN, ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS; RESULTADOS DETALLADOS DEL ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES	83
	ANEXO II: CUESTIONARIO GUÍA PARA ENTREVISTAS	115

RESUMEN EJECUTIVO

La agencia internacional de cooperación alemana *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ, por sus siglas en alemán), por encargo del Ministerio Federal Alemán para Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear (BMUB, por sus siglas en alemán), ofrece asesoramiento al Ministerio de Energía de Chile a través del Programa 4e en la mejora de las condiciones marco, capacitación, transferencia de tecnología e iniciación de proyectos innovadores para la diversificación del suministro energético del país.

En septiembre de 2014, la GIZ encargó a la empresa alemana EVIVA que realizara un análisis de las capacidades técnicas en energía solar en Chile. El objetivo final de este análisis es la elaboración de un concepto para un centro de formación en energía fotovoltaica (FV) de gran escala y energía de concentración solar de potencia (CSP). Este concepto ha sido desarrollado en conjunto con la Renewables Academy AG (RENAC).

Para realizar este estudio, los consultores se reunieron con actores relevantes del sector de la energía solar en Chile. Las entrevistas mantenidas y los datos analizados han servido para obtener las siguientes conclusiones:

- El sector de las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile está experimentando un importante crecimiento, especialmente en el caso de los proyectos de energía fotovoltaica (FV) y solar de concentración (CSP). Aunque el mercado todavía está en su fase emergente, existe una gran cantidad de proyectos en construcción y desarrollo. Si bien en la actualidad existen menos de 800 MW solares en operación o construcción, existen más de 11.000 MW asociados a proyectos en estado de desarrollo avanzado¹. Aunque es probable que no todos estos proyectos lleguen a materializarse, la importante cantidad de proyectos en desarrollo da cuenta del grado de interés y las condiciones favorables existentes en el país para esta tecnología.
- En Chile existe una creciente demanda de mano de obra dentro del sector de la energía solar debido a la gran cantidad de proyectos de FV y CSP que se están desarrollando en el país. La formación de personal capaz de instalar, operar y mantener las plantas de energía solar es un requisito fundamental para el desarrollo sostenible del mercado solar en Chile. Sin embargo, los profesionales como los técnicos locales poseen una experiencia relativamente corta en este tipo de tecnologías. Normalmente, profesionales y técnicos locales involucrados en proyectos de energía solar suelen tener formación previa y experiencia en electricidad y electrónica o mecánica sin especialización en los temas específicos de FV o CSP. Actualmente, la mano de obra que se está empleando en este sector es principalmente extranjero
- Por lo tanto, se puede afirmar que existe la necesidad de implementar un centro de formación a nivel regional en FV y en CSP.
- Instituciones como la Universidad de Antofagasta (UA) o, el Colegio Técnico Don Bosco, el Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM) y la Fundación Chile (FCh) han llevado a cabo interesantes iniciativas de capacitación. Estas iniciativas se han desarrollado de manera individual por parte de las instituciones de capacitación y, por lo tanto, no están coordinadas entre sí. Sin embargo, éstas pueden servir como base para desarrollar una oferta formativa sólida y consistente a través de un centro de capacitación para FV y CSP en Antofagasta.

¹ FUENTE: CER, CDEC SIC, SEA. Octubre 2014

- Los grupos objetivo para este centro solar son profesionales, técnicos y operarios.
- Asimismo, existe un gran interés en la implementación de un centro de capacitación para FV y CSP por parte de los actores entrevistados, tanto en el caso del sector privado, como de las instituciones de capacitación y los organismos públicos. Los desarrolladores privados entrevistados, a pesar de solucionar su problema de capacitación mediante la coordinación con sus casas matrices, ven en la disponibilidad futura de profesionales y mano de obra calificada ya capacitada una oportunidad de mejoramiento de las condiciones para el desarrollo de proyectos. Las instituciones académicas o de capacitación entrevistadas tienen infraestructura y esquemas sólidos de formación con mucho potencial para el centro de capacitación para FV y CSP. Además, todas las instituciones académicas entrevistadas mostraron una gran motivación por mejorar su oferta académica en FV.

En general, el nivel de conocimiento dentro de las instituciones a nivel técnico-práctico en FV y, en especial, en CSP es mejorable, incluido en los cuerpos docentes. Sin embargo, se puede identificar una base sólida en electricidad, mecánica y química que podría servir como punto de partida.

Antofagasta presenta algunas ventajas como localización para el centro.

- En la ciudad existen ya varias iniciativas de formación en energía solar.
- La Plataforma Solar del Desierto de Atacama supondrá un centro de gran relevancia para la investigación en temas relacionados con la energía solar.
- En Antofagasta existe una gran presencia de la industria minera, mayor demandante de energía en la región y gran generador de mano de obra.
- Muchos proyectos de tecnologías solares se están desarrollando en los alrededores de Antofagasta.
- Algunas iniciativas gubernamentales tienen foco en la región y en la ciudad de Antofagasta

A partir de estos análisis, se ha propuesto un concepto para el centro de formación en energía FV y CSP en Antofagasta. Tras la implementación de este concepto, se habrán logrado los siguientes objetivos:

- Establecimiento de un centro de formación de referencia en la región de Antofagasta aprovechando las iniciativas de capacitación ya existentes en la región.
- Creación de un grupo de profesores capaz de conducir cursos de formación de manera regular. El objetivo es tener un grupo de 25 – 30 profesores para FV y la misma cantidad para CSP.
- Estos profesores habrán desarrollado sus capacidades didácticas, sus conocimientos técnicos y habrán superado con éxito un seminario Train-the-Trainer en los siguientes temas:
 - Proyectos de gran escala FV
 - Proyectos de gran escala CSP

- El centro de formación y capacitación para FV y CSP ofrecerá programas de formación en:
 - FV para ingenieros
 - FV para técnicos
 - FV para operarios
 - CSP para ingenieros
 - CSP para técnicos
 - CSP para operarios
- Para implementar los cursos de formación y capacitación, el centro deberá tener disponible los siguientes recursos:
 - Set completo de equipo técnico para capacitación (equipo real, simuladores, instrumentos, herramientas, etc.) para ser utilizado por los participantes durante las clases
 - Materiales académicos para ser utilizados durante las clases (manuales, presentaciones, ejercicios, instrucciones para ejercicios prácticos, etc.)
 - Juego completo de exámenes teóricos y prácticos

Las actividades propuestas en el concepto han sido diseñadas para poder ser replicadas con otros grupos objetivo, a otras tecnologías dentro del campo de las energías renovables, así como en los países vecinos.

GLOSARIO

A	Actividad
CDEA	Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta
CEIM	Centro de Entrenamiento Industrial y Minero
CER	Centro de Energías Renovables (Actual CIFES)
CIFES	Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables
CSP	Energía solar de concentración
EPC	<i>Engineering-Procurement-Construction</i>
ERNAC	Energías renovables no convencionales
FV	Energía fotovoltaica
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
DB	Liceo Técnico Don Bosco
MW	Megawatt
O&M	Operación y mantención
RENAC	Renewables Academy AG (RENAC), Berlin
S/I	Sin información
SERC Chile	Solar Energy Research Center
T-t-T	Train-the-Trainer
OTEC	Organismo Técnico de Capacitación
UA	Universidad de Antofagasta

TABLAS

Tabla 1: Cartera de proyectos en Chile en octubre 2014 (MW)	17
Tabla 2: Análisis de las capacidades para grupos objetivo FV	32
Tabla 3: Análisis de las capacidades para grupos objetivo CSP	36
Tabla 4: Sistema de puntuación aplicado para evaluar las capacidades existentes en FV y CSP en las instituciones académicas de Antofagasta.....	43
Tabla 5: Resumen de los resultados del análisis de las capacidades según categoría e institución	48
Tabla 6: Características relevantes de las instituciones académicas de Antofagasta a considerar a la hora de proponer colaboración	56
Tabla 7: Posibles áreas de formación/capacitación en el centro de formación e institución responsable	59
Tabla 8: Desarrollo de mercado de la energía solar y previsión 2015 (MW).....	63
Tabla 9: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto FV de entre 50 y 100 MW.....	63
Tabla 10: Escenarios para calcular la demanda de personal en proyectos FV en 2015	64
Tabla 11: Estimación de oferta para cursos FV para 2015.....	64
Tabla 12: Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes FV en 2015	65
Tabla 13: Cartera de proyectos CSP en 2015.....	65
Tabla 14: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto CSP de 100 MW	65
Tabla 15: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto CSP de 100 MW en 2015	66
Tabla 16: Estimación de oferta para cursos CSP en 2015	66
Tabla 17: Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes CSP en 2015	67
Tabla 18: Desarrollo de mercado de la energía solar y previsión 2015 - 2016 (MW)	67
Tabla 19: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto FV.....	68

Tabla 20: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto FV.....	68
Tabla 21: Estimación de oferta para cursos FV en 2016.....	68
Tabla 22: Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes FV.....	69
Tabla 23: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto CSP de 100 MW.....	69
Tabla 24: Previsión de mano de obra por fase de proyecto para un proyecto CSP.....	69
Tabla 25: Estimación de oferta para cursos CSP.....	70
Tabla 26: Resumen de la planificación para implementar el concepto del centro de formación.....	73
Tabla 27: Necesidades de capacitación a lo largo de la cadena de valor por fase de proyecto.....	75

ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Objetivos globales y secundarios del proyecto.....	11
Ilustración 2: Metodología aplicada para la realización del informe.....	16
Ilustración 3: Imagen de Antofagasta.....	18
Ilustración 4: Algunas de las instalaciones FV en la UA.....	19
Ilustración 5: Kit didácticos FV de la UA.....	21
Ilustración 6: Laboratorio Educativo Fotovoltaico del Colegio Tecnico Don Bosco.....	23
Ilustración 7: Sistema didáctico en energía FV y eólica del CEIM.....	23
Ilustración 8: Instalaciones del CEIM.....	24
Ilustración 9: Laboratorio FV del Centro de Formación Técnica ProAndes.....	27
Ilustración 10: Modelo de la relación entre trabajos, alumnos, formación y exámenes.....	28
Ilustración 11: Resumen de las actividades propuestas en el informe.....	28
Ilustración 12: Resultados de las capacidades y los recursos existentes en Antofagasta para FV.....	49
Ilustración 13: Resultados de las capacidades y los recursos existentes en Antofagasta para CSP.....	49
Ilustración 14: Esquema de colaboración institucional en el marco del centro de formación.....	57
Ilustración 15: Cadena de valor para un proyecto ERNC.....	74

1. Generalidades

1.1. Introducción

La agencia internacional de cooperación alemana *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ, por sus siglas en alemán), por encargo del Ministerio Federal Alemán para Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear (BMUB, por sus siglas en alemán), ofrece asesoramiento al Ministerio de Energía de Chile a través del Programa 4e en la mejora de las condiciones marco, capacitación, transferencia de tecnología e iniciación de proyectos innovadores para la diversificación del suministro energético del país.

En septiembre de 2014, la GIZ encargó a la empresa alemana EVIVA que realizara un análisis de las capacidades técnicas en energía solar en Chile. El objetivo final de este análisis es la elaboración de un concepto para un centro de formación en energía fotovoltaica (FV) de gran escala y energía de concentración solar de potencia (CSP). Este concepto ha sido desarrollado en conjunto con la Renewables Academy AG (RENAC).

1.2. Objetivos del proyecto y del informe

Uno de los objetivos generales del proyecto de cooperación mencionado es el mejoramiento de las capacidades locales de ingenieros y mano de obra en general para el desarrollo de los dos tipos de proyectos solares relevantes. Para ello, se ha propuesto analizar la implementación de un centro de formación y capacitación en energía fotovoltaica y CSP en Antofagasta, considerando sinergias con iniciativas existentes y en implementación, como son el Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta (CDEA) y la Plataforma Solar del Desierto de Atacama.

Como se ha indicado anteriormente, el fomento de la capacitación es uno de los pilares del proyecto 4e. En Chile existe una creciente demanda de mano de obra dentro del sector de la energía solar debido a la gran cantidad de proyectos de FV y CSP que se están planeando instalar en el país. Sin embargo, tanto los profesionales como el personal técnico y operario todavía no cuentan con mucha experiencia con este tipo de tecnologías. La formación de ingenieros, técnicos y operarios locales capaces de instalar, operar y mantener las plantas de energía solar es un requisito fundamental para el desarrollo sostenible del sector.

Para cumplir el objetivo global del proyecto, es necesario establecer una serie de sub-objetivos que sirvan como guía y ayuden en la implementación del concepto que se presenta en este informe. La consecuencia directa del centro de formación será la creación de mano de obra para el sector de la energía solar que aportará valor local en Chile. Para ello, será imprescindible desarrollar una oferta formativa a nivel regional a partir de las iniciativas ya existentes, es decir, ofreciendo apoyo a los proveedores de formación en la ampliación de su oferta y estableciendo sinergias con la Plataforma Solar del Desierto de Atacama (PSDA).

La Ilustración 1 explica el objetivo principal y los correspondientes sub-objetivos, en los cual se basa este informe:

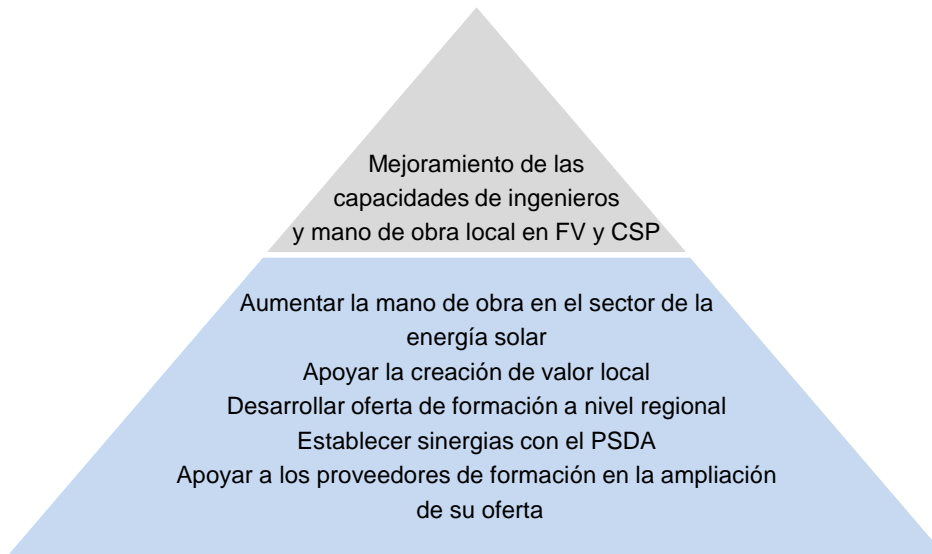


Ilustración 1: Objetivos globales y secundarios del proyecto

Para ello, este documento tiene como objetivo identificar las necesidades de capacitación de la mano de obra en Chile y proponer un concepto de un centro de formación en energía fotovoltaica y CSP.

El informe se centra en dos áreas específicas dentro del campo de la energía solar:

- Grandes proyectos de energía fotovoltaica (FV)
- Grandes proyectos de concentración solar de potencia (CSP)

Asimismo, el informe se concentra en:

- Formación con un gran componente práctico
- Dirigida a ingenieros, técnicos y operarios como principales grupos objetivo

Las actividades propuestas han sido diseñadas para poder ser replicadas con facilidad con otros grupos objetivo, a otras tecnologías dentro del campo de las energías renovables, así como en los países vecinos.

1.3. Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados se realizó un levantamiento de información en terreno respecto de actuales necesidades de formación y capacitación, iniciativas de formación de capacidades realizadas o en funcionamiento y visión de la industria solar local. Para este efecto, se realizó en conjunto con la GIZ y actores locales un levantamiento de organizaciones relevantes en el tema de tecnología solar fotovoltaica de gran escala y CSP, así como en áreas de capacitación, fomento de tecnologías y sector energético, con el fin de concertar entrevistas y determinar en conjunto la información relevante.

Cuatro grupos de organizaciones a entrevistar fueron determinados, con el fin de obtener la visión de distintos actores relevantes respecto del área y mercado de energía solar FV y CSP y la situación actual local en términos de capacidades existentes y necesidades a futuro. Estos cuatro grupos están constituidos por:

- Instituciones de Gobierno, fundaciones sin fines de lucro y asociaciones industriales
- Instituciones educativas y de formación
- Desarrolladores, constructores y operadores de proyectos PV
- Desarrolladores de proyectos CSP

Las organizaciones entrevistadas fueron las siguientes:

Instituciones públicas, asociaciones industriales y organizaciones sin fines de lucro:

- **Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES)-antiguo Centro de Energías Renovables (CER):** El CIFES tiene como objetivo apoyar a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en el diseño, implementación, seguimiento, evaluación y promoción de programas y proyectos estratégicos con financiamiento público de innovación y fomento en energías sustentables, en particular, en la implementación de la política y plan de acción de innovación en energía.
- **Corfo Antofagasta:** La Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), creada en 1939, es el organismo del Estado chileno encargado de impulsar la actividad productiva nacional. Tiene sedes en cada región de Chile.
- **Ministerio de Energía:** El Ministerio de Energía es el órgano superior de colaboración del Presidente de la República en las funciones del gobierno y administración del sector de energía. El objetivo general del Ministerio de Energía es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector, velar por su cumplimiento y asesorar al Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía.
- **Seremía de Energía de Antofagasta:** La ley 20.402 que creó el Ministerio de Energía a partir del 1 de febrero de 2010 establece 6 secretarías regionales ministeriales para la cartera. Por lo tanto, los Seremis de energía están distribuidos en macrozonas que abarcan varias regiones del país.
- **Fundación Chile (FCh):** FCh es una corporación privada sin fines de lucro creada en 1976, cuyos socios son el Gobierno de Chile y BHP Billiton-Minera Escondida.
- **Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA):** ACERA, como representante del sector de las ERNC, tiene como objetivos de la promoción, regulación e instalación de las energías renovables en Chile.
- **Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA):** Representante del sector industrial en Antofagasta. Sus miembros provienen principalmente del sector de la minería.

Instituciones académicas o especialistas en capacitación:

- **Centro de Carreras Técnicas de la Universidad de Antofagasta (CCT):** El objetivo del CCT es formar técnicos con la capacidad y conocimientos necesarios para el ejercicio de las respectivas actividades pertenecientes a la especialidad de las carreras.
- **Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta (CDEA):** El CDEA fue creado para impulsar la innovación, el desarrollo y la investigación aplicada en temas relacionados con las necesidades energéticas de la región de Antofagasta.
- **Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM):** El CEIM, dependiente de la Fundación Educacional Escondida, es un Organismo Técnico de Capacitación en el

desarrollo de competencias laborales y formación de capital humano calificado en el sector de la minería.

- **Colegio Técnico Industrial Don Bosco:** Este colegio es el resultado de la cooperación entre el Arzobispado y la Asociación de Industriales de Antofagasta con el fin de crear un establecimiento para formar técnicos profesionales medios acorde con las exigencias de la industria minera de la región y que otorgara valores cristianos a la educación de los jóvenes.
- **Universidad de Antofagasta (UA):** La Universidad de Antofagasta es una institución estatal, regional, laica y pluralista, dedicada a la formación de profesionales. Bajo su administración se encuentra el Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta y la futura implementación de la Plataforma Solar del Desierto de Atacama.

Desarrolladores de proyectos (FV y CSP):

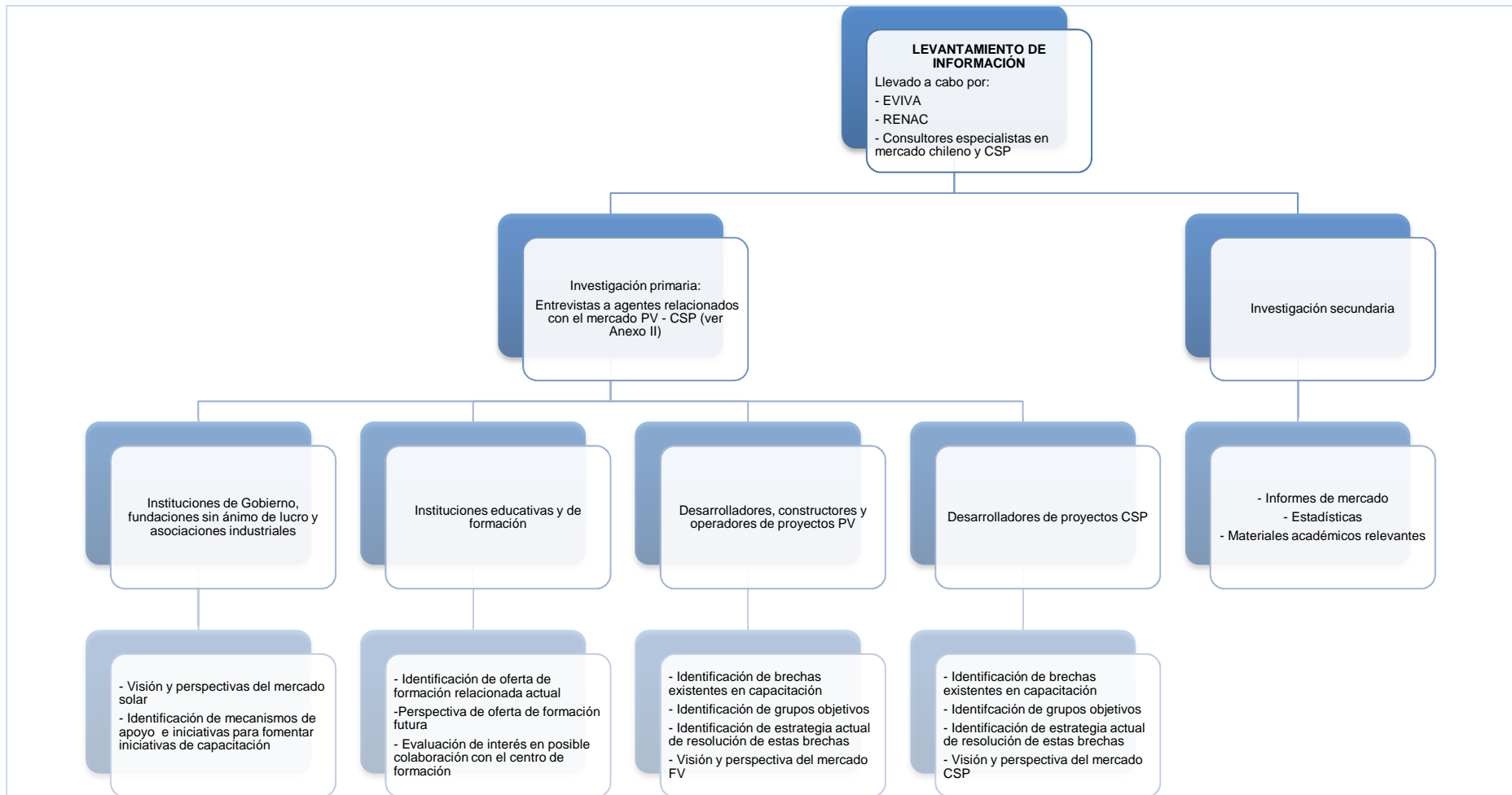
- **Abengoa Solar:** Desarrolladores, EPC, O&M de proyectos CSP. Propietarios del Cerro Dominador CSP proyecto.
- **Ibereolica:** Desarrolladores de proyectos CSP (760 MW con permisos actualmente)
- **Ingenostrum:** Desarrolladores de proyectos FV
- **LAP – Latin American Power:** Empresa desarrolladora de proyectos de energía solar y eólica
- **First Solar:** Empresa de matriz Estadounidense, desarrolladora de proyectos FV de gran escala
- **Mainstream:** Mainstream es una empresa privada dedicada al desarrollo, financiación, construcción y operación de sistemas FV y eólicos de gran escala.
- **Sener:** Ingeniería e EPC para proyectos CSP
- **Soitec:** Proveedores de tecnología CPV (*concentrating photovoltaic*)
- **Solar Reserve:** Desarrolladores de proyectos CSP
- **Soventix:** Desarrolladores de proyectos FV
- **Sowitec:** Empresa especialista en energía eólica con algunos proyectos FV en desarrollo en Chile
- **Sunbelt Solar Energy:** Distribuidores de sistemas para proyectos de pequeña envergadura
- **Sun Edison:** Empresa especialista en FV. Sus servicios abarcan toda la cadena de valor
- **Valhalla Energía:** Desarrolladores de proyectos FV

Las entrevistas fueron realizadas como entrevistas guiadas de ejecución abierta, para lo que se preparó un cuestionario, el que puede verse en el anexo II. Durante las conversaciones, se tocaron tanto los temas estipulados en el cuestionario, así como los temas aportados por el entrevistado, dejando libertad tanto al entrevistado como al entrevistador de incorporar o ahondar temas adicionales.

Adicionalmente a las fuentes de información primaria (entrevistas), se recopiló información secundaria respecto del mercado energético chileno, del mercado solar local, así como otras estadísticas relevantes disponibles e información académica y de proyectos proveída por los actores entrevistados.

Con la información recopilada se realizó un análisis de las opciones locales existentes para formación profesional y capacitación técnica en las tecnologías mencionadas, así como las necesidades actuales y futuras no cubiertas frente al desarrollo establecimiento en el mercado de las tecnologías y la eventual brecha existente entre ambas. Para la superación de la brecha determinada se elaboró un concepto inicial de un centro que entregue apoyo a la formación profesional y capacitación técnica en las tecnologías relevantes (FV de gran escala y CSP) utilizando sinergías con iniciativas existentes de alto potencial de impacto y multiplicación.

La figura siguiente entrega un esquema de la metodología aplicada para el desarrollo de este estudio.



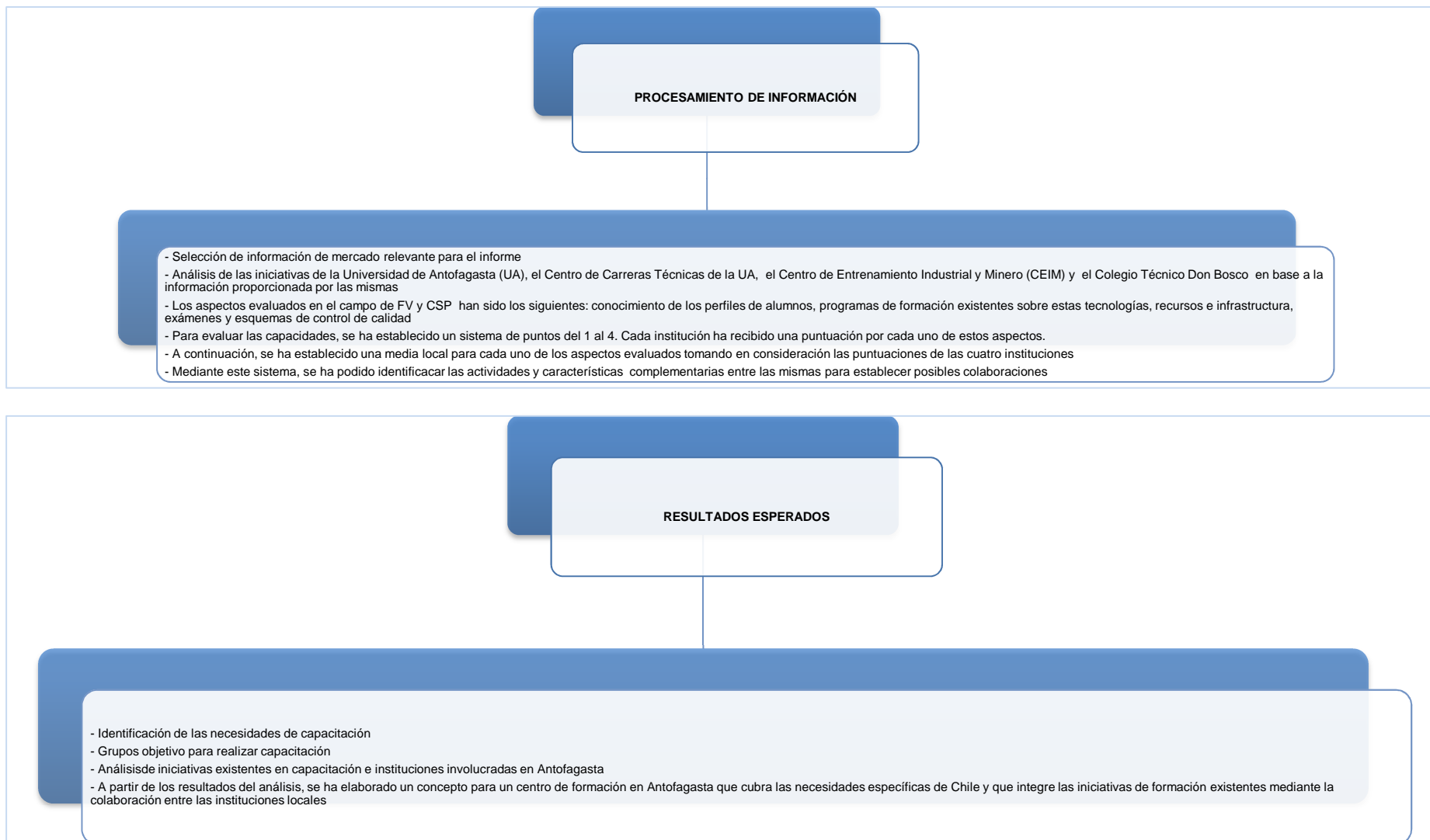


Ilustración 2: Metodología aplicada para la realización del informe

2. Antecedentes

2.1. El mercado solar en Chile

El sector de las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile está experimentando un importante crecimiento, especialmente en el caso de los proyectos de energía solar. Aunque el mercado todavía está en su fase emergente, existe una gran cantidad de proyectos en construcción y desarrollo.

La Tabla 1 muestra la cantidad de MW asociada a proyectos de energía solar que se encuentran en fase de operación, construcción, con aprobación ambiental y en calificación ambiental² según un informe reciente del Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES), anteriormente denominado CER:

Tabla 1: Cartera de proyectos en Chile en octubre 2014 (MW)³

Cartera de proyectos (MW)	Operación	Construcción	Aprobado	En calificación
FV	219	456	7811	2591
CSP	0	110	760	0

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, aunque en la actualidad existen menos de 800 MW solares en operación o construcción, existen más de 11.000 MW asociados a proyectos en estado de desarrollo avanzado. Si bien es cierto, es poco probable que la totalidad de estos proyectos lleguen a materializarse, la importante cantidad de proyectos en desarrollo da cuenta del grado de interés existente en el país por esta tecnología.

La CSP – con posibilidad de almacenar la energía térmica– presenta un gran potencial. Chile, uno de los lugares con mayor radiación solar directa del mundo – tiene las condiciones óptimas para el desarrollo de este tipo de tecnología. Sin embargo, esta tecnología todavía se encuentra en Chile en su fase inicial de desarrollo. Como muestra la Tabla 1, todavía no existen MW en operación, aunque la empresa Abengoa ha iniciado la construcción de una planta de 110 MW.

En términos de apoyo gubernamental, el Gobierno de Chile ha dado un claro apoyo a las ERNC, dentro de las cuales se incluye la energía solar, por medio de la promulgación de la Ley 20.257. Según esta ley, para el año 2025, un 20% de la energía comercializada en el país deberá provenir de fuentes ERNC. Si bien hoy el aporte de las instalaciones solares al cumplimiento de las metas ERNC es menor al 1%⁴, se espera que éste se incremente en el futuro.

En el norte de Chile existen excelentes condiciones para el sector de la energía solar y una gran proyección para los proyectos de tecnologías solares, donde se dan niveles óptimos de radiación solar y una gran demanda de energía por parte de la industria minera.

En concreto, la Región de Antofagasta se está convirtiendo en un interesante polo de desarrollo del sector solar. Según un informe del CER, actualmente el 62% (526 MW) de los proyectos de energía solar en construcción están ubicados en esta zona, de los cuales, la mayoría son solares⁵.

² FUENTE: CER, CDEC SIC, SEA. Octubre 2014

³ FUENTE: CER, CDEC SIC, SEA. Octubre 2014

⁴ FUENTE: CER. Octubre 2014

⁵ FUENTE: Reporte CER. Octubre 2014

Asimismo, en Antofagasta existe una gran demanda de energía debido a la fuerte presencia de la industria minera.



Ilustración 3: Imagen de Antofagasta

Para lograr los objetivos marcados por el Gobierno y garantizar la utilización de energía solar en Chile a largo plazo, es una condición fundamental la formación de mano de obra calificada local. Actualmente, se están dando varias iniciativas relacionadas con la capacitación de mano de obra para proyectos FV y CSP (ver punto 2.3).

Por otro lado, la industria minera absorbe gran cantidad de mano de obra. Su fuerte demanda de personal condiciona completamente la oferta de formación existente, orientada principalmente a satisfacer las necesidades de esta industria. Además, los altos salarios que se ofrecen en el sector minero influyen directamente en los costos del nivel de vida en la región (ver punto 3.2.1.), lo que implica una barrera para la industria solar al no poder competir con tales salarios.

2.2. El sector privado de la energía solar en Chile

La mayor representación del sector privado se encuentra ubicada en la ciudad de Santiago. Es en la capital del país donde éstas llevan a cabo el desarrollo de los proyectos, aunque la mayoría éstos se implementen en otras regiones.

Gran parte de las empresas presentes en el mercado chileno son extranjeras. Éstas suelen combinar en sus oficinas empleados chilenos con otros provenientes de las respectivas casas matrices, igualmente del extranjero.

Una forma de capacitación de los profesionales locales, expresada recurrentemente por los actores del sector privado entrevistados, es su envío a las casas matrices en los países de origen, donde los profesionales trabajan durante un tiempo en los proyectos locales, adquiriendo al mismo tiempo conocimientos y capacidades necesarias para el desarrollo de futuros proyectos. Las empresas entrevistadas mencionan algunas ventajas de este sistema: Por un lado, el empleado destinado en Chile se nutre de la experiencia y los conocimientos que ofrece la casa matriz. Por otro, éste entra en contacto con sus compañeros de proyecto ubicados en la casa matriz, lo que contribuirá positivamente en la comunicación que se mantendrá durante el desarrollo del proyecto. Asimismo, éste podrá entender la filosofía de la empresa y mejorar sus conocimientos del idioma.

Respecto al posible centro de formación, todas las empresas mostraron interés en el proyecto y comentaron que estarían dispuestas a invertir en la formación de sus empleados. No obstante, uno de los aspectos que más se enfatizó fue la importancia de la que capacitación no interfiriera con las actividades laborales de los empleados.

La ubicación del centro de formación fue también uno de los temas más comentados durante las entrevistas. Como se ha indicado al principio, la mayoría de las empresas están ubicadas en Santiago. Por este motivo, la mayoría preferirían que también se ofreciera capacitación en la capital. Para las empresas, resultaba poco conveniente enviar durante varias semanas a sus empleados a Antofagasta por motivos de costes (Antofagasta es la ciudad más cara de Chile) y por interferencia con las actividades laborales.

Asimismo, las empresas extranjeras que están iniciando su penetración en el mercado chileno expresaron una necesidad de información sobre las condiciones locales, ya que a menudo la falta de conocimiento sobre marcos legales, recursos naturales, etc. que pudieran suponer barreras en el desarrollo de sus proyectos.

En cuanto a la visión del mercado solar en Chile, en general, la mayoría compartía una visión optimista sobre su evolución. La opinión general es que en la actualidad se está viviendo un *boom* para el sector solar, especialmente para los proyectos de gran escala, que se mantendrá durante varios años. Al cabo de este periodo, esta tendencia entrará en una nueva fase en la que el crecimiento se mantendrá de manera sostenida gracias al mercado del autoconsumo.

2.3. Organizaciones de capacitación relevantes identificadas en Antofagasta y en otras regiones

2.3.1. Universidad de Antofagasta (UA)

La Universidad de Antofagasta es una institución estatal, regional, laica y pluralista, dedicada a la formación de profesionales.

La Facultad de Ingeniería de la UA se encuentra ubicada en el marco del Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta (CDEA) y cuenta con 2500 alumnos. Ésta ofrece un Magíster relacionado con energía: Magíster en Desarrollo Energético.

Para ver más información sobre este Magíster y las asignaturas relacionadas con FV, ver punto 2.3.2)



Ilustración 4: Algunas de las instalaciones FV en la UA

2.3.2. Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta de la UA

El Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta (CDEA), perteneciente a la UA, fue creado para impulsar la innovación, el desarrollo y la investigación aplicada en temas relacionados con las necesidades energéticas de la zona de Antofagasta.

Sus ejes programáticos se basan en los siguientes puntos:

- Formación de capital humano calificado
- Investigación aplicada, desarrollo e innovación
- Asesoría, capacitación, entrenamiento e información
- Desarrollo empresarial y tejido industrial

Este centro cuenta con el apoyo del Gobierno chileno, empresas mineras locales y fabricantes de módulos solares, para la instalación de la Plataforma Solar del Desierto de Atacama (PSDA) (ver punto 2.4.1). Además, el CDEA colabora con el centro nacional minero de formación, cuyas actividades está ampliando en la actualidad, y tiene acceso a las instalaciones solares de la zona y actores relevantes dentro de la industria minera.

El CDEA ofrece 4 cursos sobre energía solar en el marco de sus estudios en ingeniería en el marco del Magíster en Desarrollo Energético:

- Conceptos básicos de energía solar
- Energía, desarrollo y sistemas eléctricos
- Energía solar térmica de baja y alta temperatura
- Energía fotovoltaica

Asimismo, el CDEA lleva a cabo varias investigaciones en el campo de la energía solar. En concreto, existe una línea de investigación sobre almacenamiento mediante sales para CSP. En colaboración con la industria, también están llevando a cabo otra investigación sobre limpieza de células fotovoltaicas según las condiciones del desierto de Atacama y sobre tracking. También existen investigaciones en energía solar en colaboración con universidades extranjeras. Por ejemplo, se están realizando estudios sobre el desarrollo de células fotovoltaicas específicas para las condiciones del desierto de Atacama.

El CDEA a su vez realiza labores de asesoría para la industria y, en especial, en temas de energía eléctrica en sistemas mineros⁶:

- Cuantificación recurso solar
- Diseño y análisis de comportamiento de sistemas fotovoltaicos
- Estudios de prefactibilidad de sistemas energéticos (Energías Tradicionales y SOLAR)
- Uso de energía solar en procesos mineros
- Estudios de sistemas eléctricos
- Análisis de calidad de energía
- Proyectos de automatización
- Desarrollo de instrumentos no convencionales

⁶ FUENTE: CDEA

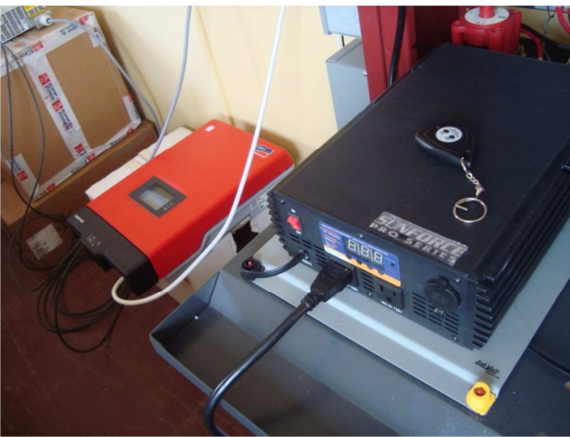


Ilustración 5: Kit didácticos FV de la UA

2.3.3. Centro de Carreras Técnicas de la UA (futuro Centro de Formación Técnica regional)

Desde hace 5 años, la UA ofrece la posibilidad de cursar carreras técnicas de nivel superior en su Centro de Carreras Técnicas (CCT). Este centro ofrece formación orientada principalmente a satisfacer la demanda de profesionales por parte de la industria minera.

A continuación, se presenta la oferta académica del CCT:

- Técnico Nivel Superior en Metalurgia
- Técnico Nivel Superior en Mantenimiento Industrial
- Técnico Nivel Superior en Prevención de Riesgos
- Técnico Nivel Superior en Administración de Empresas

Las carreras técnicas tienen una duración de 2,5 años (5 semestres).

Como parte del plan de regionalización del Gobierno de Chile, la UA ha recibido el mandato por parte del Ministerio de Educación (Mineduc) de establecer un Centro de Formación Técnica (CFT) regional en la ciudad de Antofagasta y otro en la ciudad de Calama.

Mientras que el CFT de Calama estará orientado íntegramente a la industria minera, el centro de Antofagasta podrá incluir oferta académica en el campo de la energía solar. El Centro de Carreras Técnicas de la UA también ha mostrado interés en ampliar su oferta en esta dirección. Por el momento, ya han contemplado la posibilidad de ofrecer capacitación en FV, aunque no se han planteado CSP, principalmente por desconocimiento de esta tecnología.

La UA ha realizado un estudio sobre la demanda de formación técnica en la Región de Antofagasta por encargo del Mineduc (intención de estudio de los alumnos de enseñanza media). Los resultados de este estudio servirán para definir la oferta final del CFT. Esta información no ha estado disponible para la realización de este estudio, dado que el estudio no se ha finalizado durante la etapa de recopilación y análisis de información.

La UA recibirá financiación del Mineduc para invertir en infraestructura y ampliación de la oferta formativa. Además, se han cedido terrenos para ampliar sus instalaciones. Este proceso tiene que estar terminado a finales del 2016 aproximadamente.

Para más información sobre las capacidades actuales del CCT en el campo de la energía FV y CSP, ver punto 3.2.2 y Anexo I.

2.3.4. Colegio Técnico Industrial Don Bosco

El Colegio Técnico Industrial Don Bosco es el resultado de la cooperación entre el Arzobispado y la Asociación de Industriales de Antofagasta con el fin de crear un establecimiento para formar técnicos profesionales medios acorde con las exigencias de la industria minera de la región y que otorgara valores cristianos a la educación de los jóvenes.

A nivel de formación de técnicos medios, el Colegio Técnico Don Bosco tiene programas de Electricidad, Electrónica y Mecánica orientados a la industria minera. Aunque las mallas curriculares de Mecánica no han sido facilitadas para la realización del informe, los trabajos de soldadura, estructuras y fabricación de piezas que realizan los alumnos podrían ser útiles para su aplicación en proyectos solares.

Además, el colegio cuenta con un Laboratorio Educativo Fotovoltaico gracias al apoyo de la UA. Este laboratorio está compuesto por una planta fotovoltaica de 15,5 kWp en total. También cuentan con un software para el seguimiento de la producción. El colegio planea a futuro impartir varios cursos en este campo.



Ilustración 6: Laboratorio Educativo Fotovoltaico del Colegio Técnico Don Bosco

2.3.5. Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM)

El CEIM, dependiente de la Fundación Educacional Escondida y también ubicado en Antofagasta, es un Organismo Técnico de Capacitación (OTEC) privado en el desarrollo de competencias laborales y formación de capital humano calificado en el sector de la minería. Este centro cuenta con unos 16.000 alumnos al año aproximadamente.

Entre otros programas, el CEIM imparte cursos en Electricidad e Instrumentación y en Mecánica Industrial. Este centro cuenta con un sistema didáctico para capacitación en FV, aunque todavía no han implementado ningún curso.



Ilustración 7: Sistema didáctico en energía FV y eólica del CEIM

Actualmente, el CEIM se encuentra en fase de ampliar sus instalaciones con la construcción de un nuevo edificio. En total, tienen 9,000m² de terreno para construir. La Ilustración 8 muestra un plano de sus instalaciones.

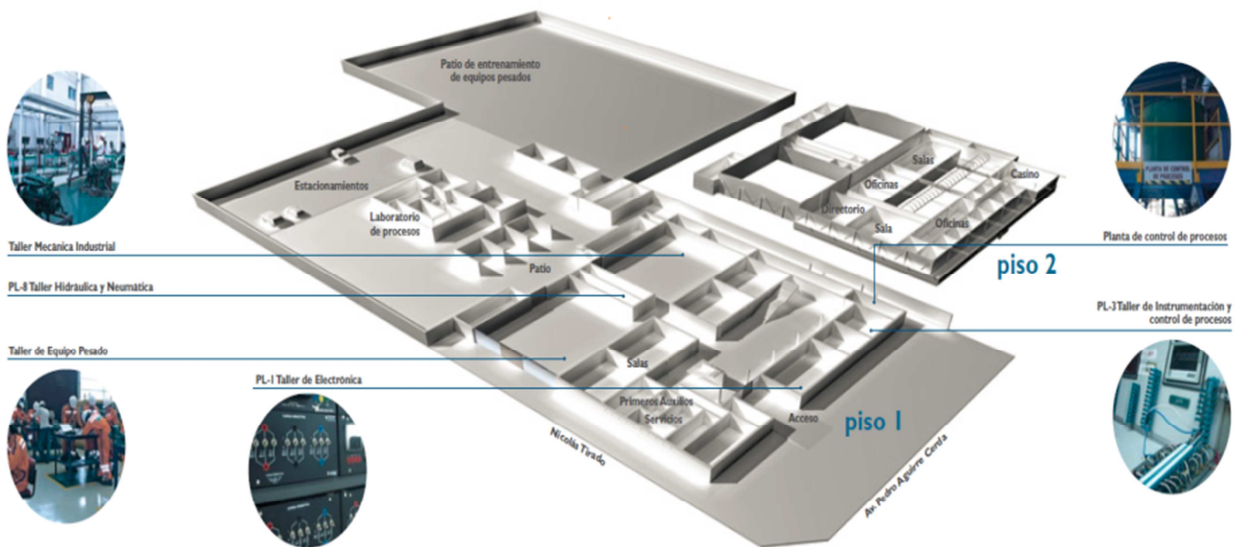


Ilustración 8: Instalaciones del CEIM⁷

2.3.6. Fundación Chile (FCh)

FCh es una corporación privada sin fines de lucro creada en 1976, cuyos socios son el Gobierno de Chile y BHP Billiton-Minera Escondida. Sus oficinas se encuentran en Santiago.

En 2012 llevaron a cabo el proyecto de acreditación de competencias laborales para instaladores solares fotovoltaicos para la Región de Tarapacá con el apoyo de First Solar, la Universidad de Tarapacá y el West Valley College. Los participantes eran técnicos eléctricos.

El proyecto consistió en 3 fases:

1. Identificar las competencias de instaladores solares fotovoltaicos. Los perfiles de competencias elaborados fueron validados por la industria.
2. Diseñar un programa de formación para instaladores fotovoltaicos e implementar un seminario Train-the-Trainer.
3. Ejecución del programa piloto, incluyendo curso de capacitación, evaluación y acreditación de instaladores.

Los profesores participantes en el curso Train-the-Trainer provenían de los Liceos Luis Cruz Martínez, Robert Johnson, William Taylor, Liceo Politécnico A-9, Universidad de Tarapacá, empresa IBM, Empresa Casa-Sol, Cormudesi y de la Universidad de Antofagasta.

Como resultado, 20 profesores participaron en el Train-the-Trainer y 18 instaladores fueron acreditados. El proyecto no fue replicado.

En cuanto a los participantes en el seminario Train-the-Trainer, no se tiene información sobre si actualmente éstos están ejerciendo como profesores de FV. De las instituciones académicas, sólo se tiene constancia de que la Universidad de Antofagasta ofrezca formación en FV. La Universidad de Tarapacá cuenta también con un centro de investigación en SOLAR (el Centro de Energías Renovables CEDER).

⁷ Material proporcionado por el CEIM

En su página web (www.fundacionchile.com) puede encontrarse toda la información sobre el proyecto.

2.4. Otras iniciativas relevantes

2.4.1. Plataforma Solar del Desierto de Atacama

La Plataforma Solar de Desierto de Atacama (PSDA) tiene como objetivo impulsar la investigación aplicada y la innovación en temas relacionados con tecnologías solares y convertirse en un centro de referencia para Latinoamérica. Esta plataforma está siendo desarrollada por la Universidad de Antofagasta (UA) en conjunto con the Chilean Solar Energy Research Center (SERC Chile) (ver punto 2.4.2), centro de investigación del cual la UA es miembro.

Basándose en la experiencia del proyecto homólogo Plataforma Solar de Almería, se estimó que el presupuesto necesario para sacar adelante la plataforma es de 20M US\$. Los terrenos donde se planea construir la plataforma han sido cedidos gratuitamente a la UA y tienen una extensión de 80 hectáreas.

El desarrollo de la plataforma está partiendo de microproyectos piloto en base a la cooperación con empresas privadas interesadas en financiar determinados proyectos de investigación.

En la actualidad, la plataforma se encuentra en la fase inicial, en la que se planea la instalación de varias plantas FV. En cuanto a CSP, los primeros proyectos podrán instalarse cuando se solucione su financiamiento.

Paralelamente, la empresa Abengoa ha declarado la construcción de una planta solar termoeléctrica con un sistema de torres centrales y una capacidad de 110 MWe en el desierto de Atacama. Este proyecto también incluye una planta FV de 100 MW.

A partir del año 2016, estos proyectos piloto servirán para la transferencia de conocimientos a los profesionales del Centro de Desarrollo de Energía de Antofagasta (CDEA), tanto en energía fotovoltaica como en energía solar térmica de alta, mediana y baja temperatura. Algunos de los temas que se investigarán será la limpieza de los módulos, *tracking* y el almacenamiento térmico.

Por el momento, no existe un calendario específico para completar la construcción de la PSDA, ya que, como se ha mencionado, la evolución del proyecto depende de su financiamiento futuro.

2.4.2. Chilean Solar Energy Research Center (SERC Chile)

SERC Chile fue creado en 2012 con el objetivo de ser un centro de investigación líder en energía solar a nivel mundial.

Este centro lo conforman la Universidad de Antofagasta, la Universidad de Chile, la Universidad de Tarapacá, la Universidad Técnica Federico Santa María, la Universidad Adolfo Ibáñez, la Universidad de Concepción y la Fundación Chile. SERC Chile sigue las siguientes líneas de investigación⁸:

- Energía solar en la industria y minería
- Sistemas eléctricos de potencia con alta penetración de energía solar
- Sistemas de coordinación de energía solar para comunidades rurales y urbanas
- Almacenamiento de energía solar
- Tratamiento solar de agua
- Aspectos económicos, sociales y regulatorios para el desarrollo de energía solar

⁸ FUENTE: www.sercchile.cl

2.4.3. Laboratorios solares fotovoltaicos para la capacitación y demostración de centros de formación técnico-profesional y/o universidades

En octubre 2014, la GIZ en colaboración con el Ministerio de Energía de Chile lanzaron un concurso “Laboratorios Fotovoltaicos para la Capacitación y Demostración de Centros de Formación Técnico-Profesional y/o Universidades” en el marco del programa 4E.

Este concurso estaba abierto a universidades, institutos de educación técnica, de formación profesional y centros de capacitación. Aquellas entidades que ganaran el concurso recibirían equipo completo para montar un laboratorio fotovoltaico de capacitación en el diseño, selección, instalación y mantenimiento de plantas solares fotovoltaicas de pequeña escala para técnicos y profesionales.

El objetivo de este concurso es promover la formación en FV para cubrir la demanda de especialistas técnicos y apoyar así el crecimiento de la industria.

Las instituciones seleccionadas se encuentran ubicadas en 5 regiones diferentes del país:

- Universidad de Tarapacá
- Universidad de Antofagasta
- Centro de Formación Técnica ProAndes
- Universidad de Santiago de Chile
- Universidad de Talca
- Instituto Profesional Virginio Gómez

Los laboratorios FV están compuestos por un sistema fotovoltaico y un sistema didáctico. El primero corresponde a dos plantas, una de 1 kWp de potencia con tecnología de microinversores, y otra de 1,5 kW con inversor centralizado. Ambas plantas presentan distintos sistemas de montaje y están diseñadas para la conexión a la red.

El sistema didáctico contiene los elementos necesarios para desarrollar un entrenamiento integral en la tecnología FV, tanto para instalaciones off-grid como on-grid.

En el marco de este proyecto, también se realizó una capacitación a los docentes de estas instituciones académicas en estos sistemas FV.

Como resultado, se espera tener como mínimo 50 técnicos-profesionales formados al año por cada uno de estos laboratorios. Para lograr este objetivo, cada institución se comprometió a desarrollar una estrategia a largo plazo en la que se incluyan programas formativos con estos laboratorios.

Las siguientes fotografías muestran el laboratorio FV del Centro de Formación Técnica ProAndes:

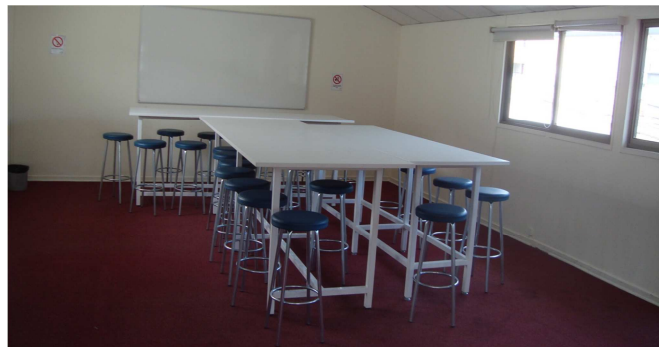




Ilustración 9: Laboratorio FV del Centro de Formación Técnica ProAndes

2.4.4. Programa Técnicos para Chile

Técnicos para Chile del Ministerio de Educación es un programa de becas que tiene como objetivo contribuir a la formación a nivel técnico-profesional a través de la realización de estudios de perfeccionamiento en el extranjero. Este programa se implementa a nivel nacional y, aunque no se limita únicamente al sector de la energía, también cubre las ERNC.

Técnicos para Chile está integrado en el marco del Sistema Becas Chile (www.becaschile.cl). Para obtener más información sobre este programa, se puede visitar la página web www.tecnicos.mineduc.cl

2.4.5. Programa Estratégico Nacional para la Industria de la Energía Solar⁹

El Programa Estratégico Nacional para la Industria de la Energía Solar es una iniciativa impulsada por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). En el marco de este programa, se quiere impulsar un Plan Estratégico Regional, cuyo objetivo sea el desarrollo de un Centro Regional, en el cual se lleven a cabo investigaciones para la industria, transferencia de capacidades para las pequeñas y medianas empresas y se forme capital humano cualificado. Esta iniciativa puede suponer un valor añadido a Antofagasta. Por ello, es conveniente que las actividades para desarrollar el centro de formación presentado en este concepto tengan un grado de coordinación con la iniciativa de CORFO.

⁹ FUENTE: Ministerio del Interior y Seguridad Pública

3. Enfoque del concepto para desarrollar un centro de formación y resultado del análisis de las capacidades

3.1. Enfoque del concepto para desarrollar un centro de formación

El objetivo de un centro de formación es preparar individuos para la realización de trabajos, es decir, para que adquieran el conocimiento y las habilidades para cumplir las tareas asignadas con seguridad, calidad y eficacia.

Para cumplir este objetivo, es necesario establecer un programa de formación (incluyendo todos los recursos de formación y la infraestructura esenciales) que prepare a los participantes para convertirse en profesionales aptos para desempeñar sus futuras tareas. Los exámenes servirán para determinar si el candidato está o no cualificado para realizar su trabajo.

La Ilustración 10 muestra la relación entre trabajos, alumnos, programa de formación y exámenes:

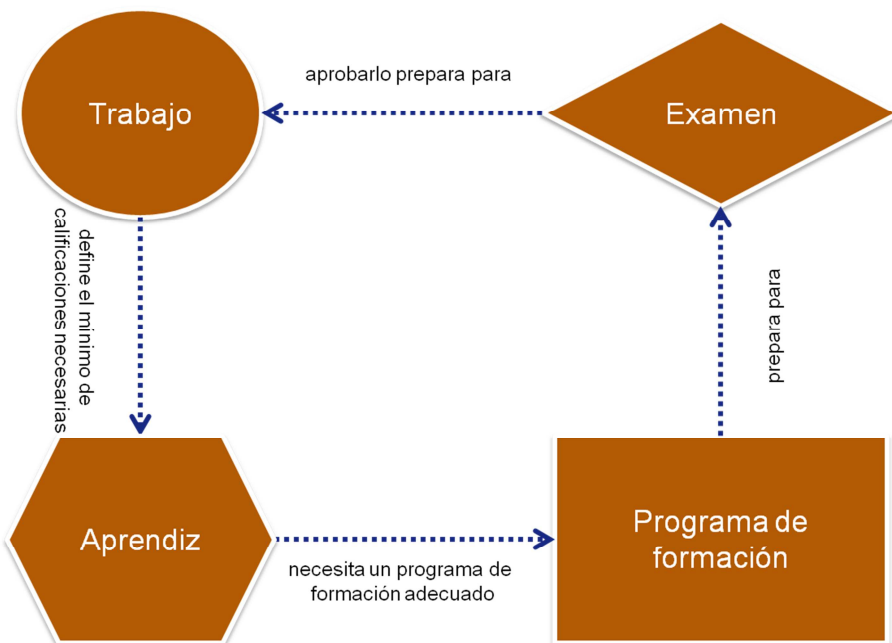


Ilustración 10: Modelo de la relación entre trabajos, alumnos, formación y exámenes

La Ilustración 11 indica las actividades que necesitan implementarse paso a paso durante el establecimiento del centro de formación para FV y CSP:

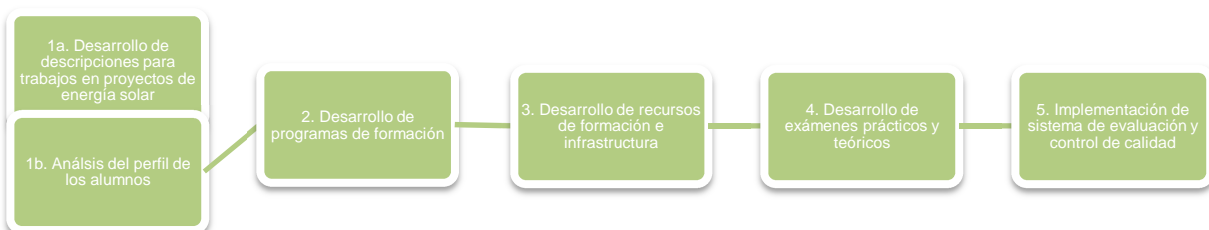


Ilustración 11: Resumen de las actividades propuestas en el informe

1. Como punto de partida para el desarrollo de un esquema de formación profesional siempre se consideran las personas y las tareas que deberán realizar. Por este motivo, es necesario preparar descripciones detalladas de los trabajos y calificaciones previas de los alumnos.
2. Las descripciones de los trabajos son las que determinarán la definición de programas de formación apropiados. Por un lado, estos programas y los métodos aplicados deben respetar la experiencia y conocimientos previos de los alumnos. Por otro, éstos deben ampliar los conocimientos y desarrollar las capacidades necesarias para realizar los trabajos asignados con seguridad y con altos estándares de calidad. Un buen programa de formación debe poner especial énfasis en la resolución de problemas, los aspectos prácticos y ofrecer métodos interactivos de aprendizaje.
3. Una vez establecido el programa de formación, es posible preparar los recursos de formación y la infraestructura. Estos aspectos engloban los siguientes elementos: cuerpo docente, herramientas de laboratorio y programas informáticos y materiales didácticos para utilizar durante las clases.
4. A continuación, deberán desarrollarse las evaluaciones teóricas y prácticas. Estas formas de evaluación deberían ser entendidas como medios para verificar si el candidato ha alcanzado el conocimiento y las capacidades para realizar los trabajos asignados.
5. Finalmente, cualquier programa de formación necesita aplicar un sistema de evaluación y control de calidad. Existen varias formas de realizar la evaluación: a través de los propios alumnos, del resultado de los exámenes, o de supervisores que vayan a necesitar personal cualificado. Además, el sistema de evaluación debe tomar en consideración los desarrollos que estén sucediendo fuera del marco del programa de formación, como pueden ser por ejemplo, innovaciones tecnológicas.

3.2. Análisis de las capacidades

Durante el mes de octubre, los Consultores realizaron una evaluación de las capacidades y la infraestructura existente para la implementación de un centro de formación en energía FV y CSP en Antofagasta.

A continuación se presentan los resultados de este análisis.

3.2.1. Identificación de los grupos objetivo y análisis de sus capacidades

En Chile existe una creciente demanda de mano de obra dentro del sector de la energía solar. Tras las entrevistas mantenidas durante los viajes de prospección, se han identificado los siguientes grupos objetivo:

- Ingenieros: Profesional con educación universitaria, Desarrollador, planificador, supervisión general en la ejecución de proyectos y responsable general en su operación
- Técnicos: Profesional de formación en centros de formación técnico-profesional o de ingeniería de ejecución. (Supervisión de áreas en la ejecución de proyectos y en la operación)
- Operarios: Trabajado calificado con capacitación técnica, ejecutor de tareas en la Construcción, operación con manejo de equipos, instrumentos y herramientas tecnológicas

El sector de la energía solar se encuentra en su fase emergente. Por este motivo, tanto los profesionales como los técnicos locales poseen una experiencia relativamente corta en este tipo de tecnologías. Comúnmente, los profesionales y técnicos locales involucrados en proyectos de

energía solar suelen tener formación previa y experiencia en electricidad y electrónica o mecánica sin especialización en los temas específicos de FV o CSP.

Uno de los aspectos más comentados durante las entrevistas con desarrolladores de proyectos es la necesidad de adquirir experiencia práctica de los ingenieros. Aunque reconocen tener una buena formación de base, la mayoría no han trabajado previamente en proyectos de energía solar y, en muchos casos, se concentran en la ejecución de tareas asignadas. Una situación similar se aprecia en el caso de técnicos y operarios.

Por razones de experiencia y eficiencia, una de las consecuencias directas de estas brechas en las capacidades es la utilización de mano de obra extranjera, principalmente provenientes de Europa (España, Bulgaria, Alemania o Rumanía, entre otros) para la ejecución de proyectos.

Por otra parte, existe un factor regional de gran importancia a considerar: Debido a los salarios relativamente altos que ofrece la industria minera, los técnicos y operarios chilenos en regiones de marcada actividad minera resultan una mano de obra más cara que trabajadores temporales venidos desde el extranjero. Mientras que el salario mínimo actual en Chile es de aproximadamente CPL 210.000/mes¹⁰, el promedio de remuneración en la Región de Antofagasta es de CPL 555.503,95/mes¹¹. En concreto, los técnicos perciben en la región salarios por encima de los CPL 600.000/mes. En efecto, esta región presenta las remuneraciones más altas del país debido fundamentalmente a la gran actividad minera. Sin embargo, esta tendencia podría variar con el aumento de personal cualificado en el mercado laboral. Por otra parte, la existencia de una industria alternativa en la región puede contribuir a atenuar efectos de desempleo por efectos de baja en la producción minera.

Además, la industria minera constituye el mayor demandante de energía de la Región y podría tener un gran interés en incorporar energía solar a su suministro de energía, lo que supondría un aumento de su demanda de personal en este campo y, por consiguiente, tener interés en capacitar trabajadores para este fin.

Utilizando la información obtenida, así como de los conocimientos y experiencia de los consultores en el desarrollo de proyectos de FV y CSP, se ha realizado un análisis de brechas respecto de las capacidades (en términos de experiencia y conocimientos) que deben tener distintos tipos de actores involucrados en el desarrollo y ejecución de proyectos de las tecnologías mencionadas, determinando las capacidades existentes en general y las que deben ser profundizadas.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de las capacidades de los diferentes grupos objetivo de este informe (ingenieros, técnicos y operarios) para las tecnologías de FV y CSP por fase de proyecto. En resumen, éstas serían las capacidades necesarias para los diferentes grupos objetivos:

- Ingenieros FV: Experiencia en energía solar, formación práctica en temas relevantes, estudios económicos de proyectos, análisis de recursos energéticos, diseño de sistemas, diseño e ingeniería básica, gestión de permisos, ingeniería de detalle, inspector técnico solar.
- Técnico FV: Experiencia en solar, instalación de sistemas FV, conocimientos de equipos específicos, conocimientos de instalaciones eléctricas, electrónicas y de control asociados a los sistemas FV conectados a la red, conocimientos de condiciones estructurales para instalación de sistemas FV, protocolo de mantenimiento de equipos, normativa, equipos de medición, monitoreo, conocimientos técnicos para reparación de sistemas FV.

¹⁰ FUENTE: Estudio de mercado sobre proveedores de servicios conexos a generadores de ERNC en las regiones I, II, III, IV y XV, CORFO - Dirección Regional de Antofagasta, 2014

¹¹ FUENTE: Estudio de mercado sobre proveedores de servicios conexos a generadores de ERNC en las regiones I, II, III, IV y XV, CORFO - Dirección Regional de Antofagasta, 2014

- Operarios FV: Conocimientos específicos sobre la tecnología, equipos de medición, etc.
- Ingeniero CSP: Experiencia en solar, formación práctica, estudios económicos, simulación dinámica de producción de electricidad, análisis de recursos, diseño de sistemas, GIS, diseño e ingeniería conceptual y básica, experiencia en financiación de proyectos y contratos comerciales, gestión de permisos, ingeniería de detalle, excepto para bloque de potencia, conocimiento en operar plantas CSP, expertos en desarrollo de procedimiento, excepto para bloque de potencia.
- Técnicos CSP: Experiencia en solar, conocimientos de obras civiles, instalaciones mecánicas y electricidad específica para plantas CSP, excepto para bloque de potencia, puesta en marcha de plantas CSP, higiene, seguridad y prevención de riesgos específico para CSP, conocimiento en operación y mantenimiento de plantas CSP, excepto para bloque de potencia
- Operarios CSP: Conocimientos sobre la tecnología y sobre obra civil, instalaciones mecánicas y eléctricas, etc.

Las tablas que se presentan a continuación entregan el resultado del análisis de brechas realizado, entregando las capacidades requeridas por los distintos grupos objetivos para el desarrollo y ejecución de proyectos en sus etapas características considerando ambas tecnologías relevantes. En paralelo, se entrega la visión recogida de entrevistas con todos los actores, respecto de las capacidades existentes en los profesionales locales y la brecha entre ellas.

Tabla 2: Análisis de las capacidades para grupos objetivo FV por fase de proyecto

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
Ingenieros			
Planificación	Estudios de factibilidad	Ingenieros especializados en electricidad, electrónica o mecánica	Experiencia en proyectos de energía solar
	Medición y evaluación de recursos		Formación práctica en FV
	Estudios de suelo	Conocimientos de condiciones locales, normativa, etc.	Estudios económicos en proyectos FV
	Due Dilligence		Análisis del recurso solar
	Diseño e ingeniería básica	Conocimiento general del mercado eléctrico chileno	Diseño de sistemas FV
	Estudio de interconexión		Diseño e ingeniería básica
	Aspectos legales		Conexiones internas planta FV
	Conocimiento de componentes		
Gestión	Conexiones		
	Presupuestos y contabilidad	Ingenieros especializados en electricidad, electrónica o mecánica	Experiencia en proyectos de energía solar
	Financiación		Formación práctica
	Aspectos legales	Conocimientos de condiciones locales, normativa, etc.	Gestión de permisos
	Conocimiento de componentes	Conocimiento general del mercado eléctrico chileno	

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
Supervisión de la construcción	Ingeniería de detalle	Ingenieros especializados en electricidad, electrónica o mecánica	Experiencia en proyectos de energía solar
	Logística		
	Aspectos legales		
	Conocimiento de componentes		
	Conexiones		
	Inspector técnico solar		
Operación y mantención	Conocimiento de componentes	Ingenieros especializados en electricidad, electrónica o mecánica	Experiencia en proyectos de energía solar
	Monitoreo de sistemas		
	Aspectos económicos		
	Control de calidad		
	Resolución de problemas		

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
Técnicos			
Instalación	<p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos</p> <p>Interpretación de planos</p> <p>Conocimientos de equipos específicos</p> <p>Conocimientos de instalaciones eléctricas, electrónicas y de control de asociados a los sistemas FV conectados a la a red</p> <p>Conocimientos generales de electricidad de baja tensión</p> <p>Conocimientos de corriente continua</p> <p>Conocimientos de condiciones estructurales para instalación de sistemas FV</p> <p>Detección de fallas</p> <p>Protocolo de mantención de equipos</p> <p>Normativa</p> <p>Equipos de medición</p>	<p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos</p> <p>Conocimientos de electricidad</p> <p>Detección de fallas</p>	<p>Experiencia en proyectos de energía solar</p> <p>Instalación de sistemas FV</p> <p>Conexiones</p> <p>Conocimientos de equipos específicos</p> <p>Conocimientos de instalaciones eléctricas, electrónicas y de control de asociados a los sistemas FV conectados a la a red</p> <p>Conocimientos de condiciones estructurales para instalación de sistemas FV</p> <p>Protocolo de mantención de equipos</p> <p>Normativa</p> <p>Equipos de medición</p>

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
Operación y mantenimiento	Monitoreo Resolución de problemas Conocimientos técnicos para reparación de sistemas FV	Higiene, seguridad y prevención de riesgos Conocimientos de electricidad	Experiencia en proyectos de energía solar Monitoreo Conocimientos técnicos para reparación de sistemas FV
Operarios			
Instalación	Higiene, seguridad y prevención de riesgos Fundamentos de FV Formación práctica	Faltan capacidades para desarrollar las tareas propias de operarios en proyectos de FV	Experiencia en proyectos de energía solar Higiene, seguridad y prevención de riesgos Fundamentos de FV Formación práctica en FV

Tabla 3: Análisis de las capacidades para grupos objetivo CSP por fase de proyecto

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
Ingenieros			
Planificación	Estudios de factibilidad	Ingenieros especializados en electricidad, electrónica, mecánica o química	Experiencia en proyectos de energía solar
	Medición y evaluación de recursos		Formación práctica
	Simulación de producción de electricidad	Conocimientos de condiciones locales, normativa, etc.	Estudios económicos de plantas solar termoeléctricas
	Estudios de suelo		Simulación dinámica de producción de electricidad
	Due Dilligence		Análisis de recursos
	Diseño e ingeniería conceptual y básica		Previsión a largo plazo para el correcto funcionamiento de los proyectos
	Estudio de interconexión		Diseño de sistemas
	Aspectos legales		Diseño e ingeniería conceptual y básica
	Conocimiento de componentes		Conexiones
Conexiones			
Gestión	Presupuestos y contabilidad	Ingenieros especializados en electricidad, electrónica o mecánica	Experiencia en financiación de proyectos y contratos comerciales de plantas solar termoeléctricas (PPA, EPC, O&M)
	Financiación		Formación práctica
	Aspectos legales y contratos comerciales (PPA, EPC, O&M,	Conocimientos de condiciones locales, normativa, etc.	

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
	etc.)		Gestión de permisos
Supervisión de la construcción	Conocimiento de componentes		
	Ingeniería de detalle (civil, mecánico, eléctrico, químico, control...)	Ingenieros especializados en electricidad, electrónica, mecánica, química e informática	Experiencia en proyectos de energía solar
	Expertos en Logística	Conocimientos de condiciones locales, normativa, etc.	Formación práctica
	Aspectos legales		Ingeniería de detalle, excepto para bloque de potencia (civil, mecánico, eléctrico, químico, informática,...)
Operación y mantención	Conocimiento de componentes		
	Conocimiento en la materia de salud & seguridad (S&S)		
	Conocimiento en operar plantas solar termoeléctricas (o plantas industriales)	Ingenieros especializados en electricidad, electrónica, mecánica y químicas.	Conocimiento en operar plantas solar termoeléctricas
	Conocimiento de componentes claves	Conocimiento en operar plantas industriales	Experiencia en proyectos de energía solar
	Monitoreo de sistemas	Conocimientos de condiciones locales, normativa, etc.	Formación práctica
	Aspectos económicos y legales		Expertos en desarrollo de procedimiento (específico para plantas termoeléctricas), excepto para bloque de potencia
	Control de calidad		
	Resolución de problemas		
	Expertos en desarrollo de procedimiento		

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
Técnicos			
Instalación	<p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos</p> <p>Interpretación de planos</p> <p>Conocimientos de equipos específicos</p> <p>Conocimientos de obras civil, de instalaciones mecánicas y eléctricas,</p> <p>Conocimientos generales de electricidad de baja y alta tensión</p> <p>Puesta en marcha</p> <p>Detección de fallas</p> <p>Protocolo de mantención de equipos</p> <p>Normativa</p> <p>Equipos de medición¹²</p>	<p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos (en minas)</p> <p>Conocimientos de obras civiles, instalaciones mecánicas y electricidad</p> <p>Puesta en Marcha de plantas industriales</p>	<p>Experiencia en proyectos de energía solar</p> <p>Conocimientos de obras civiles, instalaciones mecánicas y electricidad específica para plantas solar termoeléctricas, excepto para bloque de potencia</p> <p>Conexiones</p> <p>Puesta en marcha de plantas solar termoeléctricas</p> <p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos (específico para plantas termoeléctricas)</p>
Operación y mantención	<p>Conocimiento en operar plantas solar termoeléctricas (o plantas industriales)</p>	<p>Conocimiento en operar plantas industriales</p> <p>Conocimiento en mantenimiento</p>	<p>Conocimiento en operar plantas solar termoeléctricas, excepto para bloque de potencia</p>

¹² FUENTE: Fundación Chile

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
	<p>Conocimiento en mantenimiento de plantas solar termoeléctricas</p> <p>Monitoreo</p> <p>Resolución de problemas</p> <p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos</p> <p>Técnicos mecánicos eléctricos y químico</p>	<p>de plantas industriales</p> <p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos (de plantas industriales)</p> <p>Conocimientos de electricidad</p>	<p>Conocimiento en mantenimiento de plantas solar termoeléctricas, excepto para bloque de potencia</p> <p>Experiencia en proyectos de energía solar</p> <p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos (de plantas solar termoeléctricas), excepto para bloque de potencia</p>
Operarios			
Instalación	<p>Interpretación de planos</p> <p>Conocimientos de equipos específicos</p> <p>Conocimientos de obras civil, de instalaciones mecánicas y eléctricas,</p> <p>Conocimientos generales de electricidad de baja y alta tensión</p>	<p>Conocimientos de obras civil, de instalaciones mecánicas y eléctricas (en minas)</p> <p>Conocimientos generales de electricidad de baja y alta tensión (en general)</p>	<p>Experiencia en proyectos de energía solar</p> <p>Higiene, seguridad y prevención de riesgos</p> <p>Fundamentos de CSP</p> <p>Formación práctica</p> <p>Conocimientos de obras civil, de instalaciones mecánicas y eléctricas (específica para plantas solares termoeléctricas), excepto para bloque de potencia</p>

Profesión/Fase de desarrollo	Capacidades necesarias	Capacidades existentes en Chile	Brecha en las capacidades
Obreros			
Instalación	Obreros para obra civil, montaje mecánico y eléctrico	Obreros para obra civil, montaje mecánico y eléctrico	Conocimiento básico de plantas solares termoeléctricas, excepto para bloque de potencia

3.2.2. Antofagasta como localización para el centro de formación

Para la ubicación del centro de formación, se ha considerado la ciudad de Antofagasta por diferentes motivos:

Dadas las condiciones favorables en términos de radiación solar que presenta la zona para la energía solar, se están desarrollando numerosos proyectos de FV en la Región de Antofagasta.

En la ciudad existen varias instituciones que llevan a cabo iniciativas de capacitación en energía FV, electricidad, electrónica, mecánica, así como en otras materias relacionadas con la industria minera (por ejemplo, higiene, seguridad y prevención de riesgos) que podrían servir como base para establecer el centro de formación. Estas entidades académicas y de capacitación serían la Universidad de Antofagasta, el Centro de Carreras Técnicas de la Universidad de Antofagasta, el Centro de Entrenamiento Industrial y Minero y el Colegio Técnico Don Bosco.

En concreto, el Centro de Carreras Técnicas está en pleno proceso de conversión a un Centro de Formación Técnica regional (ver punto 2.3.3) por mandato del Gobierno de Chile, con el objetivo de ofrecer formación a nivel de técnicos superiores. El nuevo centro entrará en funcionamiento a finales del 2016 principios del 2017 y contará con financiación del Gobierno para ampliar la oferta formativa y construir nuevas instalaciones.

En la actualidad, la Universidad de Antofagasta a través del CDEA y SERC Chile está desarrollando la Plataforma Solar del Desierto de Atacama. Este proyecto promete convertirse en uno de los núcleos de investigación en energía solar más relevantes de América Latina y un punto de atracción para la industria que desee invertir en Investigación y Desarrollo.

Además, Antofagasta es un epicentro de la industria minera. Su fuerte presencia condiciona la oferta y demanda de formación, el mercado laboral y el tejido industrial de la región. Asimismo, esta industria constituye el mayor demandante de energía de la Región y podría tener un gran interés en incorporar energía solar a su suministro de energía.

Por último, durante el viaje de prospección de EVIVA y RENAC, se mantuvieron entrevistas con representantes de la Secretaría Regional Ministerial de Antofagasta, CORFO Antofagasta y con la Asociación de Industriales de Antofagasta. Todas estas entidades coincidieron en que el proyecto del centro de formación podía suponer una iniciativa relevante y necesaria que podría añadir un gran valor a la región.

Debido al tamaño del país, la distribución de los centros económicos y las diferentes aplicaciones que ofrece la energía FV, se recomienda estudiar la posibilidad de establecer un segundo centro para estas tecnologías, o un centro asociado en Santiago de Chile.

Durante las entrevistas mantenidas con el sector privado, se conversó el tema de la localización del centro de formación. Las empresas desarrolladoras de proyectos están situadas en su mayoría en Santiago. Para algunas de éstas resultaba inconveniente la perspectiva de enviar a sus empleados durante varias semanas a Antofagasta.

Los motivos que presentaron fueron los siguientes:

- Antofagasta es la ciudad más cara de Chile
- Sus empleados no tienen disponibilidad para faltar muchos días al trabajo

Por este motivo, se puede considerar la organización de cursos en la capital en colaboración con alguna de las instituciones que mostraron interés en apoyar esta iniciativa (CER/CIFES o Fundación Chile, por ejemplo), o bien involucrando a alguna entidad académica presente en la ciudad. Según la experiencia de RENAC, es posible realizar cursos con éxito con un centro de formación móvil para cubrir la parte práctica.

Desde esta perspectiva, una gran ventaja asociada a un segundo centro o centro asociado en Santiago, es la de hacer la formación más accesible a las empresas, centros económicos y organismos públicos establecidos en esta ciudad.

Este proyecto podría considerarse tras la puesta en funcionamiento del centro de Antofagasta. Primero, sería conveniente analizar la demanda real de cursos que experimenta el centro de Antofagasta y, en concreto, el nivel de participación de alumnos provenientes de Santiago u otras regiones.

En caso de considerar esta opción, sería necesario llevar a cabo un análisis de las instituciones que potencialmente podrían involucrarse en el proyecto de Santiago, así como un estudio de la demanda de capacitación en la zona. Además, sería importante desarrollar un concepto para el posible centro en Santiago que coordinara sus actividades con el centro de Antofagasta, con el fin de que ambos se complementen de forma eficiente sin entrar en competencia.

Adicionalmente, debido a las posibilidades que ofrecen los sistemas desconectados de la red eléctrica, se puede considerar el establecimiento de un tercer centro asociado en el sur del país específico para sistemas FV desconectados.

Inicialmente, se consideró la opción de utilizar métodos de *e-learning* como una posible vía para que aquellos alumnos, que tengan dificultades para desplazarse a Antofagasta, puedan estudiar los contenidos teóricos desde cualquier lugar. Sin embargo, esta opción fue descartada por dos razones: Durante las entrevistas mantenidas en Chile, numerosos entrevistados dieron a entender que el uso de los sistemas de educación a distancia o *e-learning* no es un método muy utilizado y valorado en Chile. Asimismo, el componente práctico juega un papel fundamental en la formación de ingenieros, técnicos y operarios, y lo ideal es desarrollar la entrega de conocimientos, alternando los módulos de experiencia práctica con las clases teóricas. De esta manera, los alumnos pueden aplicar paulatina y progresivamente los contenidos aprendidos en el aula durante los ejercicios prácticos.

En resumen, el concepto presentado en este informe se centra en la ciudad de Antofagasta y las iniciativas y organizaciones existentes. Como se ha indicado, para implementar otros centros a lo largo del país, sería necesario realizar análisis en profundidad de las regiones a considerar.

3.2.3. Resultados de las capacidades analizadas en las instituciones de formación en Antofagasta

El concepto para el centro de formación parte de la premisa de que éste se establecerá en Antofagasta. Por lo tanto, para llevar a cabo la evaluación de las iniciativas de formación en FV y CSP existentes en Antofagasta, se han analizado las siguientes instituciones:

- Universidad de Antofagasta – Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta (UA-CDEA)
- Centro de Carreras Técnicas de la Universidad de Antofagasta (CCT)
- Liceo Técnico Don Bosco (DB)
- Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM)

Para realizar la evaluación, los Consultores mantuvieron entrevistas con personal de estos centros y visitaron sus instalaciones.

Con el fin de evaluar la información obtenida durante el análisis de las capacidades, se ha aplicado un sistema de puntuación. (Los resultados detallados de este análisis se pueden ver en el Anexo I).

La valoración de los distintos criterios se ha realizado en una escala de 0 a 4. El valor de las distintas puntuaciones se explica en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** la 4:

Tabla 4: Sistema de puntuación aplicado para evaluar las capacidades existentes en FV y CSP en las instituciones académicas de Antofagasta

Puntuación	Significado
0	Capacidad o recurso no existente
1	Capacidad o recurso existe sólo de forma fragmentaria y/o necesita revisión/mejora/adaptación de manera substancial
2	Capacidad o recurso existe sólo de forma fragmentaria y/o necesita revisión/mejora/adaptación
3	Capacidad está disponible o el recurso está completo, pero se necesita algo de revisión/mejora/adaptación
4	Capacidad está disponible o el recurso está completo y listo para ser implementado o utilizado

Este sistema de puntuación se ha aplicado a las siguientes categorías en el campo de FV y CSP por cada institución:

- A2: Conocimiento de perfiles de alumnos
- A3: Programas de formación existentes
- A4: Recursos e infraestructura
- A5: Exámenes teóricos y prácticos
- A6: Esquemas de control de calidad

Estas categorías están a su vez divididas en sub-categorías, tal y como se presenta a continuación:

A2: Conocimiento de perfiles de alumnos

- Definición de las áreas de trabajo en proyectos de FV o CSP
- Descripción detallada de puestos de trabajo
- Perfil de alumnos

A3: Programas de formación existentes

- Programa de formación
- Guía para el profesor

A4: Recursos e infraestructura

A4.1: Recursos de formación e infraestructura: materiales académicos

- Libros y otras publicaciones sobre energía renovable
- Normativa local relativa a proyectos de gran escala de energía renovable
- Manuales de estudio
- Actividades para trabajar la resolución de problemas
- Presentaciones

A4.2: Recursos de formación e infraestructura: espacio y logística

- Aulas, espacios para los laboratorios, ordenadores, conexión a internet

A4.3 Recursos de formación e infraestructura: Laboratorio

- Kits para enseñar los básicos sobre energía solar
- Simuladores de conexión a la red (sólo para FV)
- Set de componentes reales
- Sistema completo de conexión a la red para realizar demostraciones
- Instrucciones para realizar ejercicios y experimentos
- Inventario y sistema de mantenimiento

A4.4 Recursos de formación e infraestructura: Docentes y seminarios Train-the-Trainer (T-t-T)

- Docentes y capacitadores

A5: Exámenes prácticos y teóricos

- Exámenes teóricos
- Exámenes prácticos

A6: Evaluación y control de calidad

- Revisión e implementación de esquemas de evaluación y control de calidad

Como se ha explicado en el punto 3.1, éstos son los aspectos relevantes a la hora de elaborar un concepto para un centro de formación.

La calificación de cada institución y de cada criterio significa una valoración cualitativa de la información recopilada, tanto en las visitas y entrevistas, como de la información solicitada a las instituciones y recibidas con posterioridad. En algunos casos, y a pesar de tener una respuesta afirmativa de las instituciones durante las reuniones, no se pudo obtener la información solicitada en el período de análisis. Por esta razón, algunas de los criterios no pudieron ser evaluados con propiedad por los consultores. En los casos de información no disponible sobre una categoría o sub-categoría específica, ésta se ha puntuado con un 0 en el Anexo I. Por esta razón, estos resultados deben tomarse únicamente como una estimación conservadora de la situación analizada.

La Información no facilitada y, por lo tanto, puntuada con 0 en el Anexo I es la siguiente:

- UA – CDEA: Guías para el profesor, manuales de estudio, actividades para trabajar la resolución de problemas, presentaciones, Sistema completo de conexión a la red para

realizar de demostraciones, inventario y sistema de mantenimiento, exámenes teóricos, exámenes prácticos.

- CCT: Manuales de estudio, presentaciones.
- CEIM: Manuales de estudio, presentaciones, inventario y sistema de mantenimiento.
- DB: Manuales de estudio, presentaciones, esquemas de evaluación y control de calidad.

En una primera fase, cada institución ha sido evaluada de manera independiente. La información detallada se encuentra en el Anexo I. Al final del análisis, se han combinado las puntuaciones de las diferentes instituciones con el objetivo de establecer una media local en Antofagasta (Tabla 5).

Este sistema también ha ayudado a visualizar áreas de complementación entre las diferentes instituciones con el fin de identificar posibles formas de colaboración en el futuro centro de formación (ver punto 4).

Las instituciones se han analizado de manera individual y comparativa para identificar las fortalezas y debilidades de cada una. Dado que ni la forma de colaboración ni los roles definitivos están todavía establecidos, se han analizado por cada institución sus capacidades respecto a lo que este centro de formación necesitaría para funcionar. En caso de establecer una colaboración entre las mismas, las debilidades de unas podrían compensarse con las ventajas de otras.

La siguiente ilustración resume la metodología aplicada para el cálculo aplicada para evaluar las capacidades en FV y CSP de las instituciones de formación en Antofagasta:

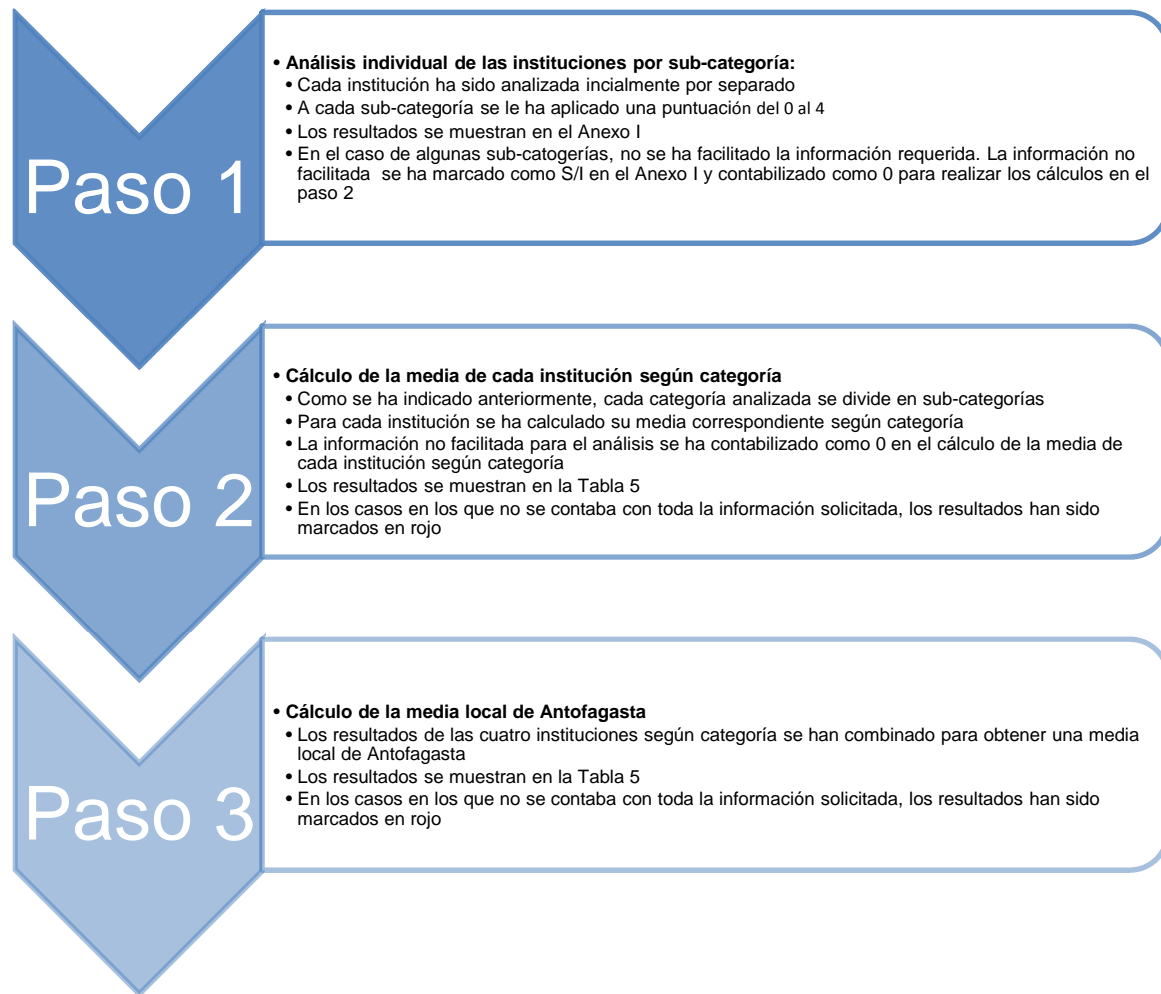


Ilustración 12: Resumen de la metodología aplicada para evaluar las capacidades en FV y CSP de las instituciones de formación en Antofagasta

Ejemplo de la metodología aplicada:

Paso 1:

Categoría A3 - Programas de formación y desarrollo de guías para los profesores

Sub-categoría- Programa de formación: UA – CDEA: FV: 2 (Peso: 60%) (ver Anexo I)

Sub-categoría- Guía para el profesor: FV: S/I (Peso: 40%) (ver Anexo I). La información no disponible se ha indicado como S/I.

Paso 2:

Categoría A3 - Programas de formación y desarrollo de guías para los profesores

El cálculo realizado ha sido el siguiente:

$$(2 \cdot 0,6) + (0 \cdot 0,4) = 1,2 \text{ (La información no disponible se ha contabilizado como 0). Resultado: UA – CDEA: FV: 1,2}$$

Dado que no se cuenta con toda la información solicitada, estos resultados han sido marcados en rojo en la Tabla 5

Paso 3:

Tras combinar las puntuaciones de las cuatro instituciones, se ha obtenido una media local para Antofagasta por cada categoría. En los casos en los que no se ha obtenido toda la información solicitada, se han marcado los resultados en rojo.

La Tabla 5 muestra un resumen de los resultados. En rojo se han marcado aquellos resultados para los que no se dispone de toda la información necesaria. Como se mencionó anteriormente, en los casos en los que no se ha podido contar con la información solicitada para evaluar las diferentes subcategorías, ésta se ha calificado preliminarmente con un 0 en el Anexo I, dada la imposibilidad de evaluar su extensión y calidad. Éste es el caso por ejemplo, de la Universidad de Antofagasta. Dado que no ha sido facilitada toda la información solicitada (p.ej., guías para profesores o exámenes), no se ha podido llevar a cabo un análisis completo de todos los aspectos necesarios para implementar un centro de formación. De ahí que en ocasiones los resultados de sus puntuaciones parezcan más bajos de lo que se espera intuitivamente.

Tabla 5: Resumen de los resultados del análisis de las capacidades según categoría e institución

Instit.	Conocimiento de perfiles de alumnos para FV y CSP (A2)	Programas de formación en FV o CSP (A3)	Recursos e infraestructura (A4)								Exámenes teóricos y prácticos (A5)	Control de calidad (A6)		
			Materiales académicos (A4.1)		Espacio para TC(A4.2)		Laboratorios y sistemas reales (A4.3)		Docentes con conocimientos específicos en FV y CSP (A4.4)					
UA – CDEA	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Sí	Parcialmente	Parcialmente	S/I	S/I	FV:3	CSP:2	FV:S/I	CSP:S/I	FV:3	CSP:3
Punt.	FV:1,1 CSP:0,6	FV:1,2 CSP:0,6	FV:1,3 CSP:0,8	FV:4 CSP:4	FV:2,8 CSP:0,6	FV:3 CSP:2	FV:S/I CSP:S/I	FV:3 CSP:3						
CCT	No	Parcialmente	No	A partir de 2017	No	Parcialmente	No	No	No	No	No	No	No	No
Punt.	FV: 0,4 CSP:0,2	FV:1,2 CSP:0,6	FV:0,8 CSP:0,4	FV:1 CSP:0	FV: 0 CSP:0	FV:1 CSP:1	FV:S/I CSP:S/I	FV: 0 CSP:0					FV: 0 CSP:0	
CEIM	Parcialmente	Parcialmente	Parcialmente	Sí	Parcialmente	Parcialmente	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Punt.	FV:1,6 CSP:0,7	FV:1,2 CSP:0,6	FV:1,7 CSP:1,1	FV:3 CSP:2	FV: 1,2 CSP:0	FV:2 CSP:1	FV:S/I CSP:S/I	FV:3 CSP:3					FV: 3 CSP:3	
DB	No	Parcialmente	Parcialmente	Sí	Parcialmente	Parcialmente	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Punt.	FV:0,4 CSP:0,2	FV:1,2 CSP:0,6	FV:1,7 CSP:1	FV:3 CSP:2	FV: 0,8 CSP:0	FV:2 CSP:1	FV:S/I CSP:S/I	FV:3 CSP:3					FV: S/I CSP:S/I	FV: S/I CSP:S/I
Ø local:	FV:0,9 CSP:0,5	FV:1,2 CSP:0,6	FV:1,4 CSP:0,8	FV:2,8 CSP:2	FV:1,2 CSP:0,2	FV:2 CSP:1,3	FV:0: CSP:0	FV:1,5 CSP:0,8						

A continuación, se presentan las áreas que han sido analizadas y la media local de Antofagasta (entre paréntesis).

- A2: Definición de las áreas de trabajo y perfiles de los alumnos: (FV: 0,9; CSP: 0,5)
- A3: Programas de formación: (FV: 1,2; CSP: 0,6)
- A4: Recursos de formación e infraestructura: (FV:1,9; CSP:1,1)
- A5: Exámenes (FV: 0; CSP: 0)
- A6: Control de calidad: (FV:1,5; CSP: 0,8)

La Ilustración 13 representa la media local en Antofagasta obtenida para FV por las cuatro instituciones en conjunto:

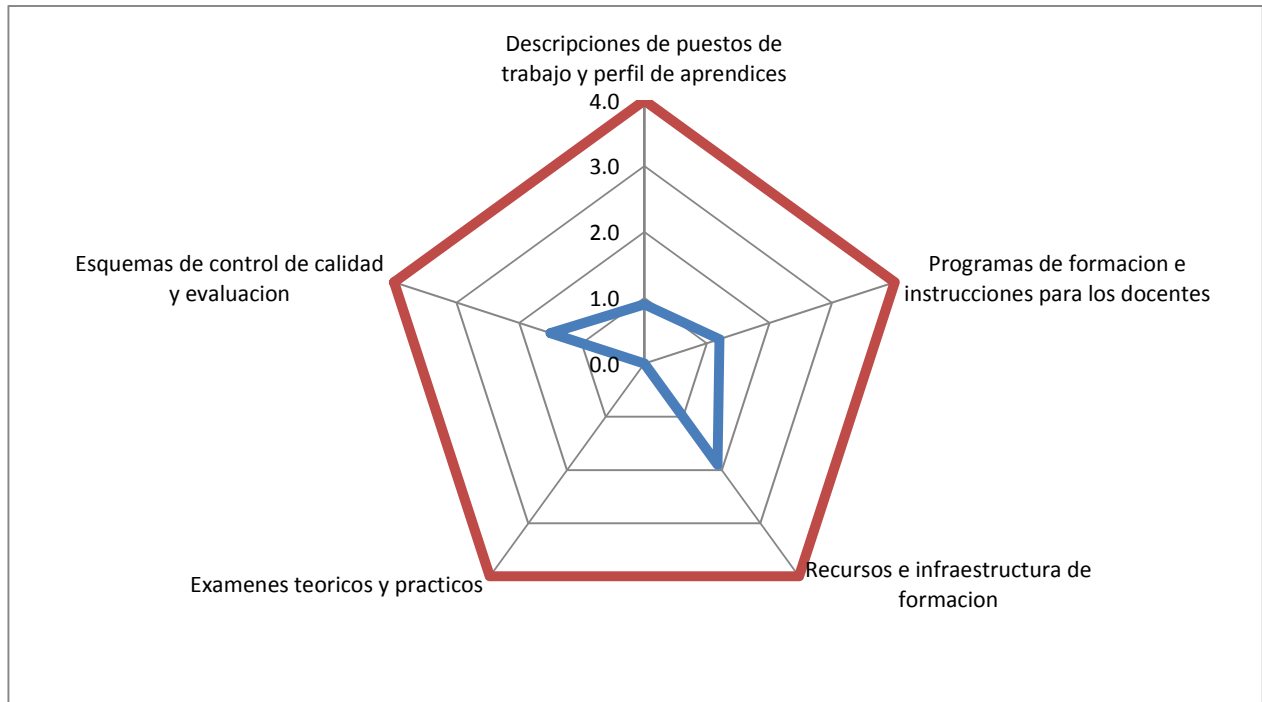


Ilustración 13: Resultados de las capacidades y los recursos existentes en Antofagasta para FV

La Ilustración 14 representa la media local en Antofagasta obtenida para CSP por las cuatro instituciones en conjunto:

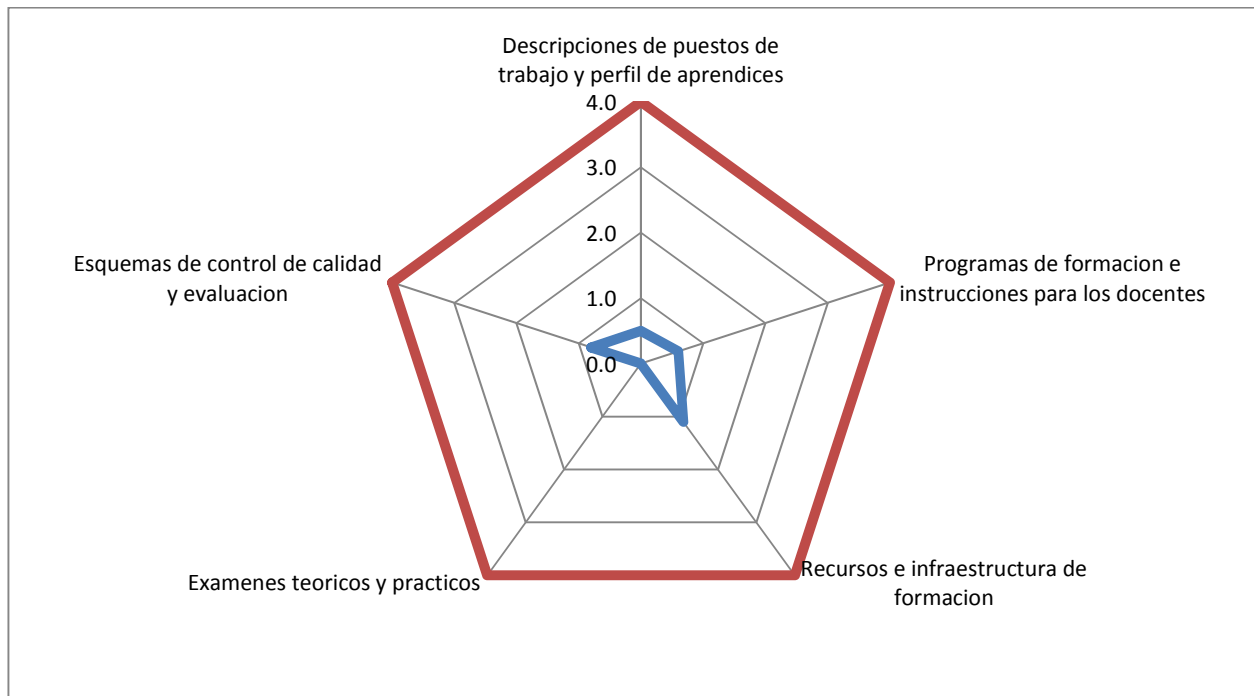


Ilustración 14: Resultados de las capacidades y los recursos existentes en Antofagasta para CSP

3.2.4. Resumen y conclusiones del análisis de las capacidades

Tras las entrevistas mantenidas y los datos analizados, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Durante la realización de este estudio, se ha detectado una brecha en la capacitación de los profesionales, técnicos y operarios locales en el campo de la energía solar, tanto en FV como en CSP. Esta brecha ha sido confirmada tanto por la industria desarrolladora, como por organismos públicos e instituciones académicas.

En general, y producto de la etapa de desarrollo reciente del mercado local, se ha detectado una baja experiencia práctica en proyectos en FV y CSP en todos los casos: ingenieros, técnicos y operarios. Dado que ya existen proyectos FV en operación, el desconocimiento de la tecnología CSP es mayor que de FV. La solución que se ha aplicado en la mayoría de los proyectos es la importación de mano de obra extranjera.

Las brechas en las capacidades identificadas han sido las siguientes:

- Ingenieros FV: Experiencia en energía solar, formación práctica en temas relevantes, estudios económicos de proyectos, análisis de recursos energéticos, diseño de sistemas, diseño e ingeniería básica, gestión de permisos, ingeniería de detalle, inspector técnico solar.
- Técnico FV: Experiencia en solar, instalación de sistemas FV, conocimientos de equipos específicos, conocimientos de instalaciones eléctricas, electrónicas y de control asociados a los sistemas FV conectados a la red, conocimientos de condiciones estructurales para instalación de sistemas FV, protocolo de mantenimiento de equipos, normativa, equipos de medición, monitoreo, conocimientos técnicos para reparación de sistemas FV.
- Ingeniero CSP: Experiencia en solar, formación práctica, estudios económicos, simulación dinámica de producción de electricidad, análisis de recursos, diseño de sistemas, GIS, diseño e ingeniería conceptual y básica, experiencia en financiación de proyectos y contratos comerciales, gestión de permisos, ingeniería de detalle, excepto para bloque de potencia, conocimiento en operar plantas CSP, expertos en desarrollo de procedimiento, excepto para bloque de potencia.
- Técnicos CSP: Experiencia en solar, conocimientos de obras civiles, instalaciones mecánicas y electricidad específica para plantas CSP, excepto para bloque de potencia, puesta en marcha de plantas CSP, higiene, seguridad y prevención de riesgos específico para CSP, conocimiento en operación y mantenimiento de plantas CSP, excepto para bloque de potencia
- En el caso de los operarios, tanto para FV como para CSP faltan las capacidades para desempeñar las tareas propias de su profesión. En FV, falta conocimientos específicos sobre la tecnología, equipos de medición, etc. Los operarios de CSP necesitan conocimientos sobre la tecnología y sobre obra civil, instalaciones mecánicas y eléctricas, etc.

Por lo tanto, se puede confirmar que existe la necesidad de mejorar las capacidades locales para satisfacer una demanda de trabajo local actual y futura en el área de energía solar FV de gran escala y CSP.

Asimismo, existe un gran interés en la implementación de un centro de formación por parte de los actores entrevistados, tanto en el caso del sector privado, como de las instituciones de

capacitación y los organismos públicos. Los desarrolladores privados entrevistados, a pesar de solucionar su problema de capacitación mediante la coordinación con sus casas matrices, ven en la disponibilidad futura de profesionales y mano de obra calificada ya capacitada una oportunidad de mejoramiento de las condiciones para el desarrollo de proyectos.

Antofagasta presenta algunas ventajas como localización para el centro.

- En la ciudad existen ya varias iniciativas de formación en energía solar.
- La Plataforma Solar del Desierto de Atacama supondrá un centro de gran relevancia para la investigación en temas relacionados con la energía solar.
- En Antofagasta existe una gran presencia de la industria minera, mayor demandante de energía en la región y gran generador de mano de obra.
- Muchos proyectos de tecnologías solares se están desarrollando en los alrededores de Antofagasta.
- Algunas iniciativas gubernamentales tienen foco en la región y en la ciudad de Antofagasta

A nivel de capacitación, se pueden realizar las siguientes observaciones:

- Se han detectado varias iniciativas de formación en FV tanto en Antofagasta como Santiago. Sin embargo, éstas se han desarrollado de manera individual y sin coordinación entre las mismas. En algunos casos, estas iniciativas se encuentran en su fase inicial de desarrollo o no han sido replicadas tras la primera implementación.
- Las instituciones presentes en Antofagasta tienen infraestructura y esquemas sólidos de formación con mucho potencial para el centro de formación.
- Éstas mostraron una gran motivación durante las entrevistas por ampliar su oferta académica hacia la energía solar, en especial hacia FV.
- La UA mostró interés en expandir su oferta en CSP, pero ven complicado hacerlo mientras no tengan instalaciones físicas. El resto de instituciones no se habían planteado impartir cursos sobre CSP.
- En general, falta conocimiento dentro de las instituciones a nivel técnico en FV y, en especial en CSP, incluido en los cuerpos docentes. Sin embargo, se puede identificar una base sólida en electricidad, electrónica, mecánica y química que podría servir como punto de partida.
- Todas las instituciones mostraron interés en participar en un seminario Train-the-Trainer.

A continuación, se presenta un resumen de cada institución de formación analizada:

a) Universidad de Antofagasta

La Universidad de Antofagasta es la institución entrevistada que más ha desarrollado sus iniciativas de formación sobre energía solar. Como ya se ha explicado en el punto 2.3.1, la UA ya ofrece varias asignaturas sobre FV en el marco de su Magister de Desarrollo Energético para ingenieros.

Asimismo, es la única institución educacional entrevistada que cuenta con conocimientos formales sobre CSP. Aunque mostraron interés en expandir su oferta académica en CSP, les pareció complicado hacerlo mientras carezcan de equipo técnico para estudiar la tecnología.

Respecto al resultado del análisis, dado que no ha sido facilitada toda la información solicitada (p.ej., guías para profesores o exámenes), no se ha podido llevar a cabo un análisis completo de todos los aspectos necesarios para implementar un centro de formación. De ahí que en ocasiones los resultados de sus puntuaciones parezcan más bajos de lo que se espera intuitivamente.

Además, el CDEA, como ente integrado en la UA, está en contacto directo con empresas privadas debido a sus labores de consultoría. Esto le permite estar al tanto de la evolución del sector de la energía solar. Además, la UA tiene convenios con empresas de otros sectores para que los alumnos realicen prácticas durante sus estudios.

Durante la entrevista mantenida, consideraron necesario participar en un seminario Train-the-Trainer.

b) Centro de Carreras Técnicas de la UA

El Centro de Carreras Técnicas tiene como objetivo principal formar a técnicos de nivel superior para trabajar en la industria minera. La mayoría de sus alumnos son trabajadores que se han formado previamente en liceos técnicos medios.

El CCT cuenta con sólidos esquemas de formación. A pesar de que no imparten formación en energía solar o cualquier otro tipo de ERNC, algunos de los cursos que ofrecen podrían ser útiles como base para desarrollar nueva oferta para técnicos FV y CSP.

El CCT no tiene equipo técnico ni sistemas para impartir formación en energía solar, pero tiene acceso a las instalaciones e infraestructura de la UA. Asimismo, en su condición de futuro CFT regional, va a contar con la financiación para ampliar su oferta formativa y desarrollar infraestructura propia. En el contexto del nuevo CFT, ven necesario incluir cursos sobre FV para técnicos. Hasta el momento de la reunión, no se habían planteado impartir formación en CSP.

De especial interés para el futuro centro de formación es el formato en el que ofrecen sus cursos. Conscientes de que a menudo sus alumnos deben compaginar los estudios con otras actividades laborales, el CCT organiza horarios a tiempo parcial y en turnos diurnos y nocturnos. Además, cuelgan los materiales didácticos en una plataforma virtual a disposición de los alumnos. De esta manera, los alumnos pueden descargarse los contenidos de aquellas clases a las que no hayan podido asistir por motivos laborales.

Asimismo, otra de las facilidades que el CCT ofrece a estos alumnos es la de poner a su disposición apuntes sobre ciencias básicas o matemáticas, por ejemplo. Muchos de los alumnos hace tiempo que empezaron su vida laboral y estudiaron por última vez. Estos conocimientos que se les facilitan son aquellos que estudiaron en los liceos técnicos y que, en muchos casos, se han olvidado. Este apoyo ayuda a que se reduzca la tasa de abandono de los estudios.

Otro aspecto que cabe destacar es su nueva incorporación de personal que se responsabilizará de la implementación de esquemas de evaluación y control de calidad de la oferta formativa.

Por otro lado, ninguno de sus docentes tiene experiencia con energías renovables de ningún tipo, por lo que sería necesario que participaran en un seminario Train-the-Trainer. Por el momento, trabajan principalmente con docentes externos. Tras la transformación a CFT, ya podrán contratar personal propio.

Las clases que ofrecen son principalmente teóricas, aunque también incorporan prácticas a algunos de los módulos que imparten.

En cuanto al sistema de evaluación, éste está muy orientado a emular situaciones laborales reales. Se realizan exámenes escritos y orales desarrollados por los profesores. Además, la evaluación se complementa con talleres, pruebas, presentaciones y proyectos colaborativos que ayudan a desarrollar las capacidades de trabajo en equipo, resolución de problemas y autoaprendizaje.

Por último, los alumnos deben realizar un trabajo final equivalente a un módulo. Generalmente, se trata de un trabajo teórico relacionado con su trabajo que se acompaña de una defensa ante un tribunal.

c) Centro de Entrenamiento Industrial y Minero

Como ya se ha introducido en el punto 2.3.5, el CEIM es un Organismo Técnico de Capacitación (OTEC) centrada en la industria minera que se autofinancia principalmente a través de empresas privadas.

Respecto a sus experiencia con energía solar, entre su equipo técnico, cuentan con un laboratorio didáctico para el aprendizaje de energía eólica y fotovoltaica. Aunque ven potencial en ofrecer formación en energía solar, todavía no han tenido demanda. Por lo tanto, no han llevado a cabo ninguna capacitación sobre este tema, ni han desarrollado planes de formación. En cuanto a CSP, el centro no ha mostrado interés todavía.

Del CEIM cabe destacar su experiencia en la formación de técnicos superiores. Una de las claves de la calidad de su oferta es el conocimiento de los perfiles profesionales dentro de su área de trabajo. Generalmente, desarrollan programas personalizados para empresas. Como primer paso, llevan a cabo un análisis de las capacidades en relación con los estándares de competencia para los que la formación es necesaria. A partir de estos resultados, se desarrollan los planes de formación y entrenamiento.

Al igual que el CCT, el CEIM organiza sus cursos con flexibilidad para que los alumnos puedan compaginar los estudios con las actividades laborales. Normalmente, ofrecen cursos de lunes a domingo de 7PM a 11PM con una duración de 7 meses. También pueden organizar cursos de 8 horas al día si fuera necesario.

En la actualidad, el centro está inmerso en la ampliación de sus instalaciones, tal y como se ha indicado en el punto 2.3.5. Cuando finalicen las obras de construcción contarán con 50 salas, en las que cabrán unas 16 personas por cada una. Además de estas impresionantes instalaciones, el CEIM cuenta con talleres para la realización de prácticas, ordenadores y simuladores de sistemas reales.

En cuanto a los docentes del centro, éstos gozan de larga experiencia en la industria minera, incluyendo aquellos que se encargan de impartir materias relacionadas con Electricidad o Mecánica. Aunque ninguno ha trabajado en proyectos FV o CSP hasta el momento, éstos podrían adquirir rápidamente los conocimientos y habilidades necesarios para impartir cursos para técnicos FV.

d) Liceo Técnico Don Bosco

El liceo técnico Don Bosco es un establecimiento de enseñanza media especializado en la formación de técnicos medios. Su oferta está principalmente orientada a satisfacer la demanda de técnicos por parte de la industria minera.

Una vez terminados los estudios, sus alumnos tienen la posibilidad de seguir su formación en la universidad o comenzar a trabajar. Tal y como comentó el personal del liceo durante la entrevista, en algunos casos los alumnos empiezan a trabajar en la minería incluso antes de finalizar los estudios. Debido a los altos salarios que ofrece la industria minera, los alumnos tienen mucho interés en encontrar trabajo en este sector.

Como se ha indicado al inicio del informe (ver punto 2.3.4), ofrecen formación en Electricidad, Electrónica y Mecánica que podría ser muy útiles como base para desarrollar oferta formativa para FV o CSP. De hecho, están muy interesados en incluir cursos sobre FV.

Gracias a una colaboración con la UA, el liceo posee unos paneles fotovoltaicos con fines pedagógicos (mencionados en el punto 2.3.4), aunque todavía no los han utilizado en la formación de los alumnos. Los paneles están divididos en grupos, para facilitar su estudio durante los talleres. La electricidad producida por éstos se suministra a las redes internas.

Además, como parte de la formación práctica, los alumnos ponen en práctica los conocimientos adquiridos en Electricidad y Mecánica en un taller para construir un coche solar y competir en una carrera en el desierto de Atacama.

Durante la entrevista comentaron que podrían incluir la formación sobre FV en horas de libres disposición, aunque les gustaría desarrollar un programa propio. Por el momento, no cuentan ni con programas de formación, ni materiales didácticos, ni profesores en FV.

El liceo considera que necesitarían participar en un seminario Train-the-Trainer. Sus profesores son profesionales con experiencia en la industria, pero con pocos conocimientos sobre proyectos FV o CSP. Uno de sus profesores tiene experiencia en el mantenimiento de proyectos solares.

En cuanto a sus programas de formación actuales, éstos combinan 50% teoría con 50% práctica. Además, tienen convenios con empresas en las que los alumnos pueden realizar prácticas.

En cuanto al sistema de evaluación, además de los exámenes, se sigue aplica un sistema de evaluación continua a partir del trabajo del alumno en los laboratorios, ejercicios de clase, proyectos, etc.

Respecto al sector privado, la gran mayoría de las empresas desarrolladoras tienen sus bases de operación y representaciones en Santiago. Por este motivo, gran parte de las empresas privadas expresaron su preferencia de una oferta de formación en la capital.

Por otra parte, la gran parte de las empresas presentes en el mercado chileno son de matriz extranjera. Éstas suelen combinar en sus oficinas empleados chilenos con otros provenientes igualmente del extranjero. La mano de obra empleada en la implementación de los proyectos es principalmente extranjera.

Respecto de la visión del mercado solar en Chile, la opinión general de los actores del sector privado es que en la actualidad se está en presencia de un boom de desarrollo para el sector solar, especialmente para los proyectos de gran escala, que se mantendrá durante algunos años. Este debiera evolucionar a un mercado con tasas de crecimiento más estables en el mediano/largo plazo, sostenido en una fase posterior. Los entrevistados consideran además las posibilidades de expansión de las actividades en el extranjero, así como condiciones del mercado eléctrico que pueden favorecer la mantención de tasas de crecimiento de proyectos solares a futuro, como las posibilidades de exportar energía a países vecinos (en particular fue mencionado el norte de Argentina) o la futura interconexión de los Sistemas Interconectado Central (SIC) y del Norte Grande (SING).

Ninguno de los actores entrevistados se sintió capaz de entregar proyecciones de crecimiento de la industria de energía solar en Chile para los próximos años.

4. Concepto para el desarrollo de un centro de formación

En este capítulo se presenta el concepto inicial para la configuración de un centro de formación y capacitación en tecnologías de energía solar. Para su desarrollo se han tenido en cuenta varios factores:

- Situación del mercado solar en Chile
- Resultados del análisis de las capacidades
- Aprovechamiento de las capacidades existentes e integración de las iniciativas que ya están en funcionamiento en Antofagasta

En el Anexo I, además del resultado del análisis de las capacidades, se presentan una serie de actividades detalladas en formas de paquetes de trabajo para desarrollar el centro de formación.

4.1. Actores

A fin de incorporar sinergias de iniciativas en desarrollo e instituciones establecidas, así como la infraestructura y capacidad humana de un sector predominantemente industrial y minero, y en concordancia con los objetivos planteados, se considera la localización del centro solar en la ciudad de Antofagasta.

Para el desarrollo del concepto se han considerado 4 instituciones educacionales relevantes presentes en la ciudad que pueden, mediante coordinación, posibles acuerdos de cooperación, etc. participar en la creación y operación de un centro de formación de capacidades (profesionales y técnicas): la UA, el actual CCT (en proceso de conversión a CFT regional), el Colegio Técnico Don Bosco y el CEIM.

En esta fase del proyecto es difícil proponer un esquema concreto y definitivo de colaboración para el desarrollo del centro, en el que se especifiquen los roles y responsabilidades de cada una de las instituciones, dado que dichos aspectos deben ser discutidos y negociados por cada las partes interesadas. Por este motivo, en este informe se presenta una posible propuesta a tomar en consideración.

Para formular esta propuesta, se han identificado aquellos aspectos donde las instituciones se complementan. De esta manera, las instituciones pueden aportar su experiencia y conocimientos sin que se produzcan duplicidades de responsabilidades y competencias, y se pueda garantizar el funcionamiento eficiente del centro.

Tabla 6: Características relevantes de las instituciones académicas de Antofagasta a considerar a la hora de proponer colaboración

Institución	Grupos objetivo	Observaciones
UA	Ingenieros e investigadores	<ul style="list-style-type: none"> • Centro estatal • Financiamiento principalmente a través del Estado y aranceles de los alumnos • Acuerdo de cooperación con la GIZ para apoyar el desarrollo de un centro de formación en tecnologías de energía solar • Responsable de la PSDA (ver punto 2.4.1)
CCT/CFT (futuro)	Técnicos de nivel superior	<ul style="list-style-type: none"> • Actualmente, el CCT es un centro estatal vinculado a la UA • El CCT se financia principalmente a través del Estado y aranceles de los alumnos • Proceso de conversión a CFT regional (ver punto 2.3.3) • Debido a esta conversación, tienen interés en ampliar oferta a energía FV y en colaborar con el centro de formación
CEIM	Técnicos de nivel superior	<ul style="list-style-type: none"> • Centro privado • Financiamiento principalmente a través de clientes provenientes de la industria minera • Conscientes del potencial del sector solar, el CEIM ha manifestado interés en expandir oferta formativa a FV con el fin de atraer nuevos clientes • Interés en colaborar con el centro de formación siempre y cuando haya una propuesta de calidad.
Colegio Técnico Don Bosco	Técnicos de nivel medio	<ul style="list-style-type: none"> • Particular subvencionado • Iniciativa del Arzobispado y la Asociación de Industriales de Antofagasta • Colaboración con la UA en el área de FV • Interés en ampliar oferta formativa a energía FV

4.2. Estructura del centro de formación

En base a los resultados expuestos en los puntos 3.2.2 y 4.1 se ha propuesto la siguiente estructura:

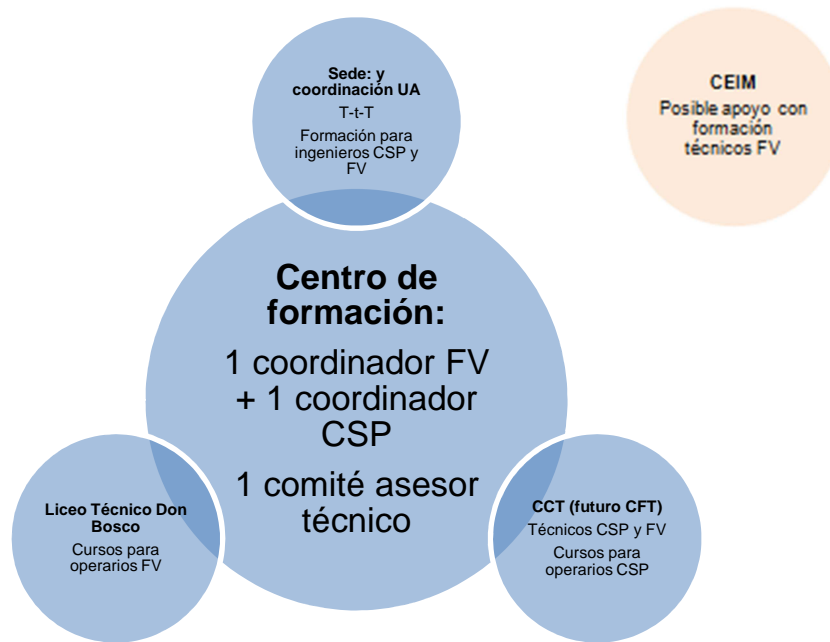


Ilustración 15: Esquema de colaboración institucional en el marco del centro de formación

El centro de formación necesita una sede principal que se encargue de la gestión y coordinación del centro. En este caso, la sede idónea sería la UA. Esta institución cuenta con buenas infraestructuras, personal con experiencia en gestionar instituciones académicas y una gran motivación por sacar el proyecto adelante e incluso internacionalizarlo. Además, la UA, a través del CDEA y de SERC Chile, es una parte fundamental para el desarrollo de la PSDA. La UA manifestó a su vez interés en colaborar con el CEIM durante las entrevistas mantenidas, y ya coopera con el Liceo Técnico Don Bosco en el establecimiento del laboratorio fotovoltaico con el que cuenta este colegio. Finalmente, el CDEA mantiene contacto directo con el sector privado debido a sus labores de consultoría.

Para el funcionamiento eficiente del centro, es fundamental establecer un coordinador académico para FV y otro para CSP que trabajen en la sede del centro y, por lo tanto, pertenezcan a la UA.

A su vez, se deberá nombrar un comité técnico asesor para asegurar la calidad y relevancia de los contenidos. Idealmente, debería haber representación del sector privado en este comité.

Como se ha indicado con anterioridad, se debe contemplar la posibilidad de colaborar con otras instituciones con experiencia en capacitación, objetivos comunes y actividades complementarias. Los resultados del análisis de las capacidades (Anexo I) y la Tabla 6 pueden servir como guía para identificar posibles sinergias entre la UA y el resto de instituciones presentes en Antofagasta (CCT (futuro CFT), CEIM y el Liceo Técnico Don Bosco).

Se ha propuesto una colaboración entre estas cuatro instituciones con el fin de cubrir la demanda de todos los grupos objetivo. Como se ha indicado al inicio, este esquema de colaboración se trata únicamente de una propuesta previa que pueda servir como guía para definir la estructura del centro. En última instancia, serán las cuatro instituciones las que deban negociar su participación en el proyecto, y la estructura del centro deberá adaptarse a los resultados de estas negociaciones.

El establecimiento de una colaboración entre todas las instituciones permitirá:

- Ofrecer formación para todos los grupos objetivo.
- Combinar los conocimientos existentes en el área de FV y CSP.
- Aprovechar la infraestructura existente y las que se encuentran en proceso de construcción/desarrollo.
- Asegurar que se tienen las capacidades y recursos necesarios para llevar a cabo todos los cursos programados.

La UA es el único centro educacional entrevistado con conocimientos sobre CSP. Además, existe la posibilidad de que se instalen sistemas reales de CSP en la Plataforma Solar del Desierto de Atacama. El CFT regional va ser una entidad dependiente de la UA, que proporcione formación a técnicos superiores. Esta relación conlleva que el futuro CFT podrá acceder a las instalaciones y los recursos de la UA. Por este motivo, se ha propuesto que el futuro CFT regional se haga cargo de los cursos de formación sobre CSP para técnicos.

El Liceo Técnico Don Bosco cuenta con grandes instalaciones y un sistema real FV. Aunque se trate de un colegio, se podría considerar la posibilidad de que paralelamente ofreciera cursos sobre FV a operarios de una semana de duración.

A la hora de establecer o negociar colaboraciones, es necesario tomar en consideración que el CEIM es una empresa privada, cuya financiación proviene principalmente de sus clientes privados, a diferencia de las otras instituciones. Durante las entrevistas mantenidas, el CEIM confirmó su interés en ampliar su oferta en FV. En cuanto a involucrarse en el proyecto, sólo estarían dispuestos a hacerlo si existiera una propuesta de calidad. Aunque no se mencionó durante la reunión, tratándose de una entidad privada, es de suponer que sólo formarían parte del proyecto si, además, les resultara comercialmente interesante. Asumiendo que finalmente se estableciera esta colaboración, el CEIM podría apoyar la formación de técnicos superiores FV compartiendo la oferta de cursos con el futuro CFT. Su participación en el centro de formación puede ser una forma de atraer a la industria minera. Una forma de colaboración podría ser a través del establecimiento una colaboración público-privada entre el CEIM y el centro de formación técnica.

La sede central debe facilitar acceso a las instituciones socias a los programas de formación, materiales y recursos del centro de formación para poder cumplir los objetivos con eficiencia.

La PSDA puede servir como complemento de los laboratorios prácticos. Los estudiantes pueden visitar estas instalaciones para ver sistemas reales en funcionamiento.

Tabla 7: Posibles áreas de formación/capacitación en el centro de formación e institución responsable

Cursos	Institución		
	UA	CCT (futuro CFT)	Liceo Técnico Don Bosco
Ingenieros FV	Estudios económicos		
	Análisis de recursos		
	Diseño e instalación de sistemas		
	Componentes		
	Integración en la red eléctrica		
	Gestión de proyectos		
	Gestión de permisos		
	Inspector técnico solar		
	Formación práctica		

Ingenieros
CSP

Fundamentos CSP

Estudios económicos

Simulación dinámica de producción
de electricidad

Análisis de recursos

Diseño e instalación de sistemas

Diseño de sistemas

Conexiones

Financiación de proyectos

Gestión de proyectos

Gestión de permisos

Operación de plantas CSP

Expertos en desarrollo de
procedimiento, excepto para bloque
de potencia

Formación práctica

Técnicos FV

Fundamentos de FV

Componentes

Conocimientos de instalaciones eléctricas, electrónicas
y de control de asociados a los sistemas FV
conectados a la a red

Conocimientos de condiciones estructurales para
instalación de sistemas FV

Sistemas de medición

Normativa

Monitoreo, operación y mantenimiento

Formación práctica

Técnicos
CSP

Fundamentos de CSP

Conocimientos de obras civiles, instalaciones
mecánicas y electricidad específica para CSP, excepto
para bloque de potencia

Conexiones

Operación y mantenimiento, excepto para bloque de
potencia

Conocimiento en mantenimiento de CSP, excepto para
bloque de potencia

Higiene, seguridad y prevención de riesgos, excepto
para bloque de potencia

Formación práctica

Operarios
FV

Operarios
CSP

Higiene, seguridad y prevención
de riesgos

Fundamentos de FV

Formación práctica

Higiene, seguridad y prevención de riesgos

Fundamentos de CSP

Conocimientos de obras civil, de instalaciones
mecánicas y eléctricas CSP (excepto bloque de
potencia)

Formación práctica

4.3. Cuantificación de los grupos objetivo y de la oferta formativa

Para cuantificar la demanda de especialidades requeridas se tuvieron en cuenta las informaciones facilitadas durante las entrevistas, así como datos de mercado recientes.

En el contexto del futuro Centro de Formación Técnico regional de la Universidad de Antofagasta (CFT), la universidad está realizando un estudio sobre la demanda académica en la región que podría ser relevante para refinar esta cuantificación. Los resultados de dicho análisis de demanda no han estado disponibles durante la realización de este estudio.

La siguiente tabla presenta un resumen de la situación del mercado actual para energía solar. Estos datos han sido utilizados para establecer un escenario de posible demanda de capacitación.

En el presente capítulo se entrega un análisis de la información sobre el mercado de energía solar recopilada para el año 2015, utilizando la información y estadísticas existentes. Dado que la información para años posteriores presenta algunos niveles importantes de incerteza (en especial respecto a la realización o materialización de los proyectos ya aprobados), se entrega con posterioridad una estimación para el año 2016.

Tabla 8: Desarrollo de mercado de la energía solar y previsión 2015 (MW) ¹³

MW	En operación (octubre 2014)	En construcción (octubre 2014)	Previsión capacidad instalada en 2015
FV	219	456	600-700 ¹⁴
CSP	0	110	---

4.3.1. Cuantificación de los grupos objetivo y oferta formativa para FV

Para realizar los cálculos de la demanda, se han empleado datos empíricos sobre el promedio de mano de obra para un proyecto FV de entre 50 y 100 MW proporcionados a los consultores por distintos desarrolladores de proyectos con experiencia en Chile durante las entrevistas:

Tabla 9: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto FV de entre 50 y 100 MW

	Mano de obra promedio/fase (6 meses)	Mano de obra máxima/fase (6 meses)	Promedio mano de obra /MW
Construcción	200	300	2,85 – 4,28; Ø3,5
Operación	8	20	Ø 0,2

Según el CER/CIFES, en octubre 2014 existían 456 MW en construcción (ver Tabla 8). Asimismo, la previsión de capacidad acumulada en 2015 se ha estimado en 600-700 MW. Al restar los MW en construcción en 2014 a la posible capacidad acumulada en 2015, se han establecido los siguientes escenarios para cuantificar los grupos objetivo y la demanda actual de capacitación.

¹³ FUENTE: CER, SEA, CDEC, CNE. Octubre 2014

¹⁴ FUENTE: *La Energía Solar FV ha llegado para quedarse en Chile*, Alfredo Solar, Presidente de la Asociación Chilena de Energías Renovables AG (ACERA)

Tabla 10: Escenarios para calcular la demanda de personal en proyectos FV en 2015

Mano de obra	En construcción 2015 (MW)	Construcción e instalación (mano de obra)	Operación y mantenimiento (O&M) (mano de obra)
Escenario optimista	300	1050	60
Escenario conservador	250	875	50
Escenario pesimista	200	700	40

Para establecer un cálculo sobre la demanda de capacitación, se ha trabajado con escenarios sobre la cantidad de personal que será necesario para alcanzar la capacidad acumulada en 2015. El motivo de trabajar con escenarios es la falta de datos proporcionados por fuentes oficiales sobre previsión de MW en construcción o de capacidad acumulada de 2015 en adelante. En informes oficiales sólo se facilitan MW aprobados o en calificación ambiental. Dado que no es posible saber cuántos de estos MW llegarán realmente a construirse, esta información no puede emplearse para realizar una cuantificación certera de la demanda de capacitación. Los resultados presentados en este informe entregan sólo una idea de los órdenes de magnitud relacionados.

Tomando como referencia el escenario conservador, se ha estimado la máxima demanda de personal calificado que puede ser capacitado en un futuro Centro Solar de Antofagasta y la correspondiente oferta formativa:

Tabla 11: Estimación de oferta para cursos FV para 2015

	Ingenieros	Técnicos	Operarios
Relación	1	3	15
Mano de obra escenario conservador	46	138	690
Participantes max./curso	15	15	15
Total curso	2	9	46
Duración/curso	Dos semestres de 16 semanas cada uno	30 días	5 días
Total días cursos	160	270	230
Docentes necesarios		25 - 30 aprox.	

Tabla 12: Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes FV en 2015

Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes FV

Cursos para cubrir la demanda de profesores	5
Participantes/curso	10
Duración	2 – 3 semanas (tiempo completo); máximo 8 horas/día
Resultados	Basándose en los seminarios T-t-T que ofrece RENAC, se estima que de los 10 participantes, al final se conseguirá un grupo de 5-6 profesores certificados ¹⁵ . Además, si los docentes son externos, es posible que su disponibilidad esté limitada a lo largo del año. Por este motivo, es conveniente formar un grupo lo bastante amplio como para cubrir siempre las necesidades.

4.3.2. Cuantificación de los grupos objetivo y oferta formativa para CSP

Tabla 13: Cartera de proyectos CSP¹⁶ en 2015

Cartera de proyectos (MW)	Operación	Construcción	Aprobado	En calificación
CSP	0	110	760	0

Para realizar los cálculos de la demanda, se han empleado datos sobre promedio de mano de obra para un proyecto CSP de 100MWp dividido en dos fases de 12 meses cada una:

Tabla 14: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto CSP de 100 MW

	Mano de obra promedio/fase (12 meses)	Mano de obra máxima/fase (6 meses)	Promedio mano de obra /MW
Construcción	400	800	4,0 ; Ø 8,0
Operación	60	100	Ø 0,6

Partiendo de estas estimaciones se han establecido los siguientes escenarios para cuantificar los grupos objetivo y la demanda actual de capacitación.

¹⁶FUENTE: CER, Octubre 2014

Tabla 15: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto CSP de 100 MW en 2015

	En construcción 2015 (MW)	Construcción e instalación (mano de obra)	Operación y mantención (O&M) (mano de obra)
Escenario optimista	310	310	0
Escenario conservador	110	110	0
Escenario pesimista	0	0	0

Análogo a la tecnología fotovoltaica, y tomando como referencia el escenario conservador, se ha cuantificado la máxima demanda por capacitación y la correspondiente oferta formativa necesaria para cubrir la demanda de personal calificado:

Tabla 16: Estimación de oferta para cursos CSP en 2015

	Ingenieros	Técnicos	Operarios
Relación	1	3	10
Mano de obra según escenario conservador	31	94	310
Participantes max./curso	15	15	15
Total curso	2	6	20
Duración/curso	Dos semestres de 16 semanas cada uno	30 días	5 días
Total días cursos	160 días	180 días	100 días
Docentes necesarios		20 - 25 aprox.	

Tabla 17: Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes CSP en 2015

Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes CSP	
Cursos necesarios para cubrir la demanda de profesores	5
Participantes/curso	10
Duración	2 – 3 semanas (tiempo completo); máximo 8 horas/día
Resultados	Basándose en los seminarios T-t-T que ofrece RENAC, se estima que de los 10 participantes, al final se conseguirá un grupo de 5-6 profesores certificados. Además, si los docentes son externos, es posible que su disponibilidad esté limitada a lo largo del año. Por este motivo, es conveniente formar un grupo lo bastante amplio como cubrir siempre las necesidades.

4.3.3. Evolución del mercado a partir de 2016 y cuantificación de la oferta formativa

Actualmente no es posible realizar afirmaciones sobre la evolución del mercado más allá del año 2015. Por el momento, los únicos datos que existen sobre capacidad acumulada llegan hasta 2015. A partir de 2016, se pueden usar como referencia los datos de proyectos aprobados o en calificación ambiental. Sin embargo, no se puede garantizar que todos los proyectos aprobados vayan a construirse finalmente. Por lo tanto, los datos a continuación presentados son escenarios establecidos a partir de datos recogidos en las entrevistas y otras fuentes de información, pero en ningún momento pueden ser tomados como cifras definitivas.

Durante las entrevistas mantenidas para la realización de este informe, se compartió la opinión de que en la actualidad se está viviendo un *boom* para el sector solar, especialmente para los proyectos de gran escala, que se mantendrá durante varios años. Tomando en cuenta esta información, se puede considerar que el desarrollo del mercado será similar en 2015 y 2016:

Tabla 18: Desarrollo de mercado de la energía solar y previsión 2015 - 2016 (MW)

MW	En operación (octubre 2014)	En construcción (octubre 2014)	Previsión capacidad instalada en 2015	Escenario de capacidad instalada en 2016
FV	219	456	600-700 ¹⁷	2240 aprox.
CSP	0	110	0	200 – 300 aprox

En el caso de FV, se estima que en 2015 se habrá experimentado un crecimiento del 320% con respecto a 2014. Asumiendo que esta tendencia será constante durante los próximos años, se puede deducir que en 2016 se experimentará un desarrollo similar. Dado que no existen datos

¹⁷ FUENTE: *La Energía Solar FV ha llegado para quedarse en Chile*, Alfredo Solar, Presidente de la Asociación Chilena de Energías Renovables AG (ACERA)

concretos sobre CSP, se ha realizado una estimación basada en la información recogida durante las entrevistas.

A continuación, se presenta la cuantificación máxima de la oferta formativa para FV en función de los datos expuestos en la Tabla 18. Para realizar los cálculos, se ha seguido un proceso similar al expuesto en el punto 4.3.1:

Tabla 19: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto FV

	Mano de obra promedio/fase (6 meses)	Mano de obra máxima/fase (6 meses)	Promedio mano de obra /MW
Construcción	200	300	2,85 – 4,28; Ø3,5
Operación	8	20	Ø 0,2

Tabla 20: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto FV

Mano de obra para FV	En construcción 2016 (MW)	Construcción e instalación (mano de obra)	Operación y mantención (mano de obra)
Escenario optimista	1600	5600	320
Escenario conservador	1400	4900	280
Escenario pesimista	1000	3500	200

Según este escenario conservador, para 2016 se podrían necesitar un máximo aproximado de unas 4900 personas capacitadas para poder llevar a cabo la instalación de los MW estimados. Si se considera que el total de la demanda del año anterior se encuentra ya capacitado, (unas 1000 personas), el tamaño del mercado objetivo para formación y capacitación en FV en el centro solar se eleva a 4000 personas aproximadamente.

Tabla 21: Estimación de oferta para cursos FV en 2016

	Ingenieros	Técnicos	Operarios
Relación	1	3	15
Mano de obra según escenario conservador	210	630	3150
Participantes max./curso	20	20	20
Total curso	10	31	157
Duración/curso	Dos semestres de 16 semanas cada uno	30 días	5 días
Total días cursos	800 días	930 días	785 días
Docentes necesarios		120 aprox.	

Según los cálculos expuestos en la Tabla 21, se necesitarán aproximadamente 120 docentes para cubrir la oferta formativa. Suponiendo que en el año anterior se habrán formado a unos 25 docentes, en 2016 se deberá formar a unos 100 docentes.

Tabla 22: Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes FV

Estimación de seminarios Train-the-Trainer para satisfacer demanda de docentes FV

Cursos necesarios para cubrir la demanda de profesores	15
Participantes/curso	10
Duración	2 – 3 semanas (tiempo completo); máximo 8 horas/día

A continuación, se expone el cálculo para CSP:

Tabla 23: Mano de obra por fase de proyecto para un proyecto CSP de 100 MW

	Mano de obra promedio/fase (12 meses)	Mano de obra máxima/fase (6 meses)	Promedio mano de obra /MW
Construcción	400	800	4,0 ; Ø 8,0
Operación	60	100	Ø 0,6

Tabla 24: Previsión de mano de obra por fase de proyecto para un proyecto CSP

Mano de obra para FV	En construcción 2016 (MW)	Construcción e instalación (mano de obra)	Operación y mantenimiento (mano de obra)
Escenario optimista	200	1600	480
Escenario conservador	150	1200	90
Escenario pesimista	100	800	60

Según este escenario conservador, para 2016 se podrían necesitar un máximo aproximado de unas 1300 personas capacitadas para poder llevar a cabo la instalación de los MW estimados. Contando con que el año anterior se habrían capacitado a unas 1000 personas, se debería ofrecer formación en FV para unas 300 personas aproximadamente.

Tabla 25: Estimación de oferta para cursos CSP

	Ingenieros	Técnicos	Operarios
Relación	1	3	10
Mano de obra según escenario conservador	21	63	210
Participantes max./curso	20	15	15
Total curso	1	4	15
Duración/curso	Dos semestres de 16 semanas cada uno	30 días	5 días
Total días cursos	80 días	120 días	75 días
Docentes necesarios		15 - 20 aprox.	

Según los cálculos expuestos en la Tabla 25, se necesitarán aproximadamente 20 docentes para cubrir la oferta formativa. Partiendo de que en el año anterior se habrán formado a unos 25 docentes, en 2016 no será necesario organizar seminarios Train-the-Trainer para CSP.

Estos cálculos están basados en estimaciones de crecimiento de proyectos de energía solar cuya base tiene grados de incerteza relativamente altos. Por esta razón, las estimaciones de demanda deben ser consideradas sólo como una aproximación.

4.4. Actividades y resultados esperados

A partir de los resultados del análisis de las capacidades, es posible proponer las siguientes actividades para el desarrollo del centro de formación:

El plan de trabajo está estructurado en dos fases:

La primera fase comprende las siguientes actividades (A):

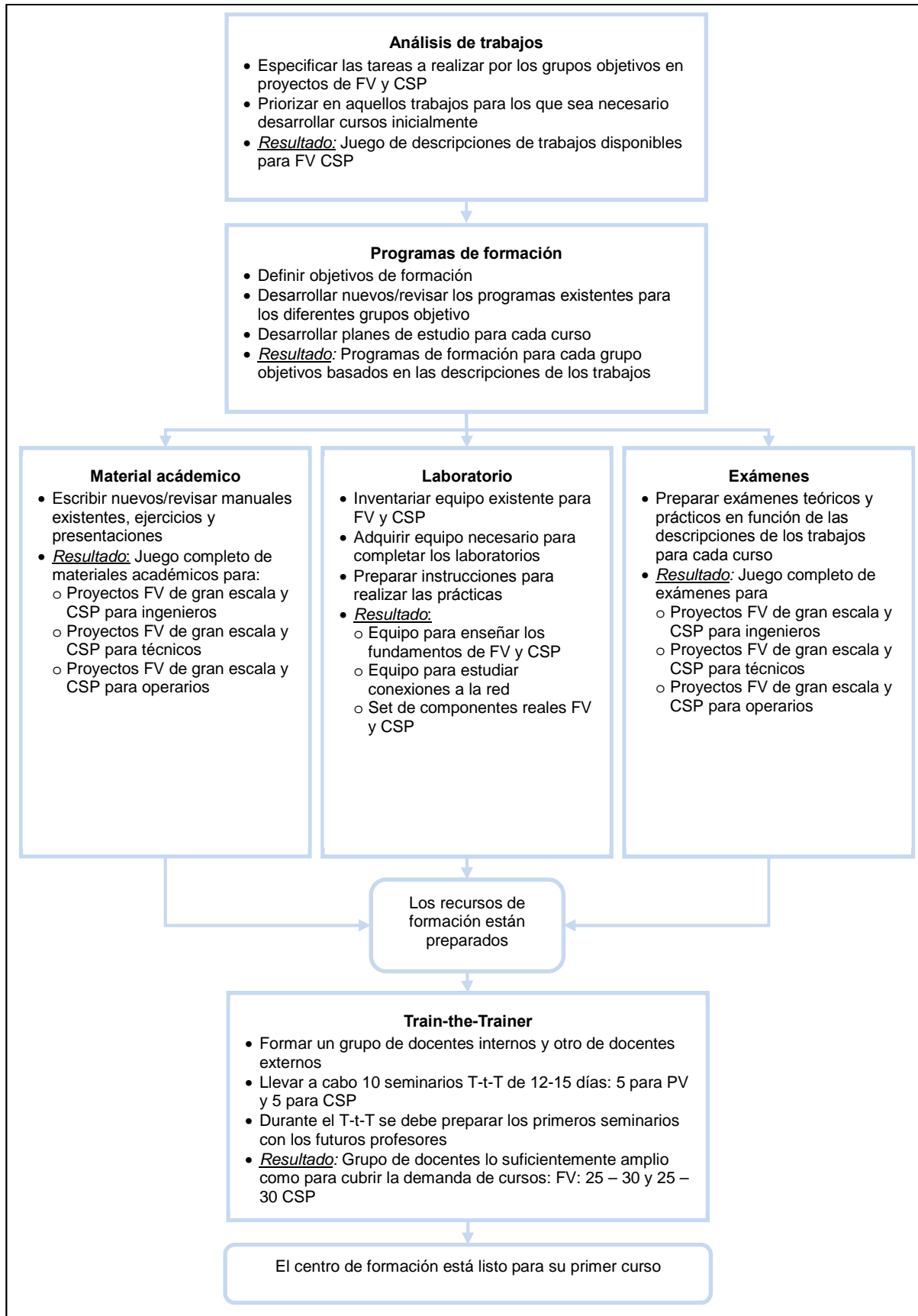
- A1: Preparación
- A2: Descripción de trabajos/ Definición de perfiles de alumnos
- A3: Diseño de programas de formación (incluyendo planes de estudio)/ desarrollo de guías de profesor
- A4: Desarrollo de recursos e infraestructura de formación:
 - A4.1: Materiales para las clases
 - A4.3: Laboratorios
 - A4.4: Train-the-Trainer
- A5: Preparación de exámenes teóricos y prácticos
- A6: Implementación de esquema de evaluación y control de calidad
- A7: Revisión de resultados de fase 1 y preparación de fase 2

Los detalles sobre objetivos, tareas principales, resultados esperados y otras informaciones relevantes sobre la fase 1 se pueden encontrar en el Anexo I. La planificación se presenta en el punto 4.5.

Para la fase 2 se plantean las siguientes actividades:

- Diseño de un centro de formación móvil o establecimiento de colaboraciones con posibles socios en Santiago (para más detalles, ver punto 4.6).
- Expansión de los grupos objetivos, p. ej. Perfiles no técnicos como organismos reguladores, políticos, responsables de la evaluación de proyectos, instituciones financieras, inversores, etc.) (para más detalles, ver punto 4.6).
- Ampliación de la oferta académica a sistemas híbridos FV – diesel (para más detalles, ver punto 4.6).
- Preparar actividades de promoción del centro como proveedor de formación y capacitación en Chile.

La siguiente figura representa las actividades principales que se deberán desarrollar en la fase 1 del proyecto. Para más detalles sobre cómo implementar estas actividades es necesario consultar el Anexo I.



4.5. Planificación

A continuación, se presenta la planificación para desarrollar el centro de formación. Ésta ha sido planteada con el objetivo de que su puesta en marcha coincida con la del Centro de Formación Técnica regional. Según informaciones proporcionadas por la universidad, el CFT necesitará estar listo para finales del año 2016 – principios del año 2017. Siguiendo esta planificación, los cursos para ingenieros, técnicos y operarios en FV y CSP podrían empezar a ofrecerse en septiembre del 2016.

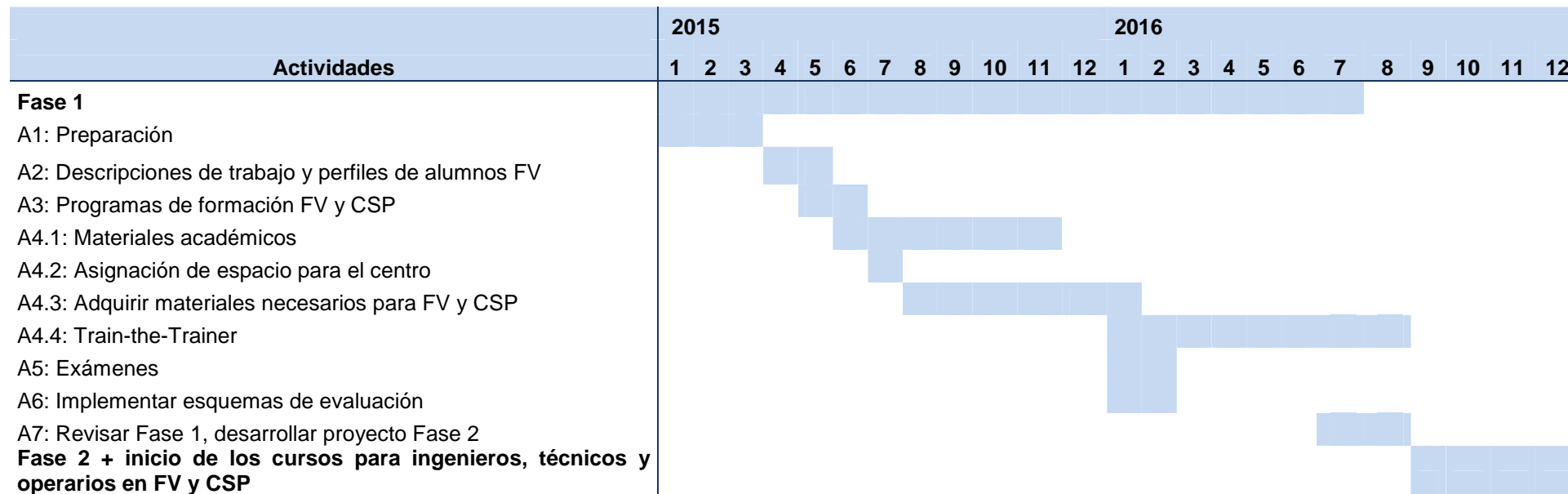


Tabla 26: Resumen de la planificación para implementar el concepto del centro de formación

4.6. Capacitación para mercados emergentes de FV y CSP

4.6.1. Introducción: Capacitación a lo largo de la cadena de valor

En el caso de proyectos FV y CSP, se requiere personal calificado y bien entrenado a lo largo de toda la cadena de valor como requisito fundamental para el crecimiento sostenible del mercado y para la creación de puestos de trabajo con personal local. Se necesitan expertos, tanto en el sector público y privado como en el sector financiero. El sector público es responsable de la creación del marco político estable con leyes, normas y reglamentos para las instituciones, autoridades locales de licencias, los organismos reguladores y los operadores que garanticen la seguridad para los inversionistas y los procesos de aprobación transparentes.

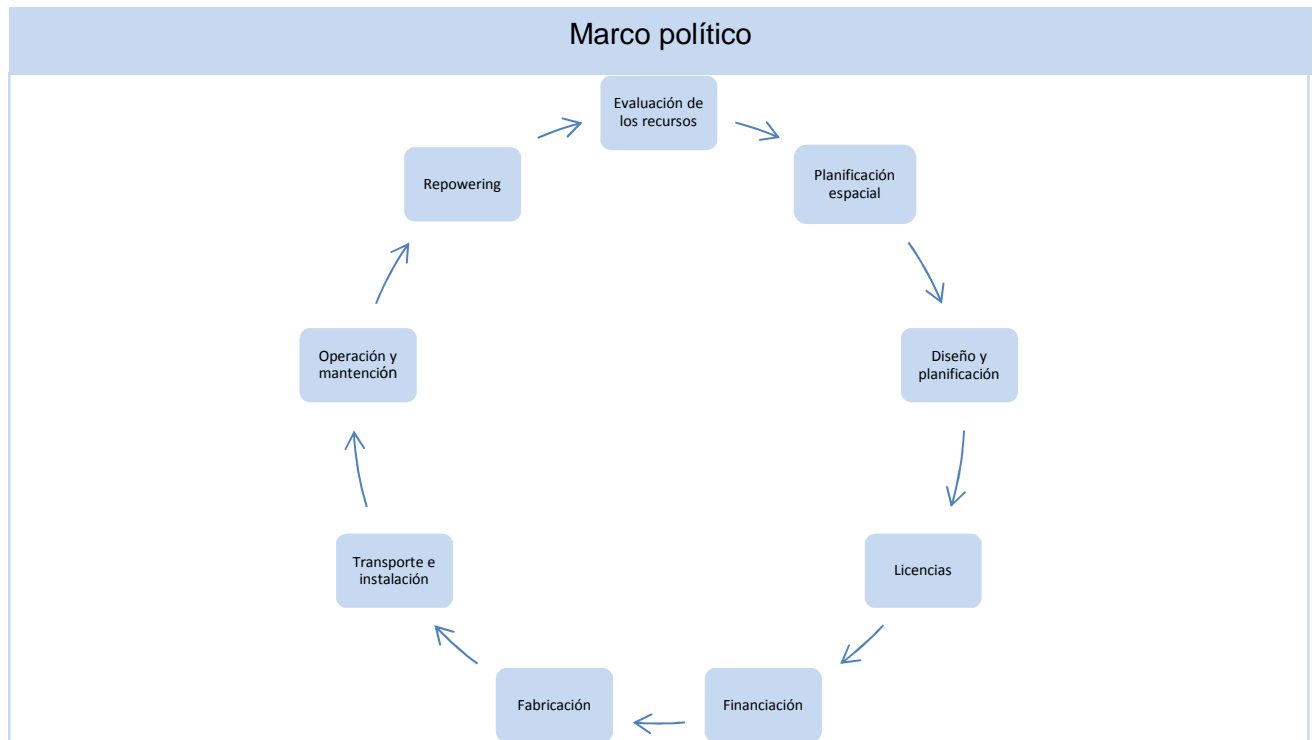


Ilustración 16: Cadena de valor para un proyecto ERNC

A lo largo de la cadena de valor se necesitan los siguientes profesionales:

- Ingenieros de planificación, supervisión, operación y mantenimiento
- Financiación
- Administración para la aprobación de proyectos
- Operadores de red en las tecnologías conectadas a la red
- Trabajadores responsables de la instalación de la tecnología
- Técnicos para la instalación, operación y mantenimiento

Por estos motivos, se recomienda una estrategia integral para cubrir todas las necesidades de formación a lo largo del ciclo de vida de la cadena de valor y de los actores involucrados.

La siguiente tabla muestra las necesidades de capacitación a lo largo de la cadena de valor por fase de proyecto:

Tabla 27: Necesidades de capacitación a lo largo de la cadena de valor por fase de proyecto

Pasos en la cadena de valor	Profesiones relevantes	Cantidad de personal requerido	Adecuados para T-t-T
Planificación espacial/ aspectos legales	Abogados	Baja	No
	Desarrolladores de proyectos	Media	Parcialmente
	Autoridades públicas	Media	Sí
Ingeniería	Ingenieros	Alta	Sí
Financiación	Economistas	Media	No
	Bancos	Media	No
Fabricación de componentes	Operarios	Alta	Parcialmente
	Técnicos	Alta	Parcialmente
	Ingenieros	Media	Parcialmente
Instalación	Operarios	Alta	Sí
	Técnicos	Alta	Sí
	Ingenieros	Media	Sí
Operación y mantención	Técnicos	Alta	Sí
	Ingenieros	Alta	Sí

En el punto 4.7.3 se incluyen recomendaciones para ampliar la oferta formativa hacia instancias políticas, organismos financieros y operadores de red.

A corto plazo, se pueden satisfacer las necesidades de capacitación inmediata mediante la formación continua. A medio plazo, es necesario introducir las tecnologías de FV y CSP en la educación académica y técnica. El reto reside en satisfacer al mismo tiempo ambas necesidades de formación, al realizar capacitaciones para cubrir la demanda inmediata y paralelamente ofrecer formación más compleja sobre habilidades prácticas y conocimientos relevantes.

4.6.2. Estrategia de capacitación global y duradera

La implementación de ofertas de formación dirigida a diferentes grupos objetivo requiere el desarrollo de una estrategia dual:

A corto plazo, se puede ofrecer formación a ingenieros, técnicos y operarios orientada a las tareas que deben desempeñar en sus respectivas profesiones. Más adelante, las instituciones de capacitación y las universidades pueden incluir programas de formación en FV y CSP destinada a otras categorías profesionales.

En el ámbito de la formación técnica, esto se refiere a la formación de los ingenieros eléctricos, de proceso, y electrónicos. En el caso de la formación académica, las carreras de ingeniería específicas como ingeniería eléctrica, civil, de proceso pueden integrar contenidos específicos

para energía solar. Asimismo, los estudios de economía deberían incluir también aspectos económicos de FV y CSP.

Teniendo en cuenta esto, recomendamos para Chile, por tanto, una estrategia global y coordinada de la educación y la formación, que incluya tanto la formación profesional, así como la capacitación técnica y académica.

Requisito previo para la implementación de esta estrategia con éxito es la difusión de contenidos y conocimientos relevantes para adquirir las habilidades necesarias en el desempeño de los trabajos. Para ello, son necesarios contar con docentes que proporcionen conocimientos teóricos y prácticos, un centro de formación con componentes reales, conceptos didácticos interesantes y un buen material educativo con ejemplos y ejercicios relevantes para la práctica.

4.6.3. Financiación de la construcción y operación de instalaciones de capacitación en energía renovable

A la hora de establecer nuevos centros de formación es necesario tener en cuenta la parte financiera. La experiencia internacional muestra que el desarrollo de ofertas de formación prácticas que van más allá de la enseñanza puramente teórica supone una inversión que por lo general no puede ser recuperada en pocos años únicamente mediante el pago de aranceles por parte de los alumnos.

El desarrollo de las capacidades de formación a través del establecimiento de un centro de formación, que incluya seminarios Train-the-Trainer, desarrollo de materiales didácticos y ejercicios adaptados a las condiciones locales representa una inversión que sólo se rentabiliza a medio o largo plazo.

Por lo tanto, es necesario que el sector público o terceros se involucren en la financiación de un centro de formación que aporte un valor añadido al país a través de la capacitación de mano de obra local.

El funcionamiento de las instituciones de formación puede funcionar a través de los aranceles de los alumnos sin financiación adicional de terceros una vez que la fase de puesta en marcha se ha completado.

4.6.4. Elección de instituciones responsables de la formación

Para la elección de las entidades de formación que podrían involucrarse en el desarrollo del centro de formación PV fuera de Antofagasta, proponemos un proceso de selección en el que pueden participar instituciones de capacitación y universidades potencialmente adecuadas.

Como parte de este proceso de selección, las instituciones interesadas pueden demostrar las capacidades logísticas, humanas y económicas que poseen para desarrollar con éxito la formación futura en el campo de la energía fotovoltaica. La ventaja de este método es obtener la mayor información posible sobre el nivel de compromiso y las capacidades de las entidades solicitantes para la toma de decisiones sobre la ubicación de los centros de formación. Idealmente, las instituciones interesadas deben tener experiencia en el campo de la formación profesional o estar dispuestas a abrir el centro de formación para la capacitación y educación continua.

A continuación, se presentan condiciones necesarias que deben cumplir las instituciones para poder establecer un centro de formación:

- **Compromiso:** Durante el proceso de selección debe ser considerado exactamente en qué medida las instituciones ven las energías renovables y, en particular, FV, como una fuente de energía sostenible para Chile.
- **Recursos:** Los recursos espaciales y humanos son fundamentales. Las instituciones deben tener claro que cuentan con tiempo suficiente para preparar los nuevos contenidos de formación, docentes y equipo necesario.
- **Enfoque en energía:** A la hora de ofrecer formación en FV, será útil si la institución ya cuenta con experiencia en este campo. Asimismo, contar con referencias sobre proyectos de formación relacionados puede ser un buen instrumento de marketing.
- **Experiencia en la enseñanza superior:** Justificada mediante una larga trayectoria en capacitación y referencias.
- **Aseguramiento de la calidad:** la existencia de un sistema como la norma ISO 9001 o similar puede ser un buen indicador de la calidad de los servicios como centro de formación continua.
- **Logística e infraestructura para los participantes:** Además la transmisión de conocimientos, es importante que los alumnos se sientan cómodos durante la capacitación. En esto se contempla tanto el alojamiento, como también servicios de catering y actividades recreativas.
- **Interés comercial:** Los recursos financieros que se ofrecen en el marco del proyecto Deutsche Klimatechnologie-Initiative (DKTI) están disponibles para el desarrollo de ofertas de formación. Después de esta fase, el centro debe funcionar sin subvenciones económicas. Por lo tanto, es importante que las entidades seleccionadas sean capaces de gestionarse económicamente.

4.7. Recomendaciones

4.7.1. Docentes formados en seminarios Train-the-Trainer (T-t-T)

Para asegurar el funcionamiento a largo plazo del centro de formación es imprescindible contar con un amplio grupo de docentes preparados y con disponibilidad para cubrir la oferta formativa del centro. El objetivo de los seminarios Train-the-Trainer es formar docentes altamente cualificados para llevar a cabo sus propios cursos de manera autónoma.

Según la experiencia de los consultores, para garantizar la disponibilidad de docentes, es conveniente contar con una plantilla fija que trabaje en el centro a tiempo completo, más un grupo adicional de docentes externos a los que se pueda recurrir para temas específicos. El grupo de profesores debería estar estructurado de tal forma que sus conocimientos se complementen entre sí. De esta manera, se podrán cubrir todas las necesidades de formación. Un proceso de selección previo garantiza que los participantes de los seminarios cumplen los requisitos de experiencia y conocimientos necesarios para participar en el T-t-T y ejercer como docente en el centro.

El personal externo suele compaginar la labor como docente con actividades profesionales en otras áreas. Aunque esta circunstancia presenta un problema de disponibilidad, aporta el valor añadido de su contacto directo con la industria y una gran experiencia práctica.

La UA cuenta con docentes contratados que trabajan a tiempo completo para esta institución. Por el momento, el CCT colabora con personal externo. Sin embargo, este centro podrá llevar a cabo contrataciones propias una vez se convierta en CFT.

Con el fin de que los docentes formados en el T-t-T (en especial aquéllos que constituyan el personal externo) se comprometan a ejercer como tales en el centro de formación, se puede estudiar la posibilidad de ayudarles con el financiamiento de sus aranceles de participación en el T-t-T, o bien financiarla parcial- o completamente a cambio de su colaboración posterior con el centro.

4.7.2. Cursos sobre sistemas híbridos fotovoltaico-diesel

El interés principal del proyecto es formar personal capaz de trabajar en proyectos de FV y CSP a gran escala. Dentro de éstos, debería tomarse en consideración la posibilidad de ofrecer formación en sistemas híbridos fotovoltaico-diesel por las diversas ventajas que pueden ofrecer para Chile.

Estos sistemas también pueden ser instalados en el rango de los MW. Además, teniendo en cuenta las dificultades que existen con la conexión al sistema eléctrico, los sistemas autónomos podrían ofrecer una alternativa interesante para las empresas mineras que se encuentran ubicadas lejos de la red eléctrica.

En caso de querer desarrollar esta oferta, sería necesario proponer cursos nuevos y contar con equipo técnico de formación específico.

4.7.3. Recomendaciones para reforzar la estrategia actual de formación

Durante las entrevistas mantenidas, algunos de los actores comentaron la necesidad de ofrecer capacitación a organismos públicos gubernamentales, organismos reguladores, instituciones responsables de evaluar proyectos, entidades financieras, etc.

La estrategia propuesta en este concepto se centra en la formación de ingenieros, técnicos y operarios y, por lo tanto, no cubre todas las necesidades de formación necesarias a lo largo de la cadena de valor de la energía solar.

- **Mejorar las capacidades de organismos reguladores y calificadores:**

Se recomienda formación para organismos reguladores y calificadores, de manera de simplificar a futuro procesos de evaluación ambiental o similares, así como el aporte de ellos a la formulación de reglamentos y normativas.

Recomendaciones de formación son:

- Introducción a FV y CSP
- Estatutos y reglamentos específicos para cada tecnología
- Procesos de licitación y evaluación
- Integración de las energías renovables en el sistema eléctrico
- Valor añadido de las ERNC y prerequisites

- **Formación para operadores de red:**

Los operadores de la red y la red juegan un papel crucial en la integración de la energía solar en los sistemas eléctricos y el desarrollo del mercado. Éstos necesitan habilidades en la integración de energía solar en la red eléctrica.

- **Formación para el sector financiero:**

Los inversionistas y las instituciones financieras tienen que estar motivados para aventurarse en el negocio de la energía solar, proporcionando el capital privado y los préstamos necesarios. Los economistas tienen que entender la tecnología y los riesgos relacionados con ésta, los planes de negocio y las condiciones previas necesarias para una implementación exitosa.

4.7.4. Códigos SENCE

El Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE) del Ministerio de Trabajo es la institución política responsable de la formación profesional y continua en Chile. SENCE ofrece beneficios fiscales a aquellas empresas que inviertan en cursos de capacitación para sus empleados. Estos beneficios se traducen en un abaratamiento de los costes de capacitación para las empresas.

Únicamente, los cursos certificados con un código SENCE pueden representar beneficios fiscales para las empresas que lleven a cabo alguna capacitación. Con el fin de establecer un centro de formación que pueda competir con otras ofertas formativas a nivel comercial, se recomienda obtener códigos SENCE para todos los cursos que se ofrezcan en el centro.

En la página www.sence.cl se han publicado una serie de manuales sobre cómo conseguir la certificación de los cursos con un código SENCE y sobre cómo las empresas participantes en la capacitación pueden optar a dicha ayuda fiscal.

5. Potencial de expansión de los cursos de formación a los países vecinos

A continuación, se presentan informaciones de mercado y datos de irradiación para los países vecinos con el fin de ver su potencial para el desarrollo de la energía solar. Los países analizados han sido:

- Argentina
- Bolivia
- Perú

5.1. Argentina

Según datos de Observ'ER 2012, la fuente principal de energía en Argentina en 2011 fueron los combustibles fósiles (68,6%), especialmente el gas natural. Por el momento, el aumento de la producción de electricidad está basado en el uso de combustibles fósiles, lo que afecta negativamente a las energías renovables. Mientras que en 2010 el porcentaje de generación de electricidad a través de las ERNC alcanzó el 43,6%, en 2011 sólo se llegó a un 26,6%.

La fuente principal de generación de electricidad a través de fuentes renovables es la energía hidroeléctrica (25,1%). La energía solar representó tan sólo el 0,01%, siendo la fuente renovable con menor contribución al mix de energía. En 2011, los proyectos FV generaron en total 13GWh. A finales de 2013, se añadieron 8MW de capacidad generados por plantas FV¹⁸.

A pesar de estos datos, se dan muy buenas condiciones para el desarrollo del sector solar, ya que el país disfruta de niveles ideales de radiación solar. En algunas zonas de alta radiación, como Salta, por ejemplo, existe un gran potencial para proyectos desconectados de la red eléctrica.

Según las proyecciones de la Asociación de Generadores de Energía Eléctrica de la República Argentina (AGEERA), un total de 19.369 MW de capacidad adicional de generación de energía debe ser instalado para el año 2030. AGEERA espera que el 0,9% (200 MW) provenga de la energía solar.

En cuanto a objetivos, Argentina se ha propuesto alcanzar el 8% de generación de electricidad a través de energías renovables (incluyendo energía hidroeléctrica) en el 2016¹⁹.

5.2. Bolivia

En 2009, Bolivia, considerado como uno de los países más pobres de América Latina, presentaba un índice de acceso a electricidad del 77,5%²⁰. En núcleos urbanos como La Paz o Santa Cruz el suministro de energía funciona correctamente. Sin embargo, parte de las zonas rurales del país carecen de los servicios básicos de suministro.

La electricidad está generada principalmente a través de plantas de energía térmica alimentadas por gas. Del total de la electricidad generada en el país, el 38,6% proviene de energía hidroeléctrica²¹. Otras fuentes renovables, como la energía solar, apenas tienen presencia en el *mix* de energía a pesar de que Bolivia presenta condiciones favorables de radiación solar.

¹⁸ FUENTE: GTAI

²⁰ FUENTE. Renewable Energy Country Profiles Latin America, IRENA 2012

²¹ FUENTE. Renewable Energy Country Profiles Latin America, IRENA 2012

Respecto al futuro desarrollo de la energía solar, a principios de 2014 se anunció la construcción de la primera planta FV con una potencia de 5 MW en el país, en la localidad de Cobija, una zona desconectada del sistema principal. El proyecto consta de tres tramos en total. En septiembre ya se inauguró el primer tramo de 1,7 MW²².

Asimismo, en octubre de 2014 se lanzó la primera licitación por parte del Gobierno boliviano para realizar un estudio sobre una central solar de 1 MW en el departamento de Oruro²³.

5.3. Perú²⁴

El mercado energético peruano se caracteriza por el fuerte predominio de la energía hidroeléctrica convencional y del gas natural. La contribución de las grandes hidroeléctricas a la producción de energía eléctrica del país en 2013 ascendió a alrededor del 52% con 20 TWh. La proporción de gas natural alcanzó a 43% aproximadamente con 17 TWh.

En 2013, la energía renovable no convencional contribuyó con sólo el 2,5% a la generación de energía. Las pequeñas centrales hidroeléctricas presentaron con un 1,5% la proporción más grande, seguida de energía solar y biomasa. A pesar de que las energías renovables están apenas representadas en el *mix* energético, su participación ha aumentado un 0,7% respecto a 2012. El aumento es, entre otras cosas, debido a la puesta en marcha de cuatro nuevas plantas de energía fotovoltaica con una potencia instalada de 80 MW en el sur de Perú.

Perú presenta un vasto potencial para las energías renovables, en particular para la energía fotovoltaica. El nivel de irradiación anual en la montaña oscila entre los 5.5 - 6.5 kWh/m², en la región costera es de 5,0 - 6,0 kWh/m² y la Amazonía es de alrededor de 4,5-5,0 kWh/m²²⁵. Áreas de aplicación interesantes son, entre otras, las mineras remotas.

Por estas razones, el tema de las ERNC ha cobrado relevancia en los últimos años. El gobierno peruano desarrolló en 2007 un marco político para promover el desarrollo de fuentes de energía no convencionales. Algunas medidas incluyen la obligación autoimpuesta de establecer cada cinco años un porcentaje para la generación de electricidad a partir de energía no convencional, el programa de electrificación rural (PNER) o la introducción del sistema de *bidding* para crear incentivos para el sector privado. Hasta finales de 2013 se realizaron un total de tres rondas de licitación, incluyendo 4 proyectos energía solar.

A pesar de estas medidas, las fuentes no convencionales de energía no alcanzaron el 5% en la generación total de electricidad a finales de 2013 y es más que dudoso que el para el período 2014 - 2018 se logre aumentar otros cinco puntos porcentuales. La opinión predominante en Perú es que las energías renovables son demasiado caras y no pueden competir con la energía hidráulica o el gas natural.

5.4. Programa de Movilidad Estudiantil CRISCOS

Durante la visita realizada a la UA, se habló de la posibilidad de aceptar alumnos extranjeros como estudiantes del centro de formación. Esto se podría lograr, por ejemplo, en el marco del Programa de Movilidad Estudiantil (PME) de El Consejo de Rectores por la Integración de la Subregión Centro Oeste de Sudamérica (CRISCOS). CRISCOS, del cual la UA es miembro, está formado por diversas universidades de Chile, Argentina, Perú y Bolivia. El objetivo del

²² FUENTE: PV Magazine

²³ FUENTE: PV Magazine

²⁴ FUENTE: Bericht zur Auswertung von Gesprächen in Philippinen, Vietnam, Thailand, Indonesien, Ecuador, Peru und Mexiko zur Ermittlung des Weiterbildungsbedarfs und -interesses für geplante Trainings des CapREG-Programms, RENAC

²⁵ FUENTE: Expectations of renewable energy in Peru, Enrique Mendoza, Lahmeyer Agua y Energía



PME es facilitar a estudiantes de una universidad de la Subregión Centro Oeste de Sudamérica la realización de parte de sus estudios en otra universidad de esta Subregión.

Anexo I: Descripción, actividades y resultados esperados; resultados detallados del análisis de las capacidades

A continuación, se presentan las actividades que deben implementarse para establecer un centro de formación y el resultado del análisis de aquellas instituciones que podrían colaborar en el desarrollo del centro de formación. Este análisis identifica brechas actuales existentes y posibles complementaciones entre las mismas.

Las instituciones analizadas son las siguientes:

- Universidad de Antofagasta y Centro de Desarrollo Energético de Antofagasta (UA – CDEA)
- Centro de Carreras Técnicas de la Universidad de Antofagasta (CCT)
- Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM)
- Liceo Técnico Don Bosco

Las instituciones se han analizado de manera individual y comparativa para identificar las fortalezas y debilidades de cada una. Dado que ni la forma de colaboración ni los roles definitivos están definidos todavía, se ha analizado las capacidades de cada institución, respecto a lo que este centro de formación necesitaría para funcionar. En caso de establecer una colaboración entre las mismas, las debilidades de unas podrían compensarse con las ventajas de otras.

Los casos en los que no se cuenta con toda la información necesaria para puntuar una sub-categoría se han indicado como “S/I”. Estos casos se han contabilizado como 0.

A1: Preparación

Objetivos: Aclarar preguntas abiertas y acordar el plan del proyecto

Tareas principales:

- Establecer cooperación con socios para el proyecto
- Elaborar un plan de trabajo detallado
- Establecer un presupuesto detallado

Resultados:

- Plan del proyecto detallado, incluyendo definición de tareas, fechas límite y reparto de responsabilidades entre socios
- Presupuesto

A2: Descripciones de trabajos

Objetivos: Desarrollar descripciones exactas de los trabajos que tendrán que desempeñar los grupos objetivos identificados para proyectos de CSP y FV. Para esto, el centro de formación tiene que definir en qué partes de la cadena de valor será activo, y describir las tecnologías, sus usos y tareas relacionadas. Una vez este punto esté definido, será posible definir competencias y responsabilidades de determinadas tareas. Las descripciones de los trabajos servirán como base para la elaboración del programa de formación.

Asimismo, es necesario describir la formación y experiencia previa de los profesionales externos (por ejemplo, futuros docentes) que serán reasignados a tareas relacionadas con SOLAR. El perfil de los alumnos ayuda a diseñar los cursos.

Tareas principales:

- Descripción de nuevas tecnologías, usos y tareas relacionadas
- Definición de áreas trabajos, desarrollo de matriz de competencias y responsabilidades
- Descripción de trabajos
- El comité asesor técnico debe revisar estos materiales y dar su aprobación
- Descripción de perfiles de alumnos

Resultados:

- Información sobre CSP y FV con un foco en tareas relacionadas
- Matriz de puestos de trabajo para CSP y FV
- Descripciones de puestos de trabajo
- Perfiles de alumnos

Resultados del análisis de las capacidades

Definición de las áreas de trabajo en proyectos de FV o CSP

Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA		<ul style="list-style-type: none"> La UA no posee puestos ocupacionales explícitos. Habitualmente, los proyectos en energía solar lo ejecutan profesionales en electricidad, electrónica y mecánica. La mayoría de estos puestos se realizan a partir de reconversión de estos perfiles. 	Necesidad de desarrollar una lista detallada		FV:2 CSP:1
CCT	Lista detallada de áreas de trabajo, incluyendo matriz de responsabilidades y tareas	Nada	Necesidad de desarrollar una lista detallada	35%	FV:0 CSP:0
CEIM		Material existente para industria minera	Necesidad de adaptar el material a FV para técnicos		FV:2 CSP:0
Colegio Técnico Don Bosco		Nada	Necesidad de desarrollar una lista detallada		FV:0 CSP:0

Descripción detallada de puestos de trabajo					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	Basándose en la lista de áreas de trabajo, es posible elaborar un kit completo de descripciones de puestos de trabajo para FV y CSP	No existe material para ingenieros	Necesidad de elaborar descripciones para ingenieros	45%	FV:0 CSP:0
CCT		No existe material para técnicos	Necesidad de elaborar descripciones		FV:0 CSP:0
CEIM		Material existente para industria minera	Necesidad de adaptar el material		FV:1 CSP:1
Colegio Técnico Don Bosco		No existe material para ni para técnicos ni para operarios	Necesidad de elaborar descripciones		FV:0 CSP:0

Perfil de alumnos					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> • Kit completo de perfiles de alumnos a nivel académico y no académico • Descripción de la formación y experiencias previas, así como de las precalificaciones necesarias para realizar la formación que reasignará a estos alumnos a actividades relacionadas con FV o CSP 	Perfil de alumnos y requisitos para acceder al Magister en Desarrollo Energético	Desarrollar perfil específico para ingenieros especializados en sistemas FV o CSP	20%	FV:2 CSP:1
CCT		Perfil de alumnos para acceder y requisitos para acceder a Técnico Nivel Superior en Explotación Minera, Metalurgia y Mantenimiento Industrial	Desarrollar perfil específico para técnicos superiores en FV o CSP		FV:2 CSP:1
CEIM		Perfiles de alumnos de la industria minera (Electricidad e Instrumentalización, Mecánica Industrial)	Desarrollar perfil específico para técnicos en FV o CSP		FV:2 CSP:1
Colegio Técnico Don Bosco		<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de alumnos para acceder al liceo • Realización de pruebas de selección para admisión de alumnos 	Desarrollar perfil específico para técnicos medios en FV o CSP		FV:2 CSP:1

A3: Programas de formación y desarrollo de guías para los profesores

Objetivos: A partir de las descripciones de los trabajos, es posible desarrollar programas de formación, incluyendo planes de estudio. Por programa de formación se entiende un resumen del plan y métodos educativos según los cuales los estudiantes interactuarán con contenidos, materiales y otros recursos para alcanzar determinados objetivos académicos.

Se sugiere que los planes de estudio abarquen una secuencia de cursos sobre temas definidos. Cada curso, desde nivel básico, pasando por nivel intermedio a nivel avanzado, podría estar orientado a las tareas y responsabilidades específicas.

Una vez estén listos los programas de formación, se recomienda desarrollar una lista de prioridades respecto a los cursos que podrán ser desarrollados durante las fases iniciales del proyecto.

Tareas principales FV:	Tareas principales CSP:	Resultados FV:	Resultados CSP:
<ul style="list-style-type: none"> Definición de objetivos de formación para los grupos objetivo Revisión de los programas de formación existentes para FV Desarrollar programas de formación para FV Desarrollar guías para los profesores Priorizar en aquellos cursos que puedan ser desarrollados en la fase inicial del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Definición de objetivos de formación para los grupos objetivo Desarrollar programas de formación para CSP Desarrollar guías para los profesores Priorizar en aquellos cursos que puedan ser desarrollados en la fase inicial del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de formación detallado para FV Guías para los profesores para cada curso Lista de prioridades 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de formación detallado para CSP Guías para los profesores para cada curso Lista de prioridades

Resultados del análisis de las capacidades

Programa de formación					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> Programas de formación orientados a los grupos objetivo específicos Los programas de formación engloban los planes de estudio y métodos de enseñanza a través de los cuales los alumnos interactuarán con el contenido, los materiales y otros recursos 	<ul style="list-style-type: none"> No existe un programa de formación específico para energía FV ni CSP La UA ofrece un Magister en Desarrollo Energético El CDEA ofrece 4 asignaturas sobre los fundamentos de la energía solar (ver punto 2.3.2) que podrían servir como una buena base para desarrollar una especialización en FV Existen varias líneas de investigación sobre FV y CSP 	Desarrollar un programa de formación para ofrecer especialización en FV y CSP para ingenieros a partir de la oferta existente	60%	FV:2 CSP:1
CCT		<ul style="list-style-type: none"> No existe un plan de estudios específico para FV ni CSP Existen asignaturas de otros planes de estudio que podrían servir de base para desarrollar uno específico para FV o CSP 	Desarrollar un programa de formación para ofrecer especialización en FV y CSP para técnicos superiores a partir de la oferta existente		FV:2 CSP:1
CEIM		<ul style="list-style-type: none"> No existe un programa de formación específico para FV ni CSP Los planes de estudio de Electricidad e Instrumentalización y Mecánica Industrial podrían servir como base para desarrollar un programa de formación específico para FV o CSP 	Desarrollar un programa de formación para ofrecer especialización en FV y CSP para técnicos superiores a partir de la oferta existente		FV:2 CSP:1
Colegio Técnico		<ul style="list-style-type: none"> No existe un programa de formación específico para energía FV ni CSP 	Desarrollar un programa de formación para ofrecer		FV:2 CSP:1

Programa de formación

Don Bosco	<ul style="list-style-type: none"> El liceo ofrece especialidades en Electricidad y Electrónica que podrían servir como base para desarrollar un programa específico para FV o CSP 	especialización en FV y CSP para técnicos medios a partir de la oferta existente		
-----------	---	--	--	--

Guía para el profesor

Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	Basadas en los planes de estudio, las guías proporcionan al profesor referencias metodológicas y prácticas para los cursos específicos. Es necesario preparar una guía para cada curso	S/I	S/I	40%	FV:S/I CSP:S/I
CCT		No existe guía para profesor en materia de CSP o FV	Preparar guías para cada curso		FV:0 CSP:0
CEIM		No existe guía para profesor en materia de CSP o FV	Preparar guías para cada curso		FV:0 CSP:0
Colegio Técnico Don Bosco		No existe guía para profesor en materia de CSP o FV	Preparar guías para cada curso		FV:0 CSP:0

A4.1: Recursos de formación e infraestructura: materiales académicos

Objetivos: Los materiales académicos para utilizar durante las clases comprenden aquellos materiales con los que los alumnos interactuarán durante un curso de formación. Éstos deben presentar los materiales de forma que hagan especial hincapié en la resolución de problemas y ofrezcan apoyo a diferentes tipos de alumnos en distintas fases de aprendizaje.

Se aconseja que se preparen todos los materiales de manera modular. Para ello, debería existir un archivo maestro para cada tema por cada tecnología o uso. De este archivo, el docente puede seleccionar aquellos materiales para cada grupo objetivo u objetivo académico. De esta manera, se evitarán las repeticiones y se podrán actualizar los materiales con mayor facilidad.

Los materiales impresos pueden tener varios niveles de dificultad. En este caso, se recomienda explícitamente indicar los niveles de dificultad u organizar el material de manera que primero se discutan los temas básicos, y luego se evolucione progresivamente hacia temas más complejos.

Tareas principales FV:	Tareas principales CSP:	Resultados FV:	Resultados CSP:
<ul style="list-style-type: none"> • Preparar plantillas (Word, Power Point, etc.) • Revisión de los materiales existentes • Identificar materiales específicos para Chile o la región de Antofagasta • Recopilar normativa chilena o internacional aplicable a FV • Aclarar restricciones de copyright (gráficos, fotos, etc.) • Editar gráficos propios, diagramas, adquirir imágenes • Traducir materiales necesarios al español • Incluir materiales en un sistema de gestión de contenidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar plantillas (Word, Power Point, etc.) • Revisión de los materiales existentes • Identificar materiales específicos para Chile o la región de Antofagasta • Recopilar normativa chilena o internacional aplicable a CSP • Aclarar restricciones de copyright (gráficos, fotos, etc.) • Editar gráficos propios, diagramas, adquirir imágenes • Traducir materiales necesarios al español 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantillas para todos los materiales de desarrollo propio • Un juego completo de presentaciones, manuales y ejercicios en español • En caso necesario: base de datos de imágenes, gráficos, etc. • Biblioteca física y electrónica propia de textos de referencia, normativa y estándares 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantillas para todos los materiales de desarrollo propio • Un juego completo de presentaciones, manuales y ejercicios en español • En caso necesario: base de datos de imágenes, gráficos, etc. • Biblioteca física y electrónica propia de textos de referencia, normativa y estándares

Resultados del análisis de las capacidades

Libros y otras publicaciones sobre energía renovable					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad de libros y otras publicaciones relacionadas con los planes de estudio Publicaciones especializadas deberían formar parte de la biblioteca 	<ul style="list-style-type: none"> Disponen de biblioteca con publicaciones especializadas La universidad cuenta con editorial propia para elaborar sus propias publicaciones 	Revisar materiales por si se detectara necesidad de ampliar algún tema concreto	10%	FV:3 CSP:2
CCT		Nada específico ni para FV ni CSP	Adquirir publicaciones específicas		FV:0 CSP:0
CEIM		S/I			FV:S/I CSP:S/I
Liceo Técnico Don Bosco		Nada específico ni para FV ni CSP	Adquirir publicaciones específicas		FV:0 CSP:0

Normativa local relativa a proyectos de gran escala de energía renovable					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA - CDEA	La normativa específica aplicable a proyectos de FV y CSP es fundamental para la instalación y operación eficiente de cualquier proyecto	Legislación eléctrica, económica y medioambiental a nivel local	Ampliar normativa específica para FV y CSP	15%	FV:3 CSP:2
CCT		Normativa ambiental y de prevención de riesgos	Ampliar normativa eléctrica y específica para FV y normativa de proceso y S&S para CSP		FV:2 CSP:1
CEIM		Legislación eléctrica, económica y medioambiental a nivel local	Ampliar normativa específica para FV y CSP		FV:3 CSP:2
Colegio Técnico Don Bosco		<ul style="list-style-type: none"> Leyes, reglamentos y normas técnicas vigentes que regulan los proyectos, la ejecución y el mantenimiento de las instalaciones eléctricas Prevención de riesgos eléctricos 	Ampliar normativa específica para FV y CSP		FV:3 CSP:2

Manuales de estudio					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> Los manuales de estudio sirven al alumno como referencia durante y después del curso Deben cubrir todos los temas relevantes Deben existir manuales para cada asignatura 	Los docentes confeccionan los manuales de estudios para cada curso	Para crear especialización en FV y CSP para ingenieros, será necesario desarrollar manuales para cada asignatura nueva	25%	FV:2 CSP:1
CCT		No existen materiales específicos para FV o CSP	Para crear especialización en FV y CSP para técnicos superiores, será necesario desarrollar manuales para cada asignatura nueva		FV:0 CSP:0
CEIM		No existen materiales específicos para FV o CSP, , aunque sí existen otros materiales que podrían servir como base	Para crear especialización en FV y CSP para técnicos superiores, será necesario desarrollar manuales para cada asignatura nueva		FV:2 CSP:1
Colegio Técnico Don Bosco		No existen materiales específicos para FV o CSP, aunque sí existen otros materiales que podrían servir como base	Para crear especialización en FV y CSP para técnicos medios, será necesario desarrollar manuales para cada asignatura nueva		FV:2 CSP:1

Actividades para trabajar la resolución de problemas					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios de laboratorio • Trabajos para realizar en casa • Ejercicios de lápiz y papel • Proyectos colaborativos 	Los estudiantes realizan mediciones y otros ejercicios en los laboratorios. No se ha facilitado más información al respecto	Se necesita más información para identificar las brechas	25%	FV:S/I CSP:S/I
CCT		<ul style="list-style-type: none"> • Todos los elementos anteriores, excepto trabajos para realizar en casa con el fin de compaginar las carreras técnicas con la vida laboral • Hacen especial hincapié en los proyectos colaborativos con el fin de simular una situación laboral real 	No específicos para FV ni CSP		FV:2 CSP:1
CEIM		Se trabaja adecuadamente la resolución de problemas	No específico para FV ni CSP		FV:2 CSP:1
Liceo Técnico Don Bosco		Se trabajó adecuadamente la resolución de problemas	No específico para FV ni CSP		FV:2 CSP:1

Presentaciones					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades específicas	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA - CDEA	Set de presentaciones sobre FV y CSP adaptadas a los grupos objetivo	Material no ha sido facilitado para elaborar el informe	Se necesita información para identificar las brechas en el material existente	25%	FV:S/I CSP:S/I
CCT		Nada	Necesidad de desarrollar materiales específicos para FV		FV:0 CSP:0
CEIM		Existe material sobre electricidad y mecánica. Éste no ha sido facilitado para elaborar el informe.	Necesidad de desarrollar materiales específicos para FV y CSP		FV:1 CSP:1
Colegio Técnico Don Bosco		Existe material sobre electricidad y electrónica. Éste no ha sido facilitado para elaborar el informe	Necesidad de desarrollar materiales específicos para FV y especialmente material sobre procesos térmicos para CSP		FV:1 CSP:1

A4.2: Recursos de formación e infraestructura: espacio y logística

Aulas, espacios para los laboratorios, ordenadores, conexión a internet					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio suficiente para conducir clases teóricas • Espacio para laboratorios • Espacio para instalar sistemas reales FV • Espacio para instalar un colector solar CSP • Buena conexión a internet • Ordenadores suficientes para los alumnos 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio para clases teóricas • En construcción nueva aula de 15/4 m² • Presupuesto y espacios asignados para ampliar los laboratorios • Ordenadores disponibles y posibilidad de adquirir más • Buena conexión a internet • Espacio para instalar sistemas reales FV y CSP en los terrenos de la PSDA 	Instalaciones adecuadas	100%	FV:4 CSP:4
CCT		<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de la infraestructura que ofrece la universidad • Plan de ampliación para establecer el CFT regional 	Realizar la ampliación de las instalaciones.		FV:1 CSP:1
CEIM		<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones excelentes (superficie aproximada de 9,000 m²) • Edificio nuevo en construcción • Espacio para instalar sistemas reales FV con fines académico 	Espacio para instalar un sistema real CSP		FV:3 CSP:2
Colegio Técnico Don Bosco		<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones excelentes • Amplio espacio para laboratorios y clases teóricas • Espacio para instalar sistemas reales FV con fines académicos 	Espacio para instalar un sistema real CSP		FV:3 CSP:2

A4.3 Recursos de formación e infraestructura: Laboratorio

Objetivos: La formación práctica es fundamental para poder desempeñar las futuras actividades profesionales. Durante las entrevistas mantenidas, las empresas del sector destacaron especialmente que los conocimientos prácticos eran de los aspectos que más valoraban en los empleados. Por lo tanto, un buen programa de capacitación debe incorporar una gran parte práctica, cuyo contenido se aproxime lo máximo posible a la realidad.

La mayoría de las instituciones entrevistadas cuentan ya con equipo técnico de reciente adquisición para la formación práctica de sus estudiantes, aunque en algunos casos aún no se ha utilizado. Con el fin de aprender todos los aspectos de proyectos de FV y CSP, el centro de formación necesita contar con equipo técnico apropiado.

A continuación, se explican los elementos que se necesitan para las instalaciones de formación práctica en FV y CSP:

1. FV:

- Kits para enseñar los principios básicos de FV
- Simuladores para sistemas conectados a la red
- Juego de componentes reales en los que se reflejen todos los aspectos eléctricos y mecánicos relevantes de un sistema típico FV y sus instrumentos

2. CSP:

- Kits para enseñar los principios básicos de plantas solar termoeléctricas
- Simuladores del rendimiento y producción diarias y anuales de una planta solar termoeléctricas
- Juego de componentes reales en los que se reflejen todos los aspectos eléctricos, mecánicos y químicos relevantes de una planta solar termoeléctrico.

Estos paquetes serán útiles para todos los grupos objetivo y pueden ser utilizados en varios niveles de dificultad.

Con el fin de reducir costos, se recomienda aprovechar los elementos ya disponibles.

Una posibilidad es incorporar al programa de formación práctica en empresa. Idealmente, la relación debería ser 50% - 50%. Sin embargo, este porcentaje es difícil de conseguir cuando la capacitación se realiza fuera del seno de una empresa o cuando se capacita mano de obra para sectores emergentes, como es el caso actual. Dado que todavía no existen muchos proyectos en construcción es posible que no se consiga crear convenios con empresas para cumplir la parte práctica de la formación. En caso de no conseguir este tipo de convenio, el programa de formación puede adaptarse a un porcentaje menor de práctica en empresa o a reforzar la parte de laboratorio para suplir la experiencia real. Otra opción es que los alumnos realicen prácticas voluntarias paralelas a la formación.

Tareas principales FV:	Tareas principales CSP:	Resultados FV:	Resultados CSP:
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inventario de materiales y herramientas disponibles • Compilar lista de materiales para ser adquiridos • Optimización del presupuesto • Adquisición del equipo • Organizar envío de equipo • Instalación del equipo • Diseño de instrucciones para el uso durante las prácticas • Preparar sistema de inventario • Realizar inventario del equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inventario de materiales y herramientas disponibles • Compilar lista de materiales para ser adquiridos • Optimización del presupuesto • Adquisición del equipo incluyendo estaciones meteorológicas. • Organizar envío de equipo • Instalación del equipo • Diseño de instrucciones para el uso durante las prácticas • Preparar sistema de inventario • Realizar inventario del equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • El centro de formación tendrá disponible un set de equipo técnico esencial para el aprendizaje de sistemas FV de gran escala • Un juego de instrucciones para todos los ejercicios prácticos • Sistema de inventario, incluyendo manual 	<ul style="list-style-type: none"> • El centro de formación tendrá disponible un set de equipo técnico esencial para el aprendizaje de equipos de CSP incluyendo estaciones meteorológicas. • Un juego de instrucciones para todos los ejercicios prácticos. • Sistema de inventario, incluyendo manual

Resultados del análisis de las capacidades

Kits para enseñar los básicos sobre energía solar

Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> Nivel básico: Experimentos: mediciones en función de temperatura / irradiación; conexiones, estaciones meteorológicas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Kit adecuado para grupos pequeños (4-6 estudiantes) para FV PVSYST - Software de Simulación de Sistemas Fotovoltaicos Etap – Software de Simulación para Sistemas Eléctricos Industriales Estaciones Solarimetricas Laboratorios para sistemas FV desconectados. 	Ampliar kit para poder ofrecer formación a más alumnos	20%	FV:3 CSP:2
CCT		No tienen equipo didáctico ni para FV ni para CSP	Equipo para poder ofrecer formación		FV:0 CSP:0
CEIM		Kit adecuado para grupos pequeños (4-6 estudiantes)	Ampliar equipo para poder ofrecer formación a más alumnos		FV:3 CSP:0
Liceo Técnico Don Bosco		No tienen kits	Equipo para poder ofrecer formación		FV:0 CSP:0

Simuladores de conexión a la red

Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	Nivel básico – intermedio	Digsilent – Software de Simulación de Redes Eléctricas	Capacidades adecuadas	20%	FV:4
CCT	<ul style="list-style-type: none"> Mediciones, cableado, eficiencia de inversores, etc. 	No tienen equipo didáctico ni para FV ni para CSP	Necesidad de adquirir equipo		FV:0
CEIM	Este equipo no se aplica a CSP	Nada	Necesidad de adquirir equipo		FV:0
Liceo Técnico Don Bosco		No tienen simuladores de conexión.	En caso de ofrecer formación a operarios como se plantea en este informe, no sería necesario adquirir este equipo.		FV:0

Set de componentes reales

Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	Nivel intermedio: FV: <ul style="list-style-type: none"> Módulos FV Inversores Componentes eléctricos BOS 	Sistemas fotovoltaicos industriales y residenciales: <ul style="list-style-type: none"> 2 plantas 10kW 2 plantas 12 kW 5 plantas 21 kW 	Capacidades adecuadas para FV	20%	FV:4 CSP:1
CCT	<ul style="list-style-type: none"> Componentes eléctricos BOS Ejercicios 	No tienen set de componentes reales ni para FV ni para CSP	Set completos para grupos de hasta 16 estudiantes		FV:0 CSP:0
CEIM	<ul style="list-style-type: none"> Manejo y medición de componentes individuales 	Nada	Set completos para grupos de hasta 16 estudiantes		FV:0 CSP:0

<p>Colegio Técnico Don Bosco</p>	<p>CSP:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estaciones de medición meteorológica (Pyranometer, Pyrheliometer, etc.) Superficies reflectantes Elementos de recogida de calor Laboratorios HTF Elementos colectores individuales con sistemas de rastreo 	<p>12 plantas 15,5 kW</p>	<p>Capacidades adecuadas para FV</p>	<p>FV:4 CSP:0</p>
----------------------------------	--	---------------------------	--------------------------------------	-------------------

Sistema completo de conexión a la red para realizar de demostraciones

Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<p>Nivel: todos</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistemas de varios kW de capacidad para demostraciones. Este equipo no se aplica a CSP 	S/I	<p>S/I: Material no facilitado</p> <p>Posibilidad de acceso a sistemas reales a través de la PSDA</p>	15%	FV:S/I CSP:0
CCT		No tienen sistema completo de conexión a la red	1 sistema FV de varios kW. Podría existir la posibilidad de tener acceso a sistemas reales a través de la PSDA, si esta colaborase con el centro de formación		FV:0 CSP:0
CEIM		No tienen sistema completo de conexión a la red	1 sistema FV de varios kW. Podría existir la posibilidad de tener acceso a sistemas reales a través de la PSDA, si esta colaborase con el centro de formación		FV:0 CSP:0
Liceo Técnico Don Bosco		No tienen sistema completo de conexión a la red	1 sistema FV de varios kW. Podría existir la posibilidad de tener acceso a sistemas reales a través de la PSDA, si esta colaborase con el centro de formación		FV:0 CSP:0

Instrucciones para realizar ejercicios y experimentos

Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> Instrucciones para experimentos y ejercicios prácticos Software y Hardware para simulaciones de producción detallados de plantas FV y CSP 	Set de ejercicios para energía FV	Capacidades adecuadas para FV	15%	FV:4 CSP:0
CCT		No tienen estos materiales	Desarrollar instrucciones		FV:0 CSP:0
CEIM		Set de ejercicios para energía FV	Capacidades adecuadas para FV		FV:4 CSP:0
Liceo Técnico Don Bosco		No tienen estos materiales	Desarrollar instrucciones		FV:0 CSP:0

Inventario y sistema de mantenimiento					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA - CDEA	1 sistema de inventario y mantenimiento para el equipo	No se ha facilitado más información	S/I	5%	FV:S/I CSP:S/I
CCT		Nada; no lo necesitan de momento	En caso de tener equipo, necesitarían realizar un inventario		FV:0 CSP:0
CEIM		Mantenimiento realizado por el personal del CEIM. No se ha facilitado más información	S/I		FV:S/I CSP:S/I
Colegio Técnico Don Bosco		Mantenimiento realizado por el personal	<ul style="list-style-type: none"> En caso de aumentar equipo, necesitarían realizar inventario específico El liceo tiene sistema de inventario para el resto de materiales 		FV:3 CSP:0

A4.4 Recursos de formación e infraestructura: Docentes y seminarios Train-the-Trainer (T-t-T)

Objetivos: Durante las entrevistas mantenidas, quedó patente la necesidad de seminarios T-t-T. Aunque varias instituciones cuentan con profesores con muy buena experiencia y conocimientos técnicos en electricidad, electrónica y/o mecánica, la mayoría no cuentan con conocimientos específicos en FV o CSP. Únicamente, la UA cuenta en su plantilla con varios docentes con conocimientos en estos temas.

Para poder implementar el centro de formación, es necesario formar docentes unos 25-30 docentes en FV. Para cumplir este objetivo, es necesario organizar 5 seminarios T-t-T.

El grupo de profesores debería estar estructurado de tal forma que sus conocimientos se complementen entre sí. De esta manera, se podrán cubrir todas las necesidades de formación.

El concepto de Train-the-Trainer se compone de los siguientes pasos:

1. Pre-selección, selección e invitación a los candidatos
2. Preparación del seminario Train-the-Trainer
3. Implementación del seminario Train-the-Trainer, incluyendo evaluación didáctica de los candidatos, exámenes teóricos y prácticos y, por último, selección y clasificación de profesores (senior, junior y asistentes)
4. Preparación de los primeros seminarios con los profesores elegidos
5. Implementación de los primeros seminarios; en este caso, se puede plantear la presencia de un experto internacional en FV o CSP
6. Informes proporcionados por profesores e implementación de propuestas de mejora

Asimismo, es fundamental que tanto el Centro de Formación como los materiales didácticos estén listos para celebrar los seminarios T-t-T. De esta manera, los profesores pueden familiarizarse con los materiales.

Según la experiencia de RENAC, de cada 12 participantes en un seminario T-t-T, unos 6 - 8 logran certificarse como docentes a diferentes niveles (senior, junior y asistente). Por este motivo, es necesario invitar a más participantes de los que se necesitan a cursar un T-t-T.

En esta fase también es importante considerar que la disponibilidad de los docentes para trabajar en los futuros cursos. De nuevo según experiencias previas, es difícil encontrar docentes – especialmente cuando se trabaja con personal externo - que puedan tener disponibilidad 100%. Este es otro motivo de suma importancia para formar la suficiente cantidad de docentes como para tener la demanda siempre cubierta.

Tareas principales FV:	Tareas principales CSP:	Resultados FV:	Resultados CSP:
<ul style="list-style-type: none"> • Pre-selección e invitación de candidatos • Preparación de los seminarios T-t-T • Implementación de 5 seminarios T-t-T • Exámenes, evaluación y selección de profesores después de cada T-t-T • Evaluación de los seminarios T-t-T y preparación de informes • Finalizar, actualizar y mejorar materiales didácticos o planificación de los cursos • Preparación e implementación de los primeros cursos en FV 	<ul style="list-style-type: none"> • Pre-selección e invitación de candidatos • Preparación de los seminarios T-t-T • Implementación de 5 seminarios T-t-T • Exámenes, evaluación y selección de profesores después de cada T-t-T • Evaluación de los seminarios T-t-T y preparación de informes • Finalizar, actualizar y mejorar materiales didácticos o planificación de los cursos • Preparación e implementación de los primeros cursos en solar térmica de alta temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Un total de 25 – 30 docentes compuesto por: Grupo de profesores seniores, grupo de profesores asistentes y junior, grupo de docentes externos • Aumento de los conocimientos técnicos entre los participantes • Primeros seminarios implementados 	<ul style="list-style-type: none"> • Un total de 25 – 30 docentes compuesto por: Grupo de profesores seniores, grupo de profesores asistentes y junior, grupo de docentes externos • Aumento de los conocimientos técnicos entre los participantes • Primeros seminarios implementados

Resultados del análisis de las capacidades

Docentes y capacitadores					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	Equipo de docentes	<ul style="list-style-type: none"> Ingenieros eléctricos, mecánicos, térmicos, termodinámicos químicos, civil, informático 1 Físico Varios investigadores Experiencia en la industria Trabajan a tiempo completo para la universidad 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda añadir varios docentes nivel senior especializados en FV y CSP Se recomienda establecer un grupo de docentes externos para cubrir temas específicos 	100%	FV:3 CSP:2
CCT		<ul style="list-style-type: none"> No existen docentes especializados en FV ni CSP Trabajan con personal externo 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda añadir varios docentes nivel senior especializados en FV y CSP Se necesita desarrollar conocimientos específicos teóricos y prácticos sobre FV y CSP Se recomienda establecer un grupo de docentes externos para cubrir temas específicos 		FV:1 CSP:1
CEIM		<ul style="list-style-type: none"> No cuentan con profesores especializados ni en FV ni en CSP Profesores expertos en electricidad y mecánica con larga experiencia en la industria 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda añadir varios docentes nivel senior especializados en FV Se necesita desarrollar conocimientos específicos teóricos y prácticos sobre FV Se recomienda establecer un grupo de docentes externos para cubrir temas específicos 		FV:2 CSP:1
Colegio Técnico		<ul style="list-style-type: none"> No cuentan con profesores especializados ni en FV ni en CSP 	<ul style="list-style-type: none"> Se recomienda añadir varios docentes nivel senior especializados 		FV:2 CSP:1

Docentes y capacitadores

Don Bosco

- | | | | |
|--|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Cuentan con profesores expertos en electricidad y mecánica con experiencia en la industria | <ul style="list-style-type: none"> • en FV y CSP • Se necesita desarrollar conocimientos específicos teóricos y prácticos sobre FV y CSP • Se recomienda establecer un grupo de docentes externos para cubrir temas específicos | |
|--|--|--|--|

A5: Exámenes prácticos y teóricos

Objetivos: Exámenes teóricos y, dependiendo de las descripciones de los trabajos, exámenes prácticos para comprobar si el candidato ha adquirido el conocimiento y capacidades para cumplir con las tareas profesionales descritas.

Los exámenes pueden ser derivados de ejercicios teóricos y de ejercicios prácticos de laboratorio. Por este motivo, el desarrollo de los exámenes debería iniciarse una vez estén listos los ejercicios.

Especialmente en el caso de cálculos complejos es recomendable que el profesor tenga los ejercicios en una tabla Excel donde el proceso de cálculo. De esta manera, cambiando un parámetro, puedan obtenerse variaciones del mismo ejercicio.

Tareas principales FV:	Tareas principales CSP:	Resultados FV:	Resultados CSP:
<ul style="list-style-type: none"> Preparar exámenes teóricos, incluyendo soluciones (basados en descripciones de trabajos/ejercicios) Preparar exámenes prácticos, incluyendo soluciones (basados en descripciones de trabajos/ejercicios de laboratorio) 	<ul style="list-style-type: none"> Preparar exámenes teóricos, incluyendo soluciones (basados en descripciones de trabajos/ejercicios) Preparar exámenes prácticos, incluyendo soluciones (basados en descripciones de trabajos/ejercicios de laboratorio) 	<ul style="list-style-type: none"> Un juego completo de exámenes teóricos y prácticos, incluyendo soluciones para FV 	<ul style="list-style-type: none"> Un juego completo de exámenes teóricos y prácticos, incluyendo soluciones para CSP

Resultados del análisis de las capacidades

Exámenes teóricos					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> • Un juego de preguntas y ejercicios (incluyendo respuestas) para cada curso. Las plantillas deben tener una gran variedad de preguntas de forma que los exámenes puedan modificarse con facilidad. • Los exámenes deben contener preguntas abiertas, preguntas de selección múltiple • Ejercicios de cálculo simples y complejos 	No se ha facilitado información	S/I	50%	FV:S/I CSP:S/I
CCT		No existen exámenes para FV o CSP. Únicamente sobre las materias que pudieran servir de base.	No se ha facilitado información		FV:S/I CSP:S/I
CEIM		No existen exámenes para FV o CSP. Únicamente sobre las materias que pudieran servir de base.	No se ha facilitado información		FV:S/I CSP:S/I
Colegio Técnico Don Bosco		No existen exámenes para FV o CSP. Únicamente sobre las materias que pudieran servir de base.	No se ha facilitado información		FV:S/I CSP:S/I

Exámenes prácticos					
Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	<ul style="list-style-type: none"> Un juego de documentos para realizar exámenes prácticos para todos los cursos con contenido práctico Estos documentos deben contener instrucciones para los candidatos, así como instrucciones y minutas para el examinador 	No se ha facilitado información	No se ha facilitado información	50%	FV:S/I CSP:S/I
CCT		Nada	Necesidad de desarrollar exámenes prácticos para técnicos superiores		FV:0 CSP:0
CEIM		Nada para FV o CSP	Necesidad de desarrollar exámenes prácticos para técnicos superiores		FV:0 CSP:0
Colegio Técnico Don Bosco		Nada para FV o CSP	Necesidad de desarrollar exámenes prácticos para técnicos superiores		FV:0 CSP:0

A6: Evaluación y control de calidad

Objetivos: Integrar los cursos que se ofertarán en el centro de formación dentro de los esquemas de control de calidad existentes y, en caso de necesidad, realizar propuestas de mejora. Se debe poner especial énfasis en garantizar que las propuestas de mejora lleguen a implementarse con eficiencia.

Tareas principales FV:	Tareas principales CSP:	Resultados FV:	Resultados CSP:
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar esquemas de evaluación existentes • Si es necesario, revisar la evaluación llevada a cabo por los participantes • Si es necesario, revisar los resultados de los exámenes • Analizar posibilidades de evaluación a través de supervisores 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar esquemas de evaluación existentes • Si es necesario, revisar la evaluación llevada a cabo por los participantes • Si es necesario, revisar los resultados de los exámenes <p>Analizar posibilidades de evaluación a través de supervisores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos de evaluación • Oferta formativa en FV integrada en el sistema de evaluación y control de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos de evaluación • Oferta formativa en CSP integrada en el sistema de evaluación y control de calidad

Resultados del análisis de las capacidades

Revisión e implementación de esquemas de evaluación y control de calidad

Institución	Capacidades necesarias	Capacidades existentes	Brecha en las capacidades	Peso	Puntuación
UA – CDEA	Esquema de evaluación en profundidad con procesos para la mejora de la calidad	Existen esquemas de control de calidad, pero sólo se aplican en algunas áreas	Incluir FV y CSP en esquema de evaluación	100%	FV:3 CSP:3
CCT		<ul style="list-style-type: none"> Hasta ahora no tenían esquemas de control de calidad Acaban de asignar un responsable para esto 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar un sistema de control de calidad Integrar oferta formativa FV en este sistema 		FV:0 CSP:0
CEIM		Esquemas para la oferta académica existente	Incluir FV en esquema de evaluación		FV:3 CSP:3
Colegio Técnico Don Bosco		Información no facilitada	<ul style="list-style-type: none"> S/I 		FV:S/I CSP:S/I

Anexo II: Cuestionario guía para entrevistas

Análisis de las capacidades para la concepción de un centro de formación sobre energía solar en Chile

Cuestionario

13 – 17 de Octubre 2014

Instituciones Educativas/ Socios (Decano)

1. ¿Qué actividades de formación desarrolla actualmente? – Tema y grupos objetivo
 - Planes de estudio
 - Formación profesional
 - Otras ofertas académicas
2. ¿Estarían interesados en ampliar la oferta formativa con cursos sobre energía fotovoltaica o energía solar termoeléctrica?
3. ¿Existe oferta formativa enfocada hacia energía fotovoltaica o energía solar termoeléctrica?
4. ¿Existe interés en colaborar con centros de investigación (internacionales) en el campo de la energía solar? ¿Cómo podría ser esta colaboración?
5. ¿Cómo está organizada esta institución? (Responsabilidades, actores)
6. ¿Cómo se financian las actividades de formación?
7. ¿Cómo funciona el reconocimiento formal de nuevos contenidos didácticos?
8. ¿Se necesita únicamente el reconocimiento de la universidad o es necesario el reconocimiento de organismos estatales externos? En este caso, ¿cuál sería el proceso?

a- Instituciones educativas/ Análisis DAFO

F

- ¿Cuáles son sus recursos especiales?
- ¿Qué dio buen resultado en el pasado?

D

- ¿Qué puede mejorarse?
- ¿Qué recursos faltan?

O

- ¿Qué oportunidades ha identificado?
- ¿Qué desarrollos pueden suponer una ventaja?
- ¿Qué fortalezas podrían convertirse en una oportunidad?
- ¿Qué cambios podrían suponer una oportunidad?

A

- ¿Cuáles son sus obstáculos?
- ¿Qué amenazas suponen una debilidad?

b- Plan de Estudios (Directora de Carrera)

1. ¿Existen ya algún plan de estudios en el campo de las energías renovables o energía solar? ¿Podríamos tener acceso a ellos?

2. ¿Qué otros planes de estudios no relacionados con las energías renovables podrían ser relevantes para éstas?
3. ¿Qué temas le gustaría añadir a los planes de estudios?
4. ¿Qué temas tanto en contenido como en metodología le gustaría ampliar o mejorar?
5. ¿Cuál es su experiencia con e-learning (aprendizaje electrónico)? ¿Les resultaría interesante la combinación de formación presencial y online?

c- Capacitación (Directora de Carrera)

1. ¿Ofrece la universidad Capacitación?
2. ¿Qué tal es la demanda de esta oferta?
3. ¿A qué grupos objetivo está dirigida esta oferta?
4. ¿Estaría interesado en ofrecer capacitación para profesionales?
5. ¿Qué formación previa o bagaje profesional tienen los participantes de estas capacitaciones?
6. ¿Existe algún plan para ofrecer formación continua a profesionales con perfiles no técnicos (Juristas, economistas, miembros de la administración pública, etc.)?
7. ¿Cuál es la voluntad de pago/ costes de la formación continua?

d- Docentes (Decano – Directora de Carrera)

1. ¿Qué docentes se dedican ya al tema de la energía solar?
2. ¿Cuál es su perfil y experiencia? ¿Experiencia práctica profesional?
3. ¿Qué temas cubren?
4. ¿Estarían los docentes interesados en ampliar su gama de formación a tecnologías de energía solar?
5. ¿Estarían interesados en participar en un programa de formación docente Train-the-Trainer?
6. ¿Estarían abiertos a la posibilidad de someterse a una evaluación?
7. ¿Dominan correctamente el inglés o sería mejor realizar el T-t-T en español?
8. ¿Podría la institución destinar recursos (tiempo, personal, etc.) para tecnologías solares?
9. ¿Cuál es su experiencia con docentes externos? ¿Estarían abiertos a colaborar con docentes externos?

e- Metodología/ Didáctica

1. ¿Cómo se organizan los cursos de capacitación actualmente?
2. ¿Cómo se tratan en la actualidad las habilidades para la resolución de problemas? (Estudios de caso, ejercicios, elementos de formación interactivos, etc.)
3. ¿Quién desarrolla los materiales académicos y cómo se organizan?
4. ¿Hay disponibles informes de operación de sistemas solares reales? ¿Documentos, presentaciones?

5. ¿Cómo se trata el autoaprendizaje? ¿Deberes?
6. ¿De cuánto tiempo disponen los estudiantes para realizar los cursos?
7. ¿Cuál es la duración recomendada de los cursos?

f- Evaluaciones

1. ¿Cómo se evalúan los conocimientos y las capacidades nuevas? (Exámenes, autoevaluación, etc.)
2. ¿Quién define los exámenes? ¿Cómo se preparan los ejercicios de los exámenes? (Nota: orientados hacia las capacidades necesarias?)

g- Biblioteca (física / electrónica)

1. ¿Cómo se le proporcionan los materiales a los estudiantes?
2. ¿Qué títulos y Fuentes electrónicas están disponibles?

h- Controles de calidad

1. ¿Cómo se organizan los controles de calidad?
2. ¿Existen informes disponibles?

i- Financiación de estudios

1. ¿Cuánto costaría a un estudiante realizar sus estudios o realizar una Capacitación en este campo?
2. ¿Existen becas o créditos de estudios?
3. ¿Cómo financian los estudiantes sus tasas de estudio?

j- Centro de Formación (Training Center)

1. Un centro de formación permite la realización de prácticas con las tecnologías. ¿Es éste un enfoque que le gustaría desarrollar a la institución?
2. ¿De qué equipo disponen en la actualidad (ER y no ER)? ¿Podrían facilitarnos un inventario?
3. ¿Tienen pensado adquirir equipo próximamente?
4. ¿Disponen de softwares específicos para la formación en ER? ¿De cuántas licencias disponen?
5. ¿Hay espacio suficiente para el equipo técnico del centro de formación tanto en el interior como en el exterior?
6. ¿Cómo se organizaría el centro de formación (Training Center)?
7. ¿Quién es responsable del mantenimiento del centro de formación?
8. ¿Existen los recursos necesarios para hacer funcionar un centro de formación? ¿Y para mantenerlo una vez termine el proyecto con la GIZ/ICI?
9. ¿Podría compartir con nosotros documentos, manuales de los profesores, instrucciones para los estudiantes, ejercicios, etc. del centro de formación?
10. ¿Hay espacio para instalaciones de energía solar fotovoltaica o solar termoeléctrica?
11. ¿De cuántos ordenadores disponen?
12. ¿Qué tal es la conexión a internet?
13. ¿Existen localizaciones cercanas de ER interesantes que pudieran visitarse como parte de la formación?

Empresas de Energía Solar

¿Qué actividades ha desarrollado su empresa en Chile?

a- Condiciones marco

1. ¿Cómo ve usted la situación actual del mercado PV y CSP en Chile ?
2. ¿Qué crecimiento de mercado se espera en Chile?
3. ¿Qué obstáculos ve Ud. al desarrollo/ crecimiento del mercado PV y CSP en Chile?

b- Formación profesional y continua/ grupos objetivo

1. ¿Qué tipo de calificación y/o experiencia laboral necesita su personal para el desarrollo de su actividad/tareas (para proyectos PV y para proyectos CSP) para desarrollar las tareas? (Profesional, técnicos, operarios).

¿Qué conocimientos y capacidades se esperan de un empleado? (Importante diferenciar entre perfil técnico y no técnico, y entre nivel de formación). (Solicitar descripción de puestos de trabajo como documentación para el informe)

2. ¿Cuánto personal calificado estima necesario? (PV-CSP).
3. ¿En qué etapa se necesita el personal calificado?
4. ¿Qué idioma(s) tiene que hablar el personal?
5. ¿Detecta usted falencias en la formación del personal calificado para este tipo de actividad?
6. ¿Sabe Ud. de la existencia de algún tipo de certificación para el tipo de personal que usted requiere?
7. ¿Cuando ud requiere contratar personal cualificado, dónde lo busca? ¿Fuente de RRHH?
8. ¿Qué ofertas de formación continua han usado los trabajadores hasta ahora?
9. ¿Qué expectativas tienen las empresas privadas sobre una formación práctica relevante?
10. ¿Estarían interesados en invertir en capacitación para sus empleados (tiempo, dinero)?
11. ¿De cuánto tiempo dispondrían los empleados para realizar los cursos?
12. ¿Cuál sería la duración esperada de los cursos?

c- Preguntas específicas sobre CSP

1. ¿Usted conoce la tecnología de solar termoelectrica?
2. ¿Qué ventajas y desventajas ven Ustedes en la tecnología solar termoelectrica?
3. ¿Cuáles serán las tecnologías que se utilizarían en Chile?

- Concentrador solar cilíndrico parabólico
 - Central solar de torre central
 - Reflectores Fresnel
 - Disco Stirling
4. ¿Cómo son los perfiles de carga?
 5. ¿Qué posibilidad existen para bajar los costes de la energía solar termoeléctrica?
 6. En caso de perfiles de carga 24 horas, ¿necesita el mercado soluciones para el almacenaje de energía o sistemas híbridos?

Ministerios/ Asociaciones industriales

a- Condiciones marco

1. En el marco de las actuales políticas de fomento a las Renovables, ve usted algún instrumento o política específica de fomento a la energía solar PV/CSP?
2. ¿Cómo ve usted la situación actual del mercado PV y CSP en Chile?
3. ¿Qué crecimiento de mercado se espera en Chile?
4. ¿Qué obstáculos ve Ud. al desarrollo/ crecimiento del mercado PV y CSP en Chile?

b- Formación en Energía Solar

1. ¿Cuáles cree usted que son las necesidades de formación en el sector solar PV/CSP?
2. ¿Existen mecanismos para fomentar la formación específica en el sector PV/CSP? (Sense?)
3. Hoy en día, qué actores conoce usted, capaces de dar formación y/o capacitación en el sector solar y cómo los evalúa?
4. ¿Cómo debería certificarse la oferta formativa? ¿Quién sería el responsable de las certificaciones y cuáles son las condiciones habituales?

c- Centro de Formación

1. ¿Qué interés tendría Chile en un centro de formación (Training Center) específico en Energía Solar a nivel nacional?
2. ¿Qué actores podrían ser “socios” o colaboradores del eventual centro de formación?
3. ¿Cómo piensa ud que podría colaborar/apoyar el eventual centro de formación?

Preguntas específicas para Centro de Entrenamiento Minero

Descripción Centro de Entrenamiento

Mercado

1. ¿Qué objetivos existen en la industria minera para el uso de RE, PV y CSP en Chile?
2. ¿Existen incentivos relacionados al el uso de energías renovables en el sector minero?
3. ¿Cómo ve usted la situación actual del mercado PV y CSP en Chile en la industria minera?
4. ¿Qué crecimiento de mercado se espera en Chile?
5. ¿Qué obstáculos ve Ud. al desarrollo/ crecimiento del mercado PV y CSP en Chile?

Formación en Energía solar

1. ¿Ofrecen actualmente formación sobre temas relacionados al área de la energía eléctrica?
2. ¿Su formación está destinada a técnicos o también a instaladores?
3. ¿Existe interés en ampliar su oferta formativa a ámbitos relacionados a tecnologías CSP y PV?
4. ¿Contemplan la opción de una posible colaboración con la Universidad de Antofagasta?