

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA IMPLEMENTAR MICRO-REDES
BASADAS EN ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN
COMUNIDADES CON AISLAMIENTO EXTREMO: CASO DE ESTUDIO, ISLA
ALEJANDRO SELKIRK, ARCHIPIÉLAGO JUAN FERNÁNDEZ.**

RUBÉN FÉLIX MÉNDEZ MARDONES

Santiago, Chile
2017

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de Título

**PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA IMPLEMENTAR MICRO-REDES
BASADAS EN ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN
COMUNIDADES CON AISLAMIENTO EXTREMO: CASO DE ESTUDIO, ISLA
ALEJANDRO SELKIRK, ARCHIPIÉLAGO JUAN FERNÁNDEZ.**

**STRATEGICAL PROPOSAL TO IMPLEMENT MICROGRID BASED NON-
CONVENTIONAL RENEWABLE ENERGY IN COMMUNITIES WITH
EXTREME ISOLATION: CASE STUDY, ALEJANDRO SELKIRK ISLAND, JUAN
FERNÁNDEZ ARCHIPELAGO.**

RUBÉN FÉLIX MÉNDEZ MARDONES

Santiago, Chile
2017

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA IMPLEMENTAR MICRO-REDES
BASADAS EN ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN
COMUNIDADES CON AISLAMIENTO EXTREMO: CASO DE ESTUDIO, ISLA
ALEJANDRO SELKIRK, ARCHIPIÉLAGO JUAN FERNÁNDEZ.**

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

RUBÉN FÉLIX MÉNDEZ MARDONES

| Profesores Guías | Calificaciones |
|--|-----------------------|
| Roberto Hernández A. Prof. de Estado en Historia, Geog, y Educ. Cívica, Mg. Sc. | 6,7 |
| Doris Sáez H. Ingeniero Civil Industrial mención Electricidad, Dr. | 7,0 |
| Profesores Evaluadores | |
| Gerardo Soto M. Ingeniero Forestal, M.S. Dr. | 7,0 |
| Jorge Pérez Q. Ingeniero Agrónomo, Ph. D. | 7,0 |

Santiago, Chile
2017

“Todo aquello que se cree con firmeza, se puede ver y concretar”

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero hacer un reconocimiento a mi hermosa familia. Agradezco a mis padres Rubén y Maribel, quienes han sido excelentes promotores e impulsores de todo lo que me propongo, apoyando mis proyectos desde que soy niño. Mis abuelos Moisés y Berta (Lelita), por todo su cariño, apoyo y consejos. Mi querida hermanita Carla, compañera de juegos, peleas y de vida, espero que sigamos aprendiendo juntos por muchos años. A mi tía Bianca, gracias por su alegría, finalmente a mis queridas Tanea y Andrea.

Agradezco a las lindas amistades que nacieron en la universidad, todos fueron necesarios e importantes, en especial la Paty, Gaby, Víctor, Dager, Boris y la Pao. En particular, agradezco a mi gran amiga y compañera de trabajo Gaby, con quien hemos confluido en sueños que se han materializado en nuestro proyecto EGEA ONG, el que nos ha permitido crecer mucho profesionalmente. Me siento muy afortunado de todo lo que hemos vivido y aprendido juntos, este recién es el comienzo.

A todo el equipo de Rescatemos Juan Fernández, Chippi, Diego, Camile y Alina de quienes he aprendido muchísimo y mantengo una gran amistad. También quiero agradecer a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), quienes siempre nos apoyaron en el desarrollo de proyectos en el Archipiélago Juan Fernández, cuando sólo éramos unos jóvenes entusiastas con poca experiencia laboral. A la comunidad de isla Alejandro Selkirk, en especial a la Peyu y su familia, por recibirme como uno de los suyos, contribuir significativamente a esta investigación y permitirme vivir una aventura que jamás olvidaré.

A mis profesores Roberto Hernández y Doris Sáez a quienes les tengo una gran admiración por su trabajo, compromiso y contribución al desarrollo rural sostenible en comunidades aisladas y Mapuche, gracias por ayudarme a orientar este trabajo.

Y a otras personas importantes que he encontrado en el camino, Marie Leone, Cynthia, Nicolai, Royerliz, Talo, Joce, Gi, Kiara y a los y las que vendrán.



ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT..... | 13 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1. Objetivo general..... | 15 |
| 1.2. Objetivos Específicos..... | 15 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |
| 2.1. Área de estudio | 16 |
| 2.2. Materiales..... | 17 |
| 2.3. Métodos..... | 17 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |
| 3.1. Potencial de energías renovables no convencionales..... | 23 |
| 3.2. Necesidades de consumo eléctrico..... | 37 |
| 3.3. Aspectos sociales e institucionales | 47 |
| 3.4. Estrategias para la implementación de una micro-red basada en ERNC..... | 59 |
| 4. CONCLUSIONES..... | 76 |
| 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 78 |
| 6. APÉNDICES | 84 |
| Apéndice I. Protocolo de aplicación de encuesta de consumo eléctrico..... | 84 |
| Apéndice II. Protocolo de aplicación de entrevista semi-estructurada..... | 92 |
| Apéndice III. Base de datos demográfica de la isla Alejandro Selkirk | 97 |
| Apéndice IV. Potencia de electrodomésticos de la comunidad de IAS..... | 101 |
| Apéndice V. Tabla de consumo eléctrico mensual de IAS..... | 106 |
| 7. ANEXOS | 107 |
| Anexo I. Radiación Solar Global por zona climática de Chile..... | 107 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Valores medios de velocidad de viento a diferentes alturas en IAS..... | 26 |
| Cuadro 2. Nómina de entrevistados y criterios de selección..... | 48 |
| Cuadro 3. Variables que deberá registrar la estación meteorológica..... | 64 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cartografía de la isla Alejandro Selkirk..... | 16 |
| Figura 2. Esquema de la metodología utilizada para calcular el potencial de energías renovables en la isla Alejandro Selkirk..... | 18 |
| Figura 3. Perfil mensual de la velocidad de viento en IAS a diferentes alturas..... | 25 |
| Figura 4. Velocidad de viento media mensual en IRC a 30 [m] de altura..... | 26 |
| Figura 5. Radiación solar global media mensual sobre superficie horizontal para el AJF...28 | 28 |

| | |
|--|----|
| Figura 6. Radiación solar media mensual sobre superficie horizontal | 28 |
| Figura 7. Radiación solar para diferentes ángulos de inclinación en IAS | 29 |
| Figura 8. Cantidad mensual de días equivalentes sin luz en IAS | 30 |
| Figura 9. Radiación solar media mensual en AJF..... | 31 |
| Figura 10. Comparación de la radiación solar media mensual en AJF, según la información proporcionada por la DMC, NT y NASA..... | 31 |
| Figura 11. Vegetación de IAS..... | 32 |
| Figura 12. Cartografía de coberturas vegetacionales de IAS..... | 33 |
| Figura 13. Cartografía de exposición para IAS. | 34 |
| Figura 14. Cartografía de pendientes para IAS..... | 34 |
| Figura 15. Cartografía participativa de IAS..... | 36 |
| Figura 16. Poblado de isla Alejandro Selkirk..... | 37 |
| Figura 17. Rangos etarios en la isla Alejandro Selkirk..... | 38 |
| Figura 18. Registros fotográficos de la infraestructura social de IAS | 40 |
| Figura 19. Registros fotográficos de las viviendas de IAS, año 2015 | 41 |
| Figura 20. Consumo de electricidad por categoría en IAS. | 43 |
| Figura 21. Cantidad de electrodomésticos adicionales para un escenario donde IAS cuente con 24 horas diarias de electricidad | 45 |
| Figura 22. Consumo eléctrico en Alejandro Selkirk..... | 45 |
| Figura 23. Consumo eléctrico promedio para hogares con diferentes cantidades de habitantes en Selkirk..... | 46 |
| Figura 24. Mapeo de poder de stakeholders..... | 57 |
| Figura 25. Presentación de resultados preliminares en reunión del Comité de pescadores de IAS | 71 |
| Figura 26. Recomendaciones para replicar la metodología en otros territorios | 72 |

ACRÓNIMOS

| | |
|-------------|--|
| AJF | Archipiélago Juan Fernández |
| CNE | Comisión Nacional de Energía |
| CONAF | Corporación Nacional Forestal |
| DMC | Dirección Meteorológica de Chile |
| EE | Eficiencia Energética |
| ERNC | Energías Renovables No Convencionales |
| ESUSCON | Energía Sustentable Cóndor |
| FCFM | Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile |
| IAS | Isla Alejandro Selkirk |
| IRC | Isla Robinson Crusoe |
| LGPA | Ley General de Pesca y Acuicultura |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| NT | Norma técnica de sistemas solares térmicos |
| OCDE | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos |
| SEREMI | Secretaría Regional Ministerial |
| SERNAGEOMIN | Servicio Nacional de Geología y Minería |
| SUBDERE | Subsecretaría de desarrollo Regional y Administrativo |
| UNESCO | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |
| WMO | World Meteorological Organization (Organización Meteorológica Mundial) |
| WRDC | World Radiation Data Centre (Centro Mundial de Datos de Radiación) |

RESUMEN

Actualmente Chile presenta comunidades que se encuentran en condiciones de aislamiento extremo, las que cubren sus requerimientos eléctricos con precarios sistemas de autoabastecimiento basados en el uso de combustibles fósiles, presentando elevados costos económicos y generando procesos de contaminación ambiental. Este es el caso de una comunidad conformada por aproximadamente 80 personas, ubicada en la isla Alejandro Selkirk perteneciente al Archipiélago Juan Fernández. Selkirk es considerada uno de los territorios más aislados de Latinoamérica y más prioritarios para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial. En este contexto, el presente estudio tuvo por objetivo elaborar una propuesta estratégica para la implementación de una micro-red eléctrica basada en energías renovables no convencionales (ERNC). Para estos efectos, se planteó una metodología de cuatro etapas, 1) evaluar el potencial de energías renovables, 2) determinar las necesidades eléctricas del poblado, 3) realizar un análisis social e institucional y 4) establecer estrategias para la implementación de un proyecto ajustado a la realidad local. En términos generales, los resultados apuntan a que el territorio presenta viabilidad para aprovechar la energía solar disponible, descartando el resto de las fuentes renovables. Por otra parte, la demanda eléctrica del poblado asciende a 2,43 [MWh mes⁻¹] considerando distintas categorías de consumo, entre ellas recreación (30%), refrigeración (24%), higiene (23%), iluminación (13%), cocina (1%), comunicación (1%) y otros consumos (8%). Del análisis social e institucional, se concluye que la comunidad posee una sólida estructura organizacional y una elevada cohesión social. Los entrevistados demostraron tener una gran valoración ambiental, manifestando la necesidad de remplazar el sistema de generación eléctrica actual por uno basado en ERNC, iniciativa que cuenta con el apoyo institucional del territorio. Considerando lo anterior, se propusieron estrategias de corto, mediano y largo plazo orientadas a la articulación social, búsqueda de financiamiento, alianzas estratégicas, seguridad y sostenibilidad del proyecto, además de recomendaciones para replicar la metodología en otros territorios con aislamiento extremo. Luego de someter las propuestas a un proceso de validación social considerando actores de nivel local y regional, se concluyó que las estrategias son pertinentes y factibles de implementar.

Palabras claves: Isla Alejandro Selkirk, micro-red, energías renovables no convencionales, aislamiento extremo.

ABSTRACT

Nowadays, some villages of Chile live in extreme isolation conditions, which meet their electric needs with deficient self-sufficiency systems using fossil fuels, having high economic costs and causing environmental pollution. This is the case of a village of 80 inhabitants located at Alejandro Selkirk island, belonging to Juan Fernández Archipelago. Selkirk is considered to be one of the most isolated Latin American territories and one of high priority for the biodiversity conservation at world level. In this context, this investigation aimed to design strategies to implement an electric micro-grid based on non-conventional renewable energy (NCRE). For this purpose, a four-stage methodology was proposed: 1) evaluating the potential of renewable energies, 2) determining the electric needs of the village, 3) social and institutional analysis, and 4) the establishment of strategies for the implementation of a project, which adapts to local reality. In general terms, in one hand, the results indicate that the territory presents viability to take advantage of the available solar energy, discarding the rest of the renewable sources. On the other hand, the electric demand of the village amounts to 2.43 (MWh month⁻¹) considering different categories of consumption, among them: recreation (30%), refrigeration (24%), hygiene (23%), lighting (13%), cooking (1%), communications (1%) and others consumptions (8%). From the social and institutional analysis, it was concluded that the community has a solid organizational structure and a high social cohesion. The interviewees showed high environmental awareness, stating the need to replace the current electricity generation system with one based on NCRE, initiative that has the institutional support of the territory. Considering the above, short, medium, and long term strategies were proposed, addressing social articulation, fundraising, strategic alliances, safety and sustainability of the project, as well as recommendations to replicate the methodology in other territories with extreme isolation. After the proposals were subjected to a process of social validation which considered stakeholders in a local and regional level, it was concluded that the strategies are appropriate and feasible to be implemented.

Keywords: Alejandro Selkirk island, micro-grid, non-conventional renewable energies, extreme isolation.

1. INTRODUCCIÓN

Producto del desarrollo territorial centralizado de Chile y sus características topográficas, actualmente existen localidades aisladas que son excluidas del desarrollo socioeconómico nacional. Sus poblados presentan una alta vulnerabilidad, ya que no cuentan con servicios básicos como agua potable, sanitarios, comunicación, educación y electricidad (OCDE, 2009). Esta situación propicia la migración de jóvenes y adultos a sectores urbanos en búsqueda de mejores oportunidades (Alcalde, 2015), conllevando a la desaparición de las comunidades y la pérdida de su identidad cultural. En este sentido, el sector energético se configura como un área indispensable para el progreso inclusivo de la sociedad, permitiendo el acceso a iluminación, calefacción, conservación de alimentos, comunicación, utilización de artefactos eléctricos y el desarrollo del sector productivo (Ministerio de Energía, 2014).

En este contexto, las energías renovables no convencionales son tecnologías de bajo impacto medio ambiental que permiten aprovechar fuentes naturales consideradas renovables para la generación de corriente eléctrica. Entre ellas, se encuentran la energía solar, eólica, geotérmica, biomásica, marina e hidroeléctrica con generación menor a 20 [MW] (Ramage, 2004), siendo las dos primeras las más maduras desde el punto de vista tecnológico a nivel mundial (Santana, 2014). Adicionalmente, las ERNC son consideradas como una variable fundamental para el desarrollo sostenible, permitiendo reducir el uso de combustibles fósiles y fomentar la superación de la pobreza (ONU, 2011; NRDC y ACERA, 2013; Ministerio de Desarrollo Social, 2015).

Una alternativa para el abastecimiento energético en comunidades aisladas, son las micro-redes eléctricas. Estos sistemas operan gracias a un conjunto de medios de generación de energía, distribuidos en el territorio, en baja tensión y cercanos a la zona de consumo. Lo anterior, utilizando fuentes de ERNC y sistemas de respaldo con generación eléctrica convencional. Adicionalmente permiten participar del control de la demanda, la reacción del sistema ante contingencias y optimizar el uso de la energía (Ortiz, 2011; Singh y Singh, 2014; Ubilla et al, 2014). Las micro-redes al ser sistemas autónomos pueden operar conectados o bien desconectados de las redes eléctricas, esta particularidad permite que sean una alternativa viable en zonas con aislamiento extremo tanto en territorio continental como insular (Banerji et al., 2012; Zhu et al., 2014).

El diseño de una micro-red debe considerar las prácticas culturales, así como la valoración ambiental, social y humana de las comunidades donde se implementen este tipo de proyectos. Por otra parte es necesario generar estrategias que permitan un efectivo traspaso de los aspectos técnicos, ajustándose a la realidad local de los poblados. Lo anterior, bajo un modelo de cogestión que tienda posteriormente a un sistema de autogestión (Hernández, 2014). Estas consideraciones fueron incorporadas en el proyecto de generación eléctrica ESUSCON de la Universidad de Chile en la localidad de Huatacondo (Nuñez et al., 2013), convirtiéndose en un referente a replicarse en otras localidades del país. No obstante, en la actualidad la mayoría de las iniciativas con micro-redes han sido realizadas en comunidades rurales del continente, siendo necesario extender la investigación a territorios insulares.

Según estudios realizados por la SUBDERE (2008), uno de los territorios con mayor aislamiento a nivel nacional es el Archipiélago Juan Fernández. Este constituye uno de los lugares más prioritarios para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial, siendo declarado Reserva de la Biósfera y Parque Nacional (UNESCO, 2010). Se encuentra ubicado en medio del Océano Pacífico y conformado por tres islas, Robinson Crusoe, Alejandro Selkirk y Santa Clara. En particular, Alejandro Selkirk es aquella que presenta menos accesibilidad, llegando incluso a ser considerada como uno de los territorios más aislados del planeta. En la actualidad es habitada por una comunidad de pescadores de 80 personas, quienes no cuentan con una fuente constante y segura de electricidad. Son abastecidos por generadores eléctricos en base a combustibles fósiles por 4 horas al día, lo que genera impactos negativos en el ecosistema como la emisión de gases efecto invernadero, acumulación de chatarra, derrames de combustible, contaminación acústica y una elevada huella de carbono (Barton, 2012). Esta situación se aleja del modelo de Reserva de la Biosfera establecido por la UNESCO y su programa “*Man and Biosphere*” que implica una interacción armónica entre el hombre y la biósfera (CONAF, 2009).

El presente trabajo consiste en una propuesta estratégica para la implementación de micro-redes basadas en ERNC en territorios con aislamiento extremo, teniendo como caso de estudio la isla Alejandro Selkirk.

1.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta estratégica para implementar una micro-red basada en energías renovables en una comunidad con aislamiento extremo.

1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el potencial de energías renovables no convencionales presentes en la isla Alejandro Selkirk para el diseño de una micro-red.
- Determinar las necesidades de consumo eléctrico de la comunidad de isla Alejandro Selkirk.
- Analizar los aspectos sociales e institucionales relevantes para el diseño de una micro-red.
- Definir estrategias para la implementación de una micro-red basada en energías renovables en la isla Alejandro Selkirk.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el poblado La Colonia de la isla Alejandro Selkirk, también conocida como “Más Afuera”, coordenadas 33° 44’ S y 80° 45’ W, perteneciente a la Región de Valparaíso de Chile. Como se aprecia en la Figura 1, la isla se ubica frente a las costas de Valparaíso a más de 800 km de distancia. Esta corresponde a una de las tres islas del Archipiélago de Juan Fernández, compuesto por Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk (Fundación Biodiversa, 2011). El Archipiélago es un Parque Nacional administrado por la CONAF desde 1935 y declarado Reserva de la Biósfera por la UNESCO en 1977, debido a su relevancia medio ambiental (Greimler et al., 2002; Dirnböck et al., 2003; Cerda, 2005).

Alejandro Selkirk presenta un clima templado cálido y húmedo con una temperatura media anual de 15,3 °C y un valor de precipitación media anual de 1.150 mm (Cuevas & Figueroa, 2007). Posee una superficie de 49 km², con suelos de origen volcánico y una topografía abrupta, penetrada por abundantes y profundas quebradas. Su población alcanza aproximadamente a 80 personas que conforman 24 hogares, quienes habitan la isla desde octubre a mayo¹. La principal actividad económica es la pesca artesanal de langostas y otros productos marinos, siendo desarrollada exclusivamente por hombres.

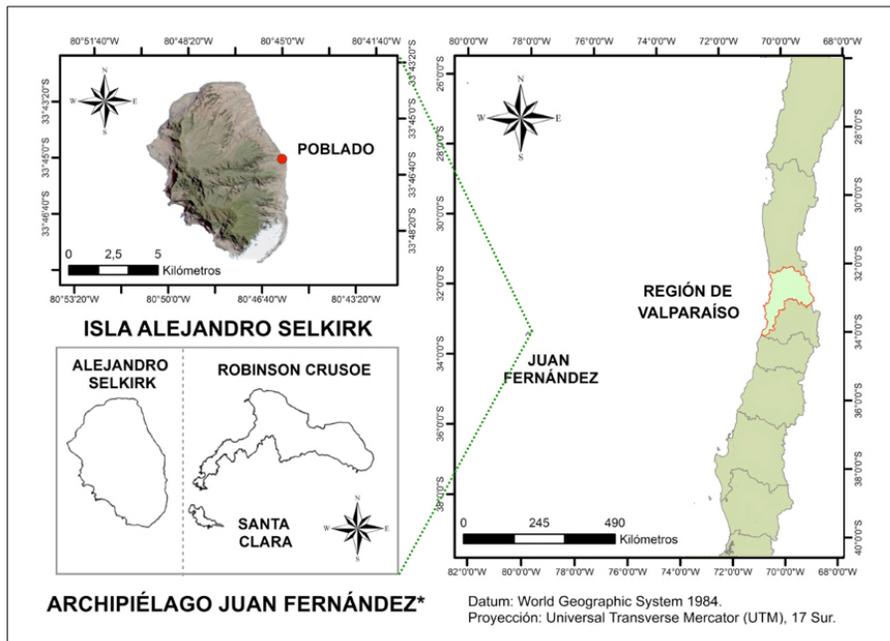


Figura 1. Cartografía de la isla Alejandro Selkirk. Fuente: Elaboración propia, 2015.

¹ IAS es habitada desde octubre hasta mayo debido a que corresponde al periodo donde es permitida la extracción de la langosta, el resto del año dicho recurso se encuentra en veda extractiva (Segura, 2015).

*El cuadro inferior izquierdo de la Figura 1 es solo referencial, sus distancias no son reales.

2.2. Materiales

En el desarrollo de la presente investigación se recopiló información primaria y secundaria de carácter técnico y social. Sobre los aspectos sociales, la obtención de información consideró herramientas cualitativas tales como las entrevistas semi-estructuradas (Apéndice II), observación directa y “focus group”. Por otra parte en relación a los aspectos técnicos se realizaron encuestas presenciales (Apéndice I). Adicionalmente se utilizaron los siguientes materiales:

- Software “Atlas.ti”: Utilizado para la sistematización y análisis de la información recopilada en las entrevistas semi-estructuradas.
- Estación meteorológica de Juan Fernández: Provista de distintos equipos de medición tales como anemómetro, veleta, piranómetro, sensor de temperatura y humedad. Utilizados para calcular el potencial de ERNC.
- Software “ArcGis10”: Fue usado para el análisis territorial y la generación de cartografías.

2.3. Métodos

En concordancia con los objetivos específicos, se plantearon cuatro etapas para el desarrollo del presente proyecto. En primer lugar, se realizó una evaluación del potencial de energías renovables presente en el territorio. Luego se determinaron las necesidades energéticas del poblado. Posteriormente se analizaron aspectos sociales e institucionales para la identificación de limitaciones y potencialidades socio-ambientales. Finalmente, con los antecedentes de los puntos anteriores, se establecieron estrategias para la implementación de un proyecto de ERNC ajustado a la realidad local.

2.3.1 Potencial de energías renovables no convencionales.

Objetivo 1: Determinar el potencial de energías renovables no convencionales presentes en la isla Alejandro Selkirk para el diseño de una micro-red.

Para comenzar se determinó el potencial teórico de energías renovables presentes en el territorio, mediante la búsqueda de información pública. Posteriormente, dicha información fue validada con el potencial calculado a partir de datos tomados en terreno por la Dirección Meteorológica de Chile y estudios realizados en el AJF. Luego, mediante la identificación de restricciones ambientales, geográficas y sociales, se definió la superficie disponible para la generación de energía. Finalmente, toda la información obtenida fue utilizada para determinar el potencial de energías renovables definitivo para el territorio, lo que se aprecia en la Figura 2. A continuación se presenta en detalle el procedimiento realizado.

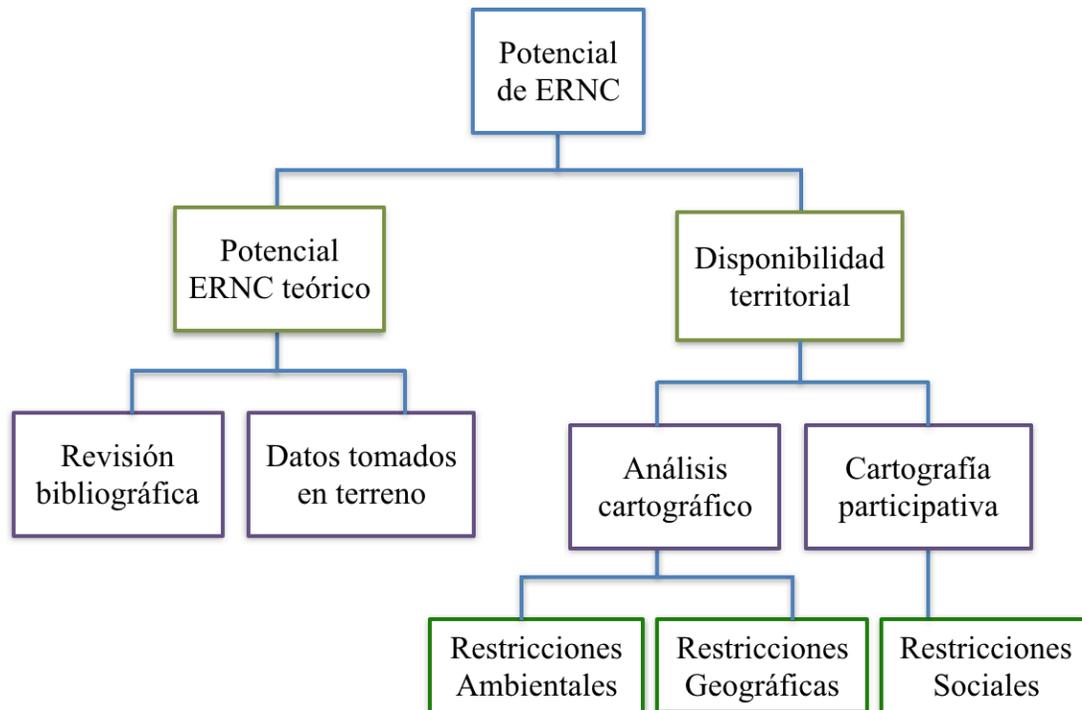


Figura 2. Esquema de la metodología utilizada para calcular el potencial de energías renovables en la isla Alejandro Selkirk. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Potencial ERNC teórico:

I.- Revisión de información pública: Se realizó una búsqueda de información sobre el potencial de energías renovables en plataformas WEB, no obstante la mayoría de las publicaciones disponibles corresponden a energía solar y eólica debido a su mayor desarrollo tecnológico. En este contexto, se consideró la Norma técnica de distribución solar mínima de sistemas solares acogidos a la franquicia tributaria de la Ley N° 20.365 (Ministerio de Energía, 2012). Además de iniciativas de instituciones académicas tales como el “Explorador de Energía Solar” (FCFM, 2012) del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile y el Registro Solarimétrico de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM, 2008). También se consideraron datos de radiación solar del WRDC de la WMO (2016) y finalmente estimaciones de radiación solar de la NASA (2016).

II.- Revisión de datos tomados en terreno: Se recopiló información de estudios realizados por el Ministerio de Energía, la CNE y datos de la estación meteorológica más cercana ubicada en la isla Robinson Crusoe, perteneciente a la DMC. Esta estación cuenta con instrumentos de medición de variables climáticas operativos desde 1979, incluyendo registros de las horas sol, radiación solar [kWh m^{-2}], temperatura [$^{\circ}\text{C}$], velocidad de viento [m s^{-1}] y dirección de viento, entre otros. Dicha información fue tratada mediante análisis estadísticos básicos en el software Excel. Esto se utilizó para validar la información obtenida en el punto anterior.

Disponibilidad territorial: Se identificó la superficie disponible [m^2] para la implementación del proyecto. En este contexto, se analizaron las restricciones presentes en el territorio mediante (I) un análisis cartográfico utilizando el software ArcGis 10.0 (ESRI, 2011) y (II) a través de una cartografía participativa.

I.- El análisis cartográfico tuvo por objetivo identificar las zonas potenciales donde ubicar una micro-red basada en ERNC. Lo anterior, mediante la evaluación de restricciones ambientales y geográficas presentes en el territorio. Respecto a las restricciones ambientales, se descartaron aquellas zonas relevantes desde el punto de vista de la conservación de biodiversidad, tales como coberturas de vegetación donde actualmente nidifican especies endémicas. Además se consideraron aquellas limitaciones geográficas propuestas por Santana (2014), tales como pendientes mayores a 10° , lejanía a centros de consumo, priorizar laderas de exposición norte y evitar zonas de derrumbes. Para estos propósitos, se utilizó una base de datos cartográficos proporcionados por CONAF Juan Fernández.

II.- La cartografía participativa es una técnica que facilita la planificación territorial estratégica, permitiendo crear un conocimiento integral de un lugar mediante la participación de sus habitantes (Herrera, 2008). Durante febrero del 2015 se levantó información relevante de la isla Alejandro Selkirk, a través de la elaboración colectiva de una cartografía participativa para rescatar los diferentes saberes presentes en el territorio e identificar las restricciones sociales por parte de la comunidad. Al igual que en el punto anterior, se recopiló información referente a zonas de conservación de la biodiversidad y las restricciones territoriales descritas por Santana (2014).

La actividad fue desarrollada en la sede social de la isla, extendiendo la invitación a toda la comunidad. En términos operativos, se trabajó con grupos de aproximadamente 5 personas con un moderador respectivamente. A continuación se presentan las etapas de la actividad.

- a) Exposición de los objetivos de la actividad
- b) Metodología de trabajo
- c) Disposición de materiales
- d) Elaboración de cartografías
- e) Cierre de la actividad

Finalmente, se sistematizó la información recopilada generando una cartografía consolidada.

Determinación del potencial energético: Luego de analizar los datos disponibles en la web, las mediciones en terreno, las restricciones ambientales, geográficas y sociales para el desarrollo del proyecto, se estableció el potencial de energía renovable [$kWh m^{-2}$] definitivo para el presente estudio y su respectiva disponibilidad territorial en [m^2].

2.3.2 Necesidades de consumo eléctrico

Objetivo 2: Determinar las necesidades de consumo eléctrico de la comunidad de isla Alejandro Selkirk.

Descripción del sistema eléctrico: Durante febrero del 2015 se levantó información de la infraestructura eléctrica del poblado mediante visitas a terreno donde se tomaron registros fotográficos, puntos de GPS y se sostuvo una reunión con el operador comunitario del sistema. Posteriormente, utilizando el software ArcGis 10.0 se elaboró una cartografía donde se aprecia la ubicación de motores, postes, cables de distribución y zonas de consumo.

Determinación del consumo energético actual y proyectado: Se recopiló información primaria mediante la aplicación de encuestas presenciales (Apéndice I) dirigidas a un representante por cada vivienda e infraestructura pública de la comunidad. En ella se caracterizó a los consumidores de la energía, infraestructura local, electrodomésticos, consumo eléctrico (actual y proyectado) y los costos por concepto de combustible. Para el cálculo del consumo eléctrico actual se detalló cada electrodoméstico presente en la isla, su potencia (W), horas totales de uso diario y rango horario. Lo anterior permitió estimar de forma detallada el consumo eléctrico mensual [KWh mes⁻¹] que posee el poblado. Por otra parte, para determinar el consumo eléctrico proyectado se consultó por aquellos electrodomésticos que serían adquiridos bajo un escenario donde los habitantes dispongan de energía las 24 horas del día. Cabe mencionar que para realizar dicho análisis se consideró la inclusión de artefactos eficientes.

2.3.3 Aspectos sociales e institucionales

OBJETIVO 3: Analizar los aspectos sociales e institucionales relevantes para el diseño de una micro-red.

Este objetivo fue abordado desde la perspectiva comunitaria e institucional. A continuación se describen cada una respectivamente.

a) Análisis de aspectos sociales:

Entrevistas semiestructuradas: Se utilizó el método etnográfico, herramienta antropológica enfocada en la descripción e interpretación del sistema sociocultural, considerando etapas de registro, traducción e interpretación de los puntos de vista de los actores sociales (“lo emic”), y posterior análisis y explicación de las conductas sociales y los patrones culturales por parte del investigador (“lo etic”) (Velasco y Díaz, 2006; Hernández et al., 2010). Como herramientas metodológicas de campo, se trabajó con observaciones participativas y entrevistas semiestructuradas (Apéndice II). Esta última se sustenta en la formulación de una pauta de preguntas por igual para todos los entrevistados, pero de respuestas abiertas (Canales, 2006).

El número de entrevistados fue definido al momento de obtener una saturación teórica, es decir cuando la adición de nuevas entrevistas no aportó información adicional (Ramallo y Roussos, 2008; Newing et al., 2011). Lo anterior considerando que la búsqueda en una investigación cualitativa² es la profundidad y no la cantidad (Taylor y Bogdan, 2000; Hernández et al., 2010). La selección de entrevistados se realizó en colaboración con CONAF y el Municipio de Juan Fernández, con base en los siguientes criterios: años de residencia en la isla, funcionalidad social, liderazgo y grupo etario.

Las entrevistas buscaron evaluar las condiciones esenciales para la elaboración de un proyecto de cogestión basándose en cuatro grandes áreas: 1) aspectos sociales y culturales, 2) valoración socio-ambiental, 3) conocimiento y valoración de las ERNC y 4) evaluación del sistema eléctrico. De forma particular en los aspectos sociales y culturales, se profundizó en la cohesión social, movilidad poblacional, nivel de pobreza, funcionalidad de organizaciones e instituciones y una perspectiva local (Kumar et al., 2009; Hernández, 2014; Vargas, 2015).

La información recabada en las entrevistas semiestructuradas se respaldó con grabaciones y apuntes de terreno. Ambos insumos fueron consolidados en un documento digitalizado el cual fue ingresado al software Atlas.ti de análisis cualitativo de datos sociológicos y antropológicos (Varguillas, 2006). De este modo se obtuvo una sistematización de la información que fue utilizada como base para la posterior interpretación de resultados.

b) Perspectiva institucional.

Mapeo de poder: De acuerdo a lo señalado por la PNUD (2016), el mapa de actores institucionales corresponde a un instrumento que permite reconocer a los “stakeholders”³ y analizar su grado de influencia respecto a algún tipo de iniciativa. En este contexto, se identificaron los principales actores involucrados en la implementación de un proyecto de ERNC para la isla Alejandro Selkirk, considerando instituciones a nivel local, regional y nacional. Para estos propósitos se dispuso de una estructura de círculos concéntricos donde la comunidad, Municipio, CONAF, ONG y SEREMI de Energía de Valparaíso, propusieron y ordenaron a los actores involucrados en función del grado de influencia en el proyecto, considerando 3 rangos (actores claves, actores estratégicos y actores del entorno).

² La metodología cualitativa se refiere al tipo de investigación que genera información descriptiva a partir de las palabras (habladas o escritas) de los entrevistados y sobre su conducta observable (Taylor y Bogdan, 2000).

³ Organizaciones, grupos o personas que podrían impactar o verse afectadas por el resultado de los propósitos de un proyecto (PMI, 2013).

2.3.4 Estrategias para la implementación de una micro-red basada en ERNC

Objetivo 4: Definir estrategias para la implementación de una micro-red basada en energías renovables en la isla Alejandro Selkirk.

Luego de procesar la información recopilada en los objetivos anteriores, se establecieron estrategias para la implementación de una micro-red basada en ERNC que satisfaga el consumo eléctrico de la comunidad de la isla Alejandro Selkirk durante las 24 horas del día. Para estos propósitos se tuvieron en consideración los recursos energéticos, sociales, económicos e institucionales disponibles y los posibles impactos socio-ambientales que podría generar el proyecto. Finalmente se establecieron reuniones para la validación social e institucional de las propuestas.

A continuación se describe el procedimiento realizado:

a) Análisis FODA: Ésta corresponde a una herramienta de gestión que permite identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el desarrollo de un proyecto. Para estos efectos se utilizó como insumo el análisis realizado en los objetivos uno, dos y tres, considerando los aspectos técnicos, ambientales y sociales más relevantes para ser considerados en el plan de acción.

b) Elaboración de estrategias: Mediante el cruce de información de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas se definieron 4 tipos de estrategias, las que fueron clasificadas de acuerdo a su periodo de implementación en el corto, mediano y largo plazo.

- 1) Estrategias que utilizan las fortalezas para maximizar las oportunidades
- 2) Estrategias que utilizan las fortalezas para minimizar las amenazas
- 3) Estrategias para minimizar las debilidades aprovechando las oportunidades
- 4) Estrategias para minimizar las debilidades evitando las amenazas

De forma adicional se definió el rol y estrategias relacionadas a cada actor relevante.

c) Validación de estrategias: Se realizaron reuniones de validación con los actores más relevantes para el desarrollo del proyecto, entre ellos se consideró al comité de adelanto de pescadores de IAS, CONAF, Municipio de Juan Fernández, ONG Oikonos y SEREMI de Energía de la Quinta Región.

Finalmente se establecieron recomendaciones para replicar la presente metodología.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Potencial de energías renovables no convencionales

3.1.1. Potencial teórico de ERNC.

En términos generales, la estimación del potencial teórico de ERNC consideró un breve análisis de las distintas fuentes energéticas entre ellas la energía mini-hidráulica, geotérmica, marina, biomasa, eólica y solar. Para lo anterior se recopiló información disponible en los medios descritos en la sección de materiales y métodos. Cabe mencionar que las distintas fuentes ERNC fueron desarrolladas en función de la cantidad de información disponible y la existencia de potencial en el territorio.

Energía hidráulica.

Corresponde a la energía que se obtiene mediante los flujos superficiales de agua, pudiendo ser aprovechada mediante centrales de pasada o embalses. Se consideran ERNC aquellas centrales con una generación eléctrica menor a 20 [MW] (Ramage, 2004).

En IAS no existen cursos de agua naturales que presenten potencial suficiente para la generación de electricidad a nivel comunitario. Sólo existe una caída de agua llamada Chorro Floripa, el cual se encuentra a aproximadamente 2,5 kilómetros de la zona poblada, presentando dificultades considerables para trasladar la energía. Por otra parte, la zona del poblado sólo cuenta con pequeñas vertientes que son utilizadas para el abastecimiento hídrico de la comunidad. En este contexto se descarta esta fuente energética.

Energía de la biomasa.

Es la energía que se puede aprovechar a partir de la materia orgánica proveniente de procesos biológicos, espontáneos o generados, pudiendo ser utilizada como fuente de generación energética. Entre sus recursos destacan los residuos forestales, agrícolas, sólidos residenciales, tratamiento de agua servida y recursos ligno-celulósicos (Cereceda et al., 2013).

A pesar de que la isla posee recursos forestales, estos no pueden ser utilizados para fines energéticos debido a que en su mayoría corresponden a especies protegidas, siendo algunas endémicas y/o consideradas en peligro de extinción (Fundación Biodiversa, 2011). Respecto a los residuos domiciliarios, no existe un registro de la cantidad generada en el poblado. De acuerdo a conversaciones sostenidas con guardaparques de CONAF, se estima que estos son insuficientes para la generación de energía a nivel comunitario. Por otra parte en la isla existe un escaso desarrollo de cultivos y crianza de animales, siendo abastecidos desde continente con reducidas cantidades de frutas, verduras y carnes. Bajo este escenario, se descarta la generación de energía en base a biomasa.

Energía geotérmica.

Esta fuente energética aprovecha el calor contenido en la tierra y es clasificada según la temperatura de sus fluidos en las siguientes categorías, baja entalpía con temperaturas bajo los 100 [°C]; media entalpía entre 100 [°C] y 150 [°C]; y por último, alta entalpía sobre los 150 [°C]. (Ramos, 2011).

En la actualidad la isla no cuenta con estudios sobre el potencial de generación eléctrica en base a recursos geotérmicos, en ninguna de sus clasificaciones. De acuerdo a datos proporcionados por el SERNAGEOMIN, a marzo del 2016 no existen concesiones de exploración ni explotación de energía geotérmica en la comuna de Juan Fernández. Lo anterior, indica que hasta la fecha no ha existido especulación ni interés por parte de privados en esta fuente energética en el territorio. Por otra parte no existen registros de actividad volcánica ni afloraciones termales. Adicionalmente la tecnología que permite aprovechar este recurso aún no es masivamente desarrollada ni experimentada para la generación eléctrica a nivel comunitario en nuestro país (Cereceda et al., 2013). En consecuencia, se descarta del presente estudio.

Energía marina.

Como su nombre lo indica es aquella fuente energética contenida en los mares que puede ser aprovechada para la generación de electricidad. Lo anterior mediante el uso del movimiento de las olas (undimotriz), la oscilación de las mareas (mareomotriz), el flujo de corrientes marinas y estuarios, además de las variaciones de salinidad y temperatura (Cereceda et al., 2013).

Existen distintos autores que identifican a Chile como un país con un buen potencial de energía undimotriz (Cruz et al., 2009; Cereceda et al., 2013; Aquatera, 2014). Desde el año 2016, la Fundación Chile en alianza con la Municipalidad de Juan Fernández comenzaron a realizar estudios para medir el potencial de energía undimotriz en el archipiélago. Los resultados preliminares indican que esta alternativa es competitiva frente a los altos costos de la generación eléctrica en el territorio. No obstante, aún falta desarrollar en detalle estudios de factibilidad para la implementación de estas tecnologías que aún se consideran poco maduras desde el punto de vista comercial.

Para efectos del presente estudio la energía marina es descartada, dado que se encuentra en etapas tempranas de desarrollo (Cereceda et al., 2013) y a la espera de una tecnología económicamente factible que permita una futura implementación en AJF⁴.

⁴ Reunión sostenida durante noviembre de 2016 con Carolina Cuevas líder de energía marina en la Fundación Chile.

Energía eólica.

Esta fuente corresponde a la energía cinética contenida en el viento, generada por la diferencia de temperatura entre distintas masas de aire en la atmósfera terrestre. Lo anterior, en consecuencia de la aportación térmica de la radiación electromagnética proveniente del sol (Cereceda et al., 2013).

A diferencia de las fuentes energéticas ya descritas, existe una mayor cantidad de información disponible sobre el potencial eólico del archipiélago.

Estimación de velocidad de viento de la NASA:

Esta base de datos fue proporcionada por el programa de ciencia aplicada de la NASA, específicamente por el directorio de misiones científicas desarrollado en el marco del proyecto POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resource). Esta iniciativa consideró más de 200 satélites de medición de datos meteorológicos y parámetros de radiación solar y eólica que actualmente permiten acceder a información con promedios mensuales de 22 años (NASA, 2016). De este modo se obtuvo la velocidad de viento media mensual para el territorio en distintas alturas (Figura 3).

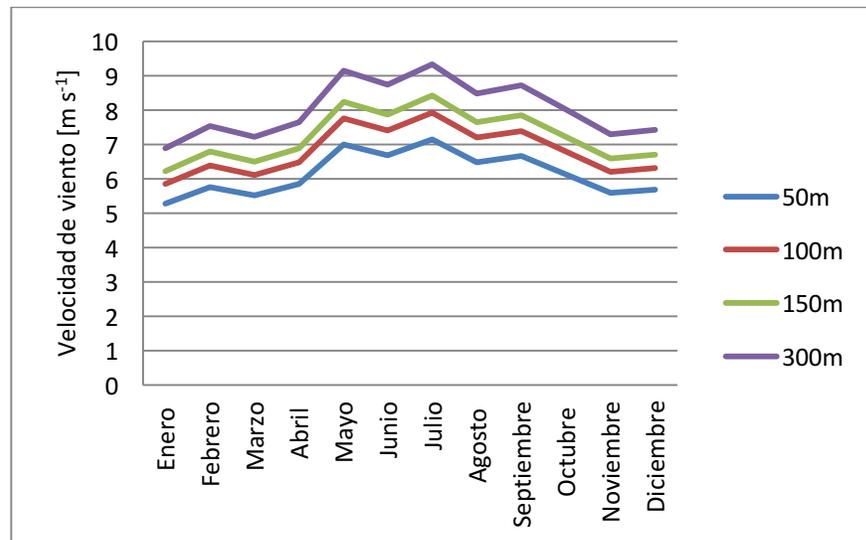


Figura 3. Perfil mensual de la velocidad de viento en IAS a diferentes alturas. Fuente: Elaboración propia en base a NASA, 2015.

Como se observa en el gráfico, los valores de velocidad de viento se elevan en función de la altura y durante los meses de invierno. Siendo julio el mes con los valores máximos, superando los 7 [m s⁻¹] a una altura de 50 m.s.n.m. En el Cuadro 1 se presentan los promedios de velocidad de viento en todas las alturas consideradas.

Cuadro 1. Valores medios de velocidad de viento a diferentes alturas en IAS.

| Altura [m] | Velocidad de viento media anual [m s^{-1}] |
|------------|---|
| 50 | 6,152 |
| 100 | 6,823 |
| 150 | 7,249 |
| 300 | 8,045 |

Fuente: (NASA, 2016).

Se considera que estos valores son óptimos para el desarrollo de un proyecto eólico, no obstante para corroborar dicha información se compararon los datos con mediciones tomadas en el terreno más cercano, correspondiente a IRC.

Estimación de velocidad de viento de la CNE:

En el marco del proyecto hibridización eólico-diésel para IRC, se determinó el potencial de energía eólica realizando mediciones de velocidad de viento en terreno entre los años 2001 y 2002. Para esto se instalaron tres torres de medición en distintos puntos de la isla. El principal resultado de este estudio fue que el potencial de energía eólica en el territorio es considerado de bueno a excelente con un promedio de $6,2 \text{ [m s}^{-1}]$ a una altura de 30 metros (CNE, 2004). En la Figura 4 se presenta un perfil de la velocidad de viento media mensual.

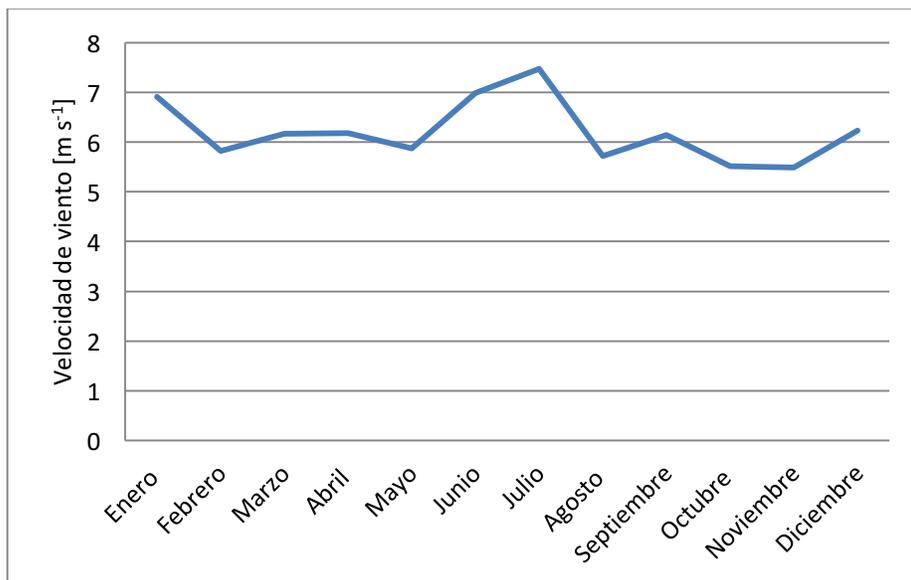


Figura 4. Velocidad de viento media mensual en IRC a 30 [m] de altura. Fuente: Elaboración propia en base a CNE, 2004.

Al comparar los datos estimados por la NASA con la información levantada en terreno por la CNE, se concluye que el territorio cuenta con un potencial óptimo para el aprovechamiento de la energía eólica. Para efectos de este estudio se utilizó el valor medio mensual calculado por la NASA, debido a que es más conservador. En este contexto se consideró un potencial teórico de energía eólica de $6,15 \text{ [m s}^{-1}\text{]}$ a 50 metros de altura.

Energía solar.

Esta fuente de generación energética corresponde a la radiación proveniente del sol que incide sobre la atmósfera terrestre. Si bien una fracción de la radiación solar es reflejada hacia el espacio, gran parte de ella llega a la superficie de la tierra de forma directa y difusa. Las dos alternativas más desarrolladas para aprovechar este recurso son la generación de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos y la generación de calor con sistemas solares térmicos (Cereceda et al., 2013). A continuación se presenta el potencial solar teórico del archipiélago de acuerdo a las distintas fuentes de información consultadas.

Norma técnica (NT):

Consiste en un algoritmo para verificar la contribución solar mínima de los sistemas solares térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la Ley N° 20.365 (Ministerio de Energía, 2012). De acuerdo a los valores que presenta la norma técnica, la comuna de Juan Fernández pertenece a la zona climática “C”, con una radiación solar igual o superior a los $1.454 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ año}^{-1}\text{]}$. En función de lo anterior, se tiene una contribución solar mínima⁵ de un 57% (Anexo 1).

En este sentido la radiación solar global⁶ media sobre una superficie horizontal en el Archipiélago Juan Fernández corresponde a $1.475 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ año}^{-1}\text{]}$. Lo que equivale a $4,04 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}\text{]}$, valor que se acerca bastante a la información proporcionada por el explorador de energía solar de la FCFM (2017) donde se presenta una radiación solar para la IRC de entre 4 y $4,5 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}\text{]}$.

En la Figura 5 se aprecia un gráfico con la distribución mensual de la radiación solar, donde octubre, noviembre, diciembre y enero son los meses con los valores más elevados, superando los $5 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}\text{]}$. Mientras que mayo, junio y julio presentan los valores más bajos, con menos de $3 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}\text{]}$ (Ministerio de Energía, 2012). Lo anterior, se considera suficiente para el desarrollo de proyectos de abastecimiento comunitario con base en este recurso.

⁵ Consiste en la fracción entre la energía anual aportada por un sistema de aprovechamiento solar y la demanda energética anual, expresada en porcentaje (Ministerio de Energía, 2012)

⁶ La radiación solar global corresponde a la suma de la radiación solar directa y difusa que llega a la superficie terrestre (Cereceda et al., 2013)

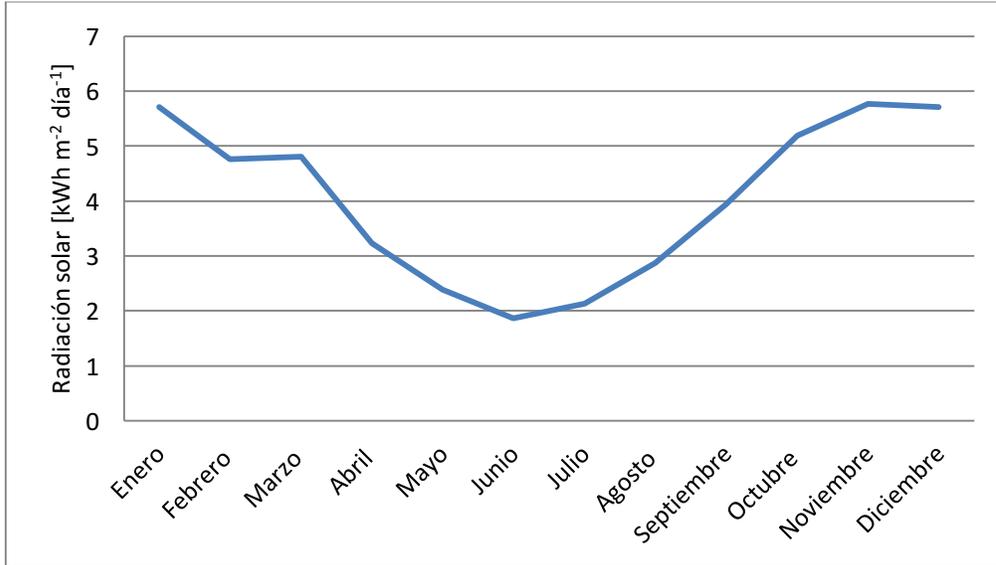


Figura 5. Radiación solar (global) media mensual sobre superficie horizontal para el AJF.
Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Energía, 2012.

Estimación de radiación solar de la NASA:

De acuerdo a los datos proporcionados por la NASA la radiación solar global sobre superficie horizontal en IAS corresponde a $1.772,4 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ año}^{-1}]$, lo que equivale a $4,86 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}]$. Como es de esperar en un clima templado cálido y húmedo, se aprecia una mayor cantidad de radiación en los meses de verano, superando los $7 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}]$. Mientras que en los meses de invierno los valores más bajos son alcanzados en el mes de junio con menos de $3 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}]$. Véase Figura 6.

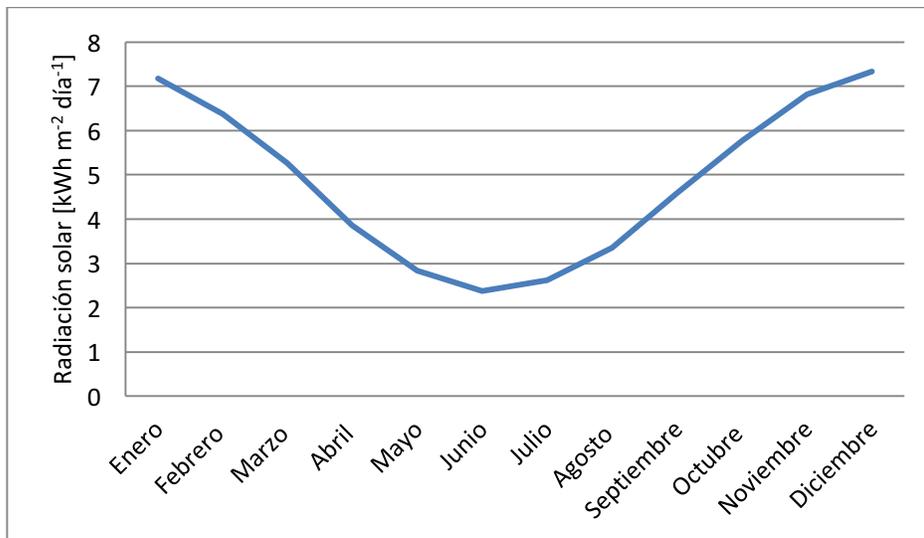


Figura 6. Radiación solar (global) media mensual sobre superficie horizontal en IAS.
Fuente: Elaboración propia en base a NASA, 2016.

Por otra parte, en la Figura 7 se presenta un gráfico con la variación de la radiación solar para 0° , 18° , 33° , 48° y 90° , respectivamente. Lo anterior, permite determinar la inclinación más conveniente para ubicar los sistemas fotovoltaicos. Para el caso de IAS, se aprecia que en los meses de verano es más óptimo utilizar una inclinación cercana a 18° , mientras que en invierno es recomendable una inclinación de 48° .

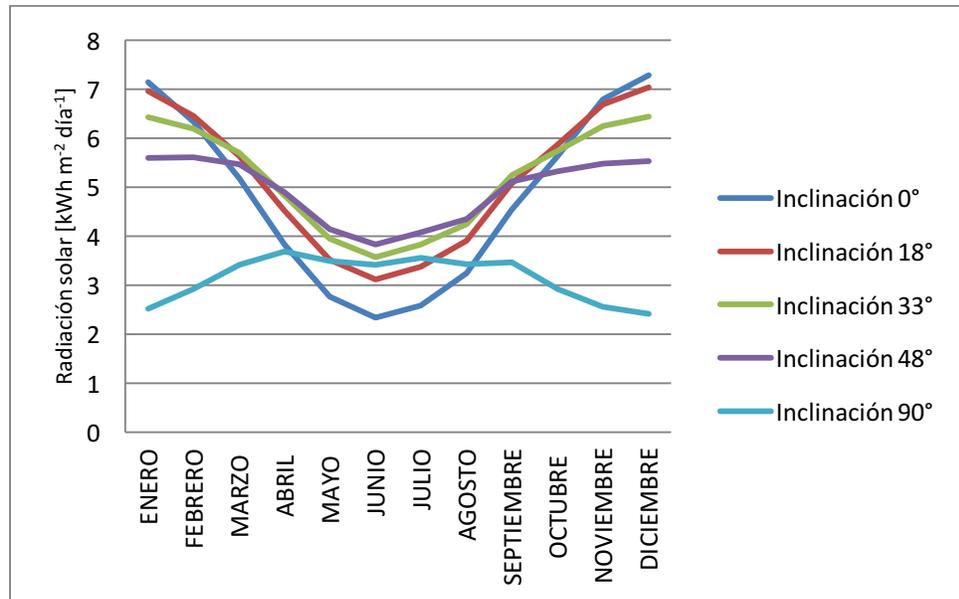


Figura 7. Radiación solar (global) para diferentes ángulos de inclinación en IAS. Fuente: Elaboración propia en base a NASA, 2016.

En este contexto, debido a que la principal actividad productiva en la isla determina que sus habitantes permanezcan en el territorio entre los meses de octubre y mayo, es recomendable utilizar una inclinación de aproximadamente 18° .

Otro análisis a considerar para el diseño de sistemas basados en energía solar, es la cantidad mensual de días equivalentes sin luz. Lo anterior, es relevante en el dimensionamiento del banco de baterías, con el propósito que el sistema sea capaz de satisfacer la demanda local considerando que pueden haber periodos de alta nubosidad donde se reduzca la generación de electricidad.

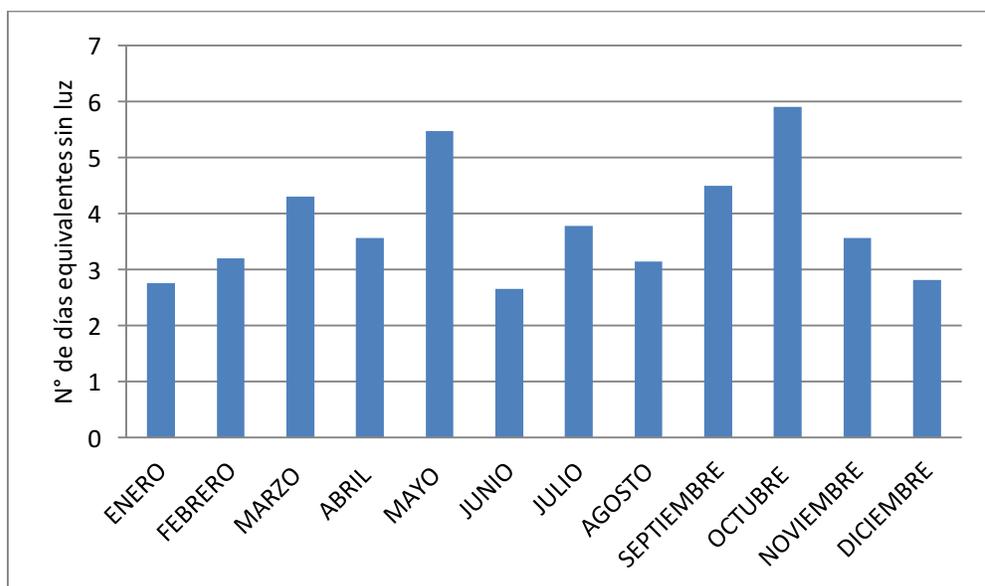


Figura 8. Cantidad mensual de días equivalentes sin luz en IAS. Fuente: Elaboración propia en base a NASA, 2016.

Como se aprecia en la Figura 8, todos los meses del año poseen al menos dos días equivalentes sin luz solar, siendo mayo y octubre los únicos que superan los 5 días. Lo anterior no se considera desfavorable dado que en dichos meses ocurre un proceso migratorio en el poblado, siendo mayo cuando los habitantes de IAS migran a IRC y octubre cuando retornan. Esto implica un menor requerimiento energético residencial en la isla durante esos periodos.

En términos generales se considera que estos valores son óptimos para el desarrollo de un proyecto solar, por lo tanto IAS tendría el potencial teórico para aprovechar esta fuente renovable. Dado que en la isla no se han realizado mediciones en terreno, se analizó información levantada en el territorio más cercano que corresponde a IRC.

Dirección Meteorológica de Chile (DMC):

Se utilizaron los datos de la estación meteorológica más cercana ubicada en IRC, la que se encuentra equipada con un piranómetro, veletas, anemómetros, entre otros equipos de medición de variables climáticas. Esta estación tiene fines aeronáuticos por lo tanto sólo almacena información del último año correlativo. A pesar de lo anterior se contaba con datos de radiación solar almacenados entre los años 1978 y 2012⁷, con lo cual se elaboró el gráfico de la Figura 9.

⁷ Información facilitada por funcionarios de la DMC durante el año 2015. Lo anterior en formato digital y por medio de un disco duro.

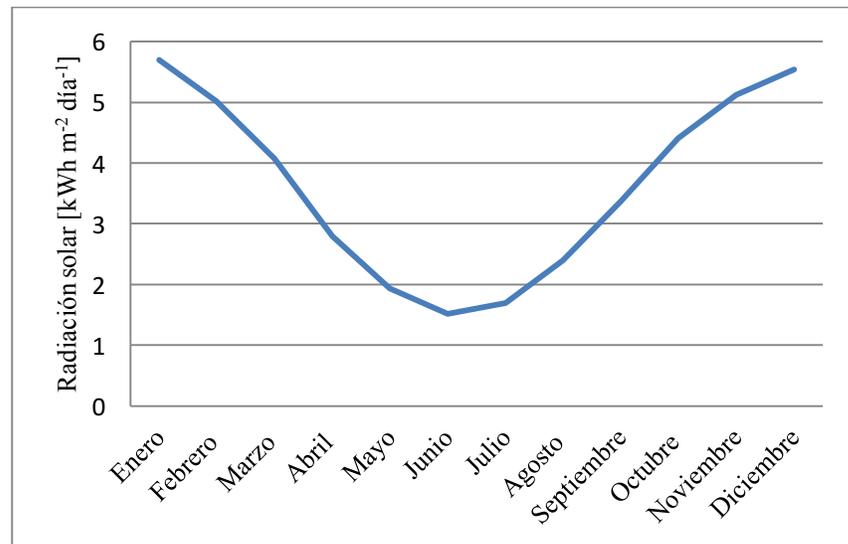


Figura 9. Radiación solar (global) media mensual en AJF. Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la DMC, 2015.

De acuerdo a los datos proporcionados por la DMC, la radiación solar media mensual es de $4,25 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}]$, lo que equivale a un valor acumulado anual de aproximadamente $1.550 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ año}^{-1}]$.

A continuación, en la Figura 10 se presenta un gráfico con todas las fuentes de información consultadas.

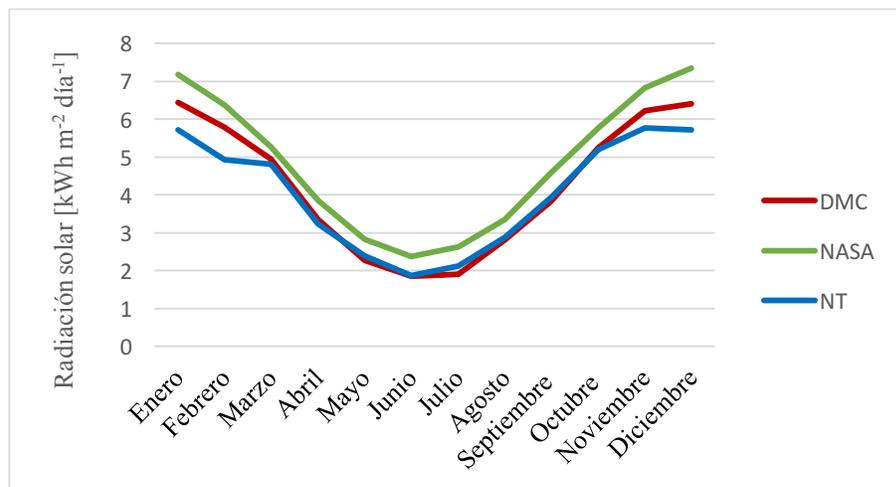


Figura 10. Comparación de la radiación solar (global) media mensual en AJF, según la información proporcionada por la NASA (2016), DMC (2015) y NT (2012).

En términos generales, se aprecia un comportamiento similar entre las distintas fuentes consultadas. No obstante para efectos de este estudio se decidió trabajar con los datos de la DMC, por tratarse de información levantada en el archipiélago.

Se concluyó que el potencial teórico de ERNC para IAS se basa en recursos solares y eólicos. En el caso de la energía eólica corresponde a una velocidad de viento media mensual aproximada de $6,15 \text{ [m s}^{-1}]$ a 50 [m] de altura, valor considerado de bueno a excelente por la CNE. Mientras que el potencial teórico de energía solar corresponde a una radiación de $4,25 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}]$, lo que equivale a un valor acumulado anual de aproximadamente $1.550 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ año}^{-1}]$. Se considera que este valor es alto al ser contrastado con ciudades europeas con alto desarrollo solar y menor potencial, tal es el caso de Freiburg en Alemania. A continuación se describe la disponibilidad territorial para implementar un proyecto que permita aprovechar dichos potenciales.

3.1.2. Disponibilidad territorial

Con el propósito de calcular la superficie y ubicación adecuada para implementar el proyecto se consideraron restricciones territoriales que obstaculizan el aprovechamiento del potencial solar y eólico disponible. Con el propósito de reconocerlas geográficamente se realizó un análisis cartográfico y una cartografía participativa.

Análisis cartográfico

Se consideraron restricciones de carácter ambiental y geográfico, las que fueron analizadas mediante cartografías de vegetación, pendiente y exposición. La Figura 11, corresponde a una imagen multi-espectral del satélite Pleiades del año 2013, con bandas en los rangos espectrales del azul, verde, rojo, infrarrojo cercano (resolución espacial de 2 [m]) y la banda pancromática (resolución espacial de 0,5 [m]). En ella, la vegetación se expresó en color rojo, favoreciendo la agudeza visual y permitiendo identificar con mayor precisión su ubicación espacial en el contexto geomorfológico de la isla (Castro y Merlet, 2014).

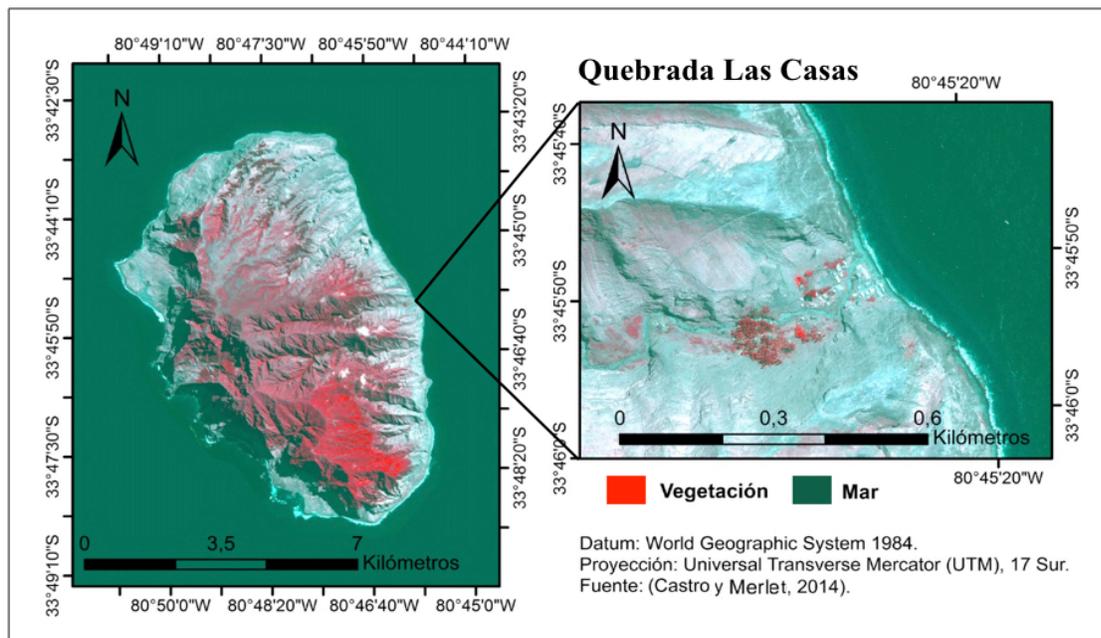


Figura 11. Vegetación de IAS. Fuente: Elaboración propia en base a Castro y Merlet, 2014.

En términos generales, se aprecia que el territorio posee una gran cobertura vegetal, la que se distribuye en las zonas más elevadas y en los fondos de quebrada. Dado que gran parte de las especies de flora presentes en la isla son nativas y/o endémicas, se priorizaron aquellos sectores desprovistos de vegetación. Como se observa en la quebrada Las Casas, donde se emplaza el poblado, existen condiciones favorables ya que la vegetación se reduce considerablemente.

Para diferenciar las especies presentes en la zona estudiada se utilizó una cartografía de coberturas vegetacionales (Figura 12). Las coberturas más relevantes desde el punto de vista ambiental son el bosque adulto de Dicksonia y Canelo, el bosque de Luma, Coprosma y Fagara, el bosque adulto de Luma de Más Afuera y el bosque arbustivo de Lophosoria y Pernettya, debido a que albergan una mayor biodiversidad (Castro y Merlet, 2014). En particular, el primero es utilizado para nidificar por el Rayadito de Masafuera (*Aphrastura masafuerae*), especie endémica y en peligro de extinción. En este contexto se consideró una distancia mínima de 350 metros a cualquiera de las cuatro coberturas mencionadas⁸. En el recuadro derecho, se aprecia que el poblado se encuentra rodeado de suelo descubierto, pastizales y especies introducidas. La cobertura arbórea más cercana es “bosque adulto de Luma” y se encuentra a más de 450 metros. Por lo tanto no existirían restricciones ambientales aparentes para desarrollar el proyecto en el sector del poblado.

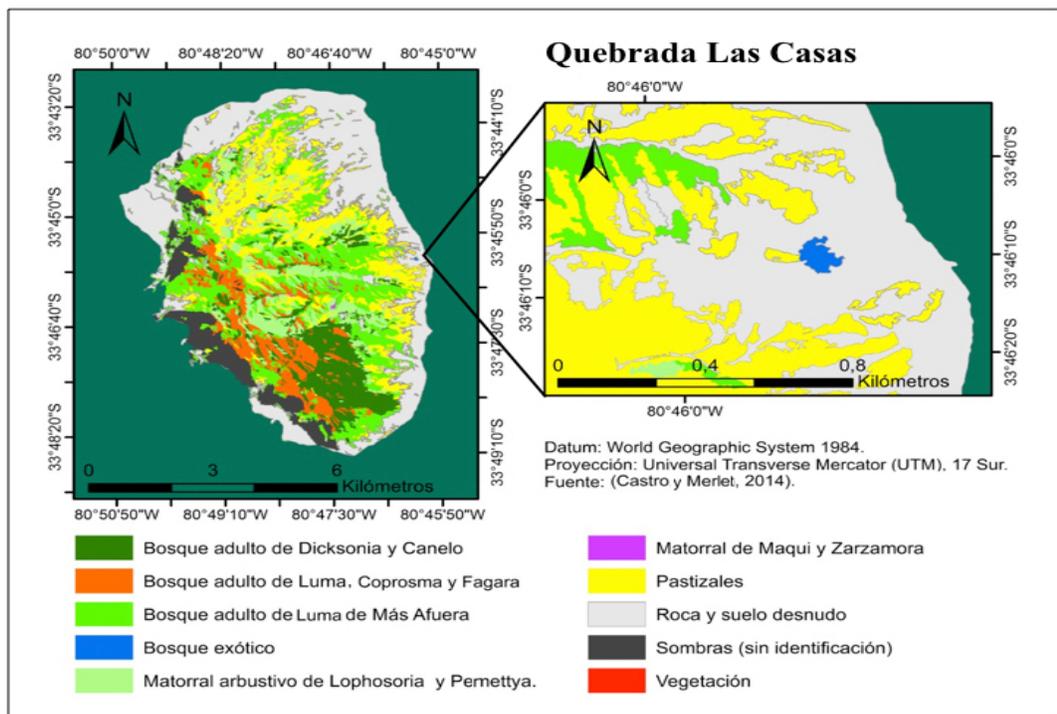


Figura 12. Cartografía de coberturas vegetacionales de IAS. Fuente: Elaboración propia en base a Castro y Merlet, 2014.

⁸ La distancia mínima de 350 metros fue sugerida por el personal de CONAF presente en el AJF.

En cuanto a las restricciones geográficas, se priorizaron aquellas zonas con exposición norte dado que reciben una mayor cantidad de energía solar. En la Figura 13 se aprecia en color rojo que la quebrada Las Casas posee una ladera con potencial para implementar el proyecto.

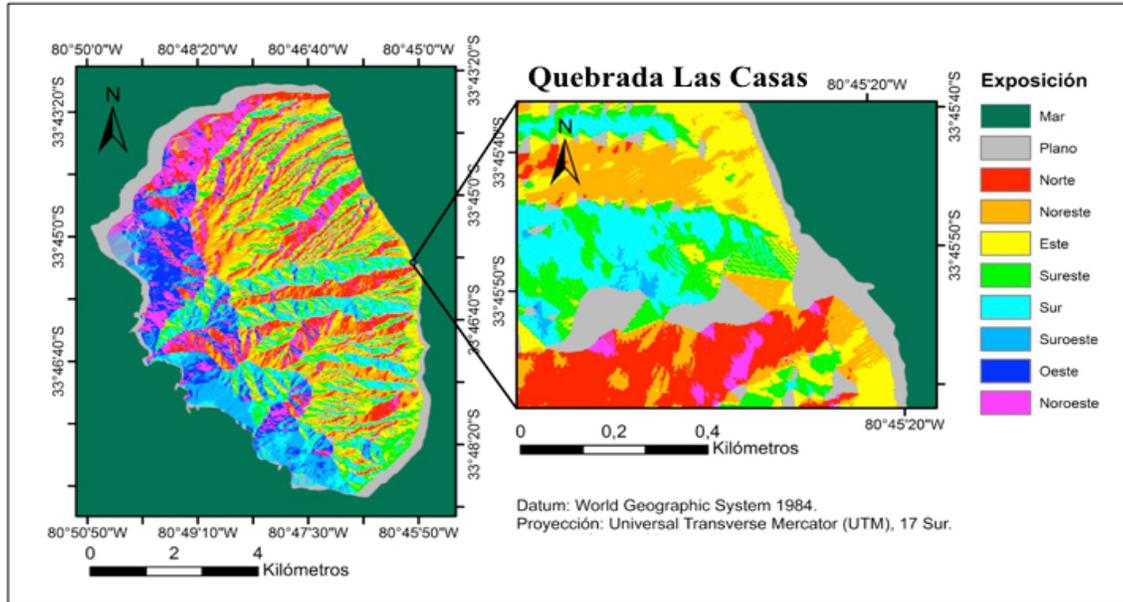


Figura 13. Cartografía de exposición para IAS. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Por otra parte en la cartografía de pendientes (Figura 14), se aprecia que la quebrada Las Casas cumple con la restricción propuesta por Santana (2014), quien recomienda terrenos con pendientes de hasta 10° para el desarrollo de proyectos energéticos.

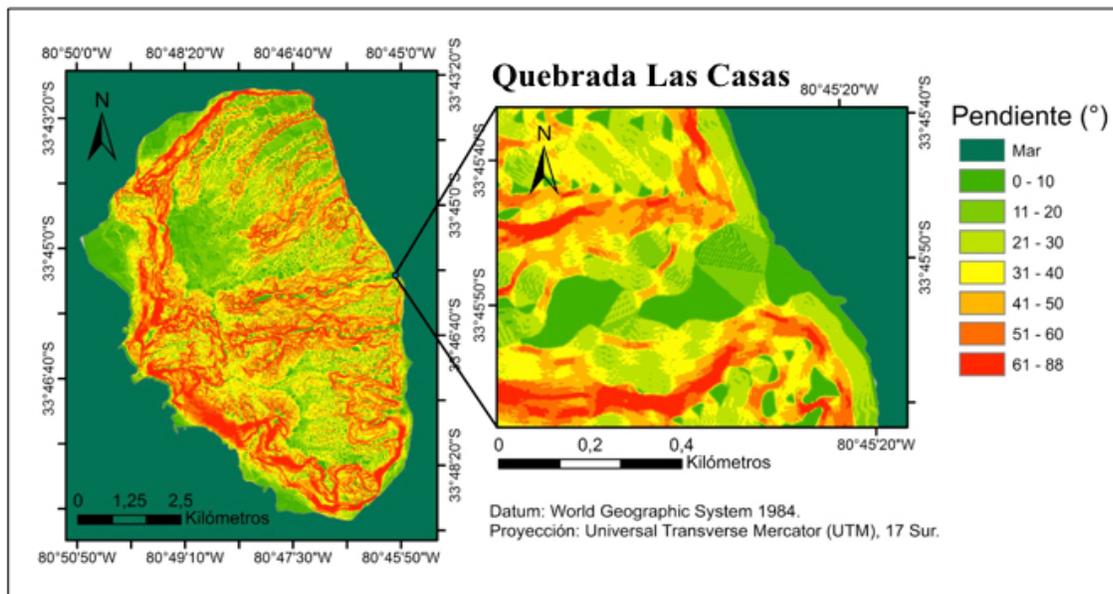


Figura 14. Cartografía de pendientes para IAS. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Se concluye que en la quebrada Las Casas existen las condiciones adecuadas para emplazar el proyecto. No obstante, para definir una ubicación exacta se realizó una cartografía participativa.

Cartografía participativa

Mediante la colaboración de la directiva del Comité de adelanto de pescadores de IAS y la organización Rescatemos Juan Fernández, se coordinó un taller participativo abierto a la comunidad, el cual fue realizado en la sede social de IAS⁹. La actividad tuvo una alta convocatoria considerando pescadores, mujeres, niños y miembros de la ONG Oikonos.

El objetivo de la actividad fue identificar la ubicación de un proyecto de generación eléctrica con base en energía solar y/o eólica, teniendo en consideración las restricciones territoriales abordadas anteriormente. En este contexto se presentaron los resultados preliminares del potencial teórico de ERNC y el análisis cartográfico.

En términos generales, los participantes expusieron su desaprobación respecto al aprovechamiento local de la energía eólica. Lo anterior, dado al impacto negativo que los aerogeneradores pudiesen ocasionar en la avifauna local. Específicamente sobre las especies *Pterodroma longirostris* (Fardela de Masafuera) y *Pterodroma externa* (Fardela de Juan Fernández). Estas corresponden a aves marinas de hábito pelágico que nidifican en la isla Alejandro Selkirk, presentando una alta dispersión geográfica y siendo vulnerables a los obstáculos presentes en el territorio.

Por el contrario, la percepción de la comunidad respecto a la energía solar fue positiva, debido a que una familia en la isla implementó un sistema solar fotovoltaico, lo que ha generado credibilidad de esta tecnología a nivel local.

Luego de validar socialmente el potencial teórico de ERNC para IAS, se procedió a realizar la cartografía participativa. En términos metodológicos se trabajó con 4 grupos de 5 personas a los cuales se les dispuso lápices de colores y una cartulina con una base común del poblado, sobre la cual los participantes ubicaron 1) zonas de derrumbes, 2) zonas relevantes para la conservación de la naturaleza y 3) una posible ubicación del proyecto. Finalmente, se sistematizó la información recopilada generando una cartografía consolidada.

En la Figura 15, se aprecian en color rojo los sitios propuestos para la ubicación del proyecto. El sitio 1 corresponde al sector de la cancha, zona de 80 [m²] bastante estratégico por encontrarse en el centro del poblado. No obstante, fue descartado ya que la comunidad manifestó su preferencia por utilizar ese espacio para fines deportivos. En consecuencia, el lugar definitivo para emplazar el proyecto sería el sitio 2, el cual se encuentra ubicado en la ladera de exposición norte, con una pendiente menor a 10° y con una superficie de 450 [m²].

⁹ El taller fue realizado durante el mes de febrero del año 2015

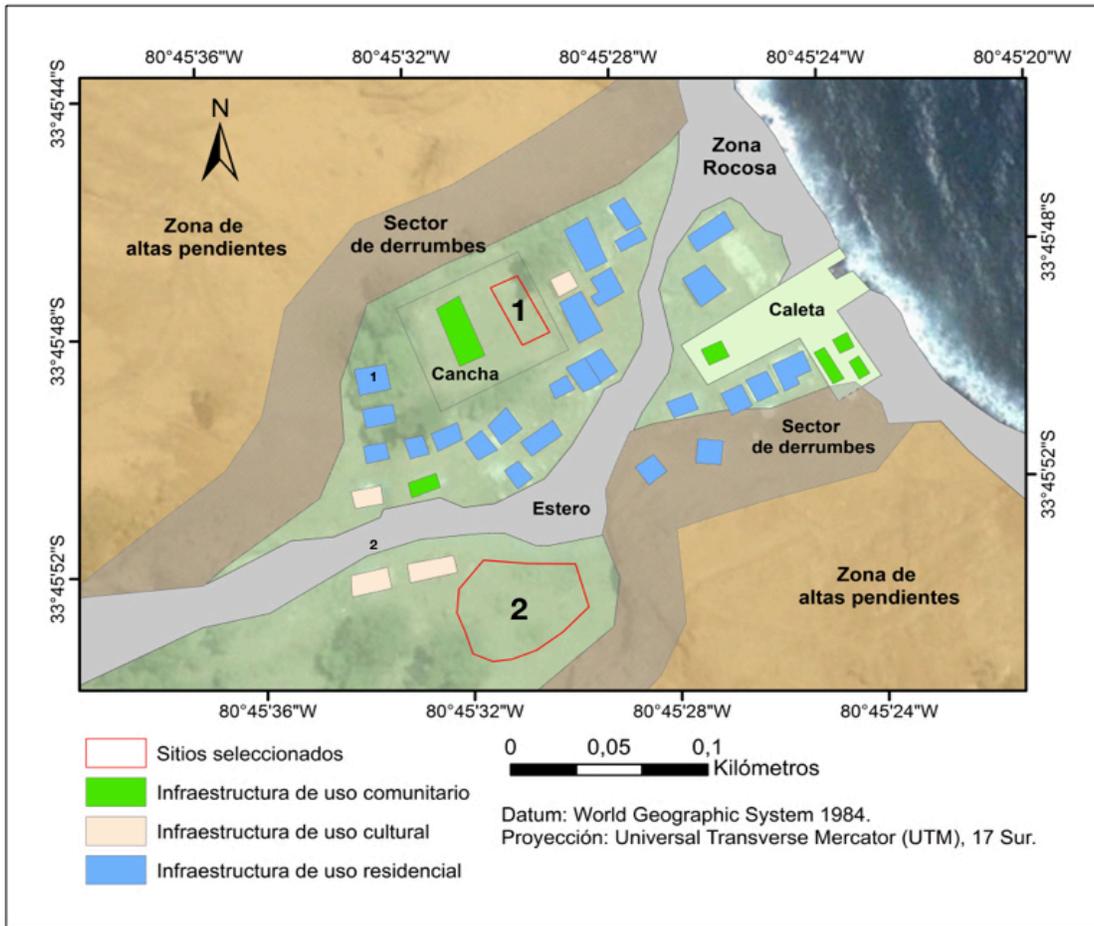


Figura 15. Cartografía participativa de IAS. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Potencial energético:

Luego de analizar la información disponible en la web, las mediciones tomadas en terreno y las restricciones territoriales de la isla, se concluye que el potencial de ERNC para IAS corresponde a energía solar con una radiación de $4,25 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}]$, lo que equivale a un valor acumulado anual de aproximadamente $1.550 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ año}^{-1}]$, descartando el resto de las fuentes renovables por falta de información, escasa madurez comercial de las tecnologías y restricciones socioambientales. Este potencial podrá ser aprovechado en una superficie de $450 \text{ [m}^2]$ en función de lo propuesto por la comunidad local. No obstante, antes de proponer estrategias para su utilización es necesario identificar las necesidades de consumo eléctrico del poblado.

3.2. Necesidades de consumo eléctrico

A continuación se presentan los resultados del objetivo 2 del presente estudio, para lo cual se realizó una visita a terreno durante los meses de enero y febrero del 2015. Lo anterior, para recopilar información sobre el sistema eléctrico y el consumo de electricidad por parte de la comunidad local.

3.2.1. Sistema eléctrico de IAS.

El sistema eléctrico de la isla está constituido por tres componentes principales (1) generación de energía, (2) distribución de energía y (3) consumo de energía. Respecto a la generación, existe un motor diésel de marca Caterpillar con una potencia de 70 [kVA] y un consumo de 9 litros por hora. La energía generada por el motor se distribuye mediante una red de cables eléctricos soportados por postes de madera, los que alimentan las diferentes viviendas e infraestructura social de la isla. Finalmente el consumo de energía corresponde al requerimiento eléctrico de todos los electrodomésticos utilizados por la comunidad. Lo anterior, se aprecia en la cartografía de la Figura 16.

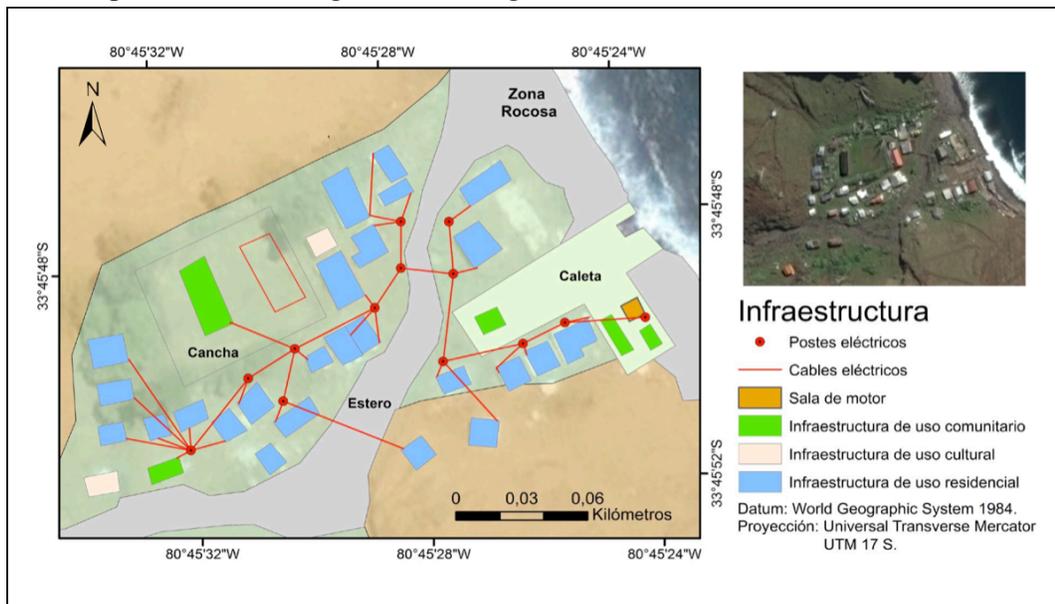


Figura 16. Poblado de Isla Alejandro Selkirk. Fuente: Elaboración propia, 2015.

El motor comunitario opera desde octubre a mayo durante 4 horas al día (entre las 20:00 y 00:00 horas). Mientras que los días lunes y viernes se agregan de 3 a 4 horas para el lavado de ropa (entre las 9:00 y 13:00 horas). Adicionalmente, sólo durante la temporada escolar¹⁰ se enciende de lunes a viernes desde las 7:00 am hasta las 11:00 am.

¹⁰ En la isla Alejandro Selkirk la temporada escolar comienza a mediados de agosto y finaliza en diciembre.

La comunidad se organiza mediante cuadrillas semanales para gestionar el sistema eléctrico e hídrico del poblado. Siendo los responsables de encender y apagar diariamente el motor comunitario, además de remediar el sistema en caso de fallas. Adicionalmente, se realizan mantenciones tales como revisar los niveles de aceite, cambiar el agua del radiador y recargar 200 litros de petróleo una vez por semana.

Cabe destacar que además del sistema eléctrico comunitario la mayoría de las familias cuentan con pequeños motores electrógenos para la generación de electricidad en sus viviendas.

3.2.2. Determinar las necesidades de consumo eléctrico

En las siguientes subsecciones, se presentan los resultados de la encuesta de consumo eléctrico (Apéndice I) que permitió analizar el requerimiento de electricidad por parte del 100% de la infraestructura local. Lo anterior, considerando los siguientes cinco aspectos 1) caracterización de los consumidores de energía, 2) infraestructura local, 3) equipamiento eléctrico, 4) consumo eléctrico y 5) costos de combustible.

Caracterización de los consumidores de energía.

Debido a su condición de aislamiento geográfico y a las dificultades territoriales para trasladar funcionarios municipales, la isla no contaba con información demográfica actualizada. En este contexto, se construyó una base de datos mediante la información proporcionada en las encuestas aplicadas. Lo anterior, se puede apreciar en el Apéndice III.

De la información demográfica recopilada se aprecia que la población en IAS asciende a 80 personas¹¹, de las cuales un 62% son hombres y un 38% mujeres. Respecto a la distribución etaria, en la Figura 17 se observan la cantidad de personas según rango etario.

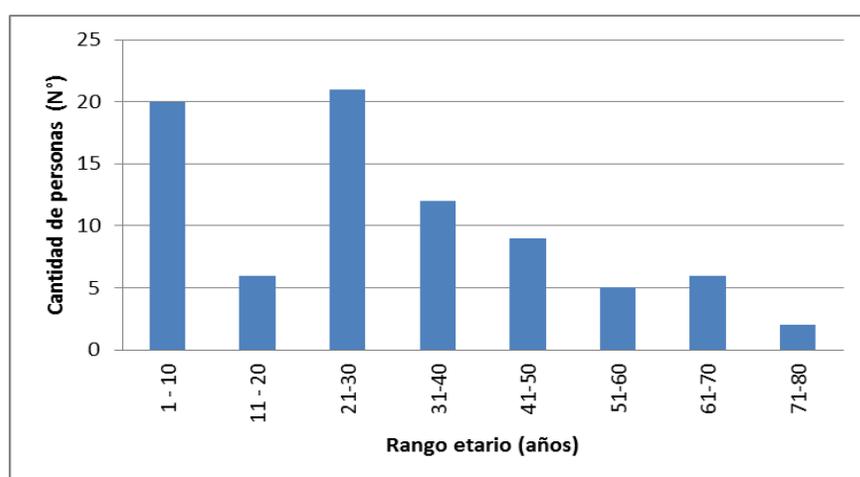


Figura 17. Rangos etarios en la isla Alejandro Selkirk. Fuente: Elaboración propia, 2015.

¹¹ Datos tomados en febrero del 2015.

Del total de habitantes presentes en IAS un 32% de la población es menor de edad, un 58% es adulta y un 10% es adulta mayor superando los 60 años. Esta distribución etaria se atribuye a aspectos geográficos y socio-productivos. En particular la pesca artesanal de langosta se configura como un factor determinante, debido a que requiere de un alto rendimiento físico lo que implica que sea ejercida principalmente por hombres menores de 60 años. Por otra parte, la condición de aislamiento dificulta la residencia de adultos mayores, quienes retornan a Robinson Crusoe o bien al continente con el fin de tener acceso a servicios de salud.

La presencia de una escuela rural y el fomento productivo de la actividad pesquera permiten que familias completas residan en la isla, lo que justifica el alto porcentaje de personas menores de edad.

En términos educativos, el 27,3% de los encuestados sólo cursó hasta octavo básico, mientras que un 22,7% finalizó la enseñanza media y solo un 4,5% cuenta con educación universitaria completa. En este contexto, se considera que la comunidad presenta un escaso nivel educacional, lo que se atribuye a que la mayoría de los jóvenes ven en la pesca artesanal una oportunidad de trabajo con una rentabilidad económica favorable, priorizando ejercer este rubro antes que acceder a una educación superior.

Por otra parte, las remuneraciones mensuales en la isla son variables en función del precio nacional e internacional de la langosta, no obstante considerando los datos proporcionados por los entrevistados el ingreso promedio mensual aproximado de IAS para el periodo 2015-2016 corresponde a \$1.770.000.

Infraestructura local.

En la isla existen 33 inmuebles, de los cuales 9 corresponden a infraestructura social de uso comunitario y 24 a infraestructura residencial. Dentro de los inmuebles de uso comunitario, se consideran los cuartos de pescadores, sede social, refugio para catástrofes naturales, casa de huéspedes, escuela, alumbrado público, sala de faenamiento, capilla, y sala de motor (Figura 18). Mientras que la infraestructura residencial de la isla se constituye por 24 viviendas construidas.

En términos generales, el poblado cuenta con un escaso desarrollo en infraestructura, tanto las viviendas como la infraestructura social son reducidas en tamaño, en su mayoría no cuentan con una buena aislación térmica, se encuentran en una condición deteriorada e incluso algunas superan los 100 años de antigüedad.

En su totalidad los propietarios cuentan con la autorización de CONAF para habitar las viviendas de la isla, aspecto relevante debido a que el poblado se ubica en un parque nacional, por lo tanto debe someterse a las normas legales de este.



Figura 18. Registros fotográficos de la infraestructura social de IAS, siendo a) cuarto de pescadores, b) sede social, c) refugio para catástrofes, d) casa de huéspedes, e) escuela, f) alumbrado público, g) sala de faenamiento, h) capilla e i) sala de motor.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Respecto a la infraestructura residencial, la mayoría de las casas cuentan con agua y electricidad, su tamaño varía entre los 16 y 146,4 [m²], con un promedio de superficie construida de 47,15 [m²].

Sobre la materialidad de las viviendas, todas presentan una estructura de madera y un 74% posee un techo recubierto con zinc, los que en condiciones climáticas desfavorables se han desprendido debido a las altas velocidades del viento. Lo anterior, se considera una limitante para la instalación de sistemas fotovoltaicos individuales en las techumbres de la comunidad, lo que constituye otro argumento para desarrollar una solución comunitaria en el sitio número 2 de la Figura 15. A continuación en la Figura 19 se aprecia un registro fotográfico de las viviendas de IAS.



Figura 19. Registros fotográficos de las viviendas de IAS, año 2015. Fuente: Elaboración propia, 2015

Equipamiento eléctrico de la isla

Para efectos de este análisis se establecieron siete categorías del consumo eléctrico de los 80 habitantes de la isla, entre ellas recreación, conservación de alimentos, comunicación, cocina, higiene, iluminación y otros. A continuación se describe cada una de ellas.

a) Recreación: En el territorio existen 106 electrodomésticos destinados a fines recreativos tales como computadores, consolas de juegos, televisores, decodificadores satelitales, reproductores de DVD, tablet, cámaras fotográficas y equipos de sonido. En este ítem el electrodoméstico que más destaca es el televisor con 28 unidades, de los cuales un 39% es eficiente. En segundo lugar, los computadores con 21 unidades y en tercer lugar los decodificadores con 18 unidades, de los cuales 10 cuentan con sello de eficiencia energética.

b) Refrigeración: Se cuenta con 36 equipos, entre ellos 21 congeladores, 14 refrigeradores y 1 watercooler. De lo anterior aproximadamente un 53% cuenta con sello de eficiencia energética.

c) Comunicación: En el poblado existen 65 equipos que permiten mantener la comunicación entre las viviendas, de los cuales 34 son radiotransmisores y 31 celulares. Dado que en la isla no se cuenta con señal telefónica los celulares son cargados principalmente en mayo antes de retornar a IRC. El resto del tiempo son utilizados para tomar fotos y traspasar información vía conexión inalámbrica bluetooth.

d) Cocina: Totalizan 43 electrodomésticos considerando minipimer, hornos eléctricos, cocinas eléctricas, batidoras, licuadoras y 123. Siendo estas tres últimas las más abundantes.

e) Higiene: Este ítem considera 60 electrodomésticos tales como lavadora, plancha, depiladora, afeitadora, plancha de pelo y secador de pelo. De lo anterior, la más frecuente es la lavadora con 25 unidades, luego la afeitadora con 12 unidades y en tercer lugar la depiladora con 8 unidades.

f) Iluminación: En el poblado existen 129 ampolletas de las cuales aproximadamente un 50% corresponde a luces incandescentes, un 43% a luces fluorescentes y sólo un 7% a luces LED.

g) Otros: Consiste en electrodomésticos que no fueron clasificados en las categorías ya expuestas debido a que son menos utilizados, tales como máquinas de coser, impresoras, cargadores de pila y herramientas de trabajo. En particular, las herramientas de trabajo utilizadas en la isla son el dremel, esmeril angular, taladro, sierra eléctrica, serrucho eléctrico, cepillo eléctrico, lijadora en banda y caladora. De las anteriores destaca en abundancia el cepillo eléctrico, en segundo lugar el esmeril angular y finalmente el cargador de pilas.

En el Apéndice IV se aprecian las potencias de los respectivos electrodomésticos.

Consumo eléctrico actual y proyectado.

De acuerdo a la información recopilada en terreno, el consumo eléctrico para el periodo 2015-2016 en la isla corresponde a 2,43 [MWh mes⁻¹], del cual un 94% corresponde a infraestructura de uso residencial y sólo un 6% a infraestructura social. En la Figura 20 se observa como se distribuye el consumo eléctrico en la isla, en función de las categorías expuestas anteriormente.

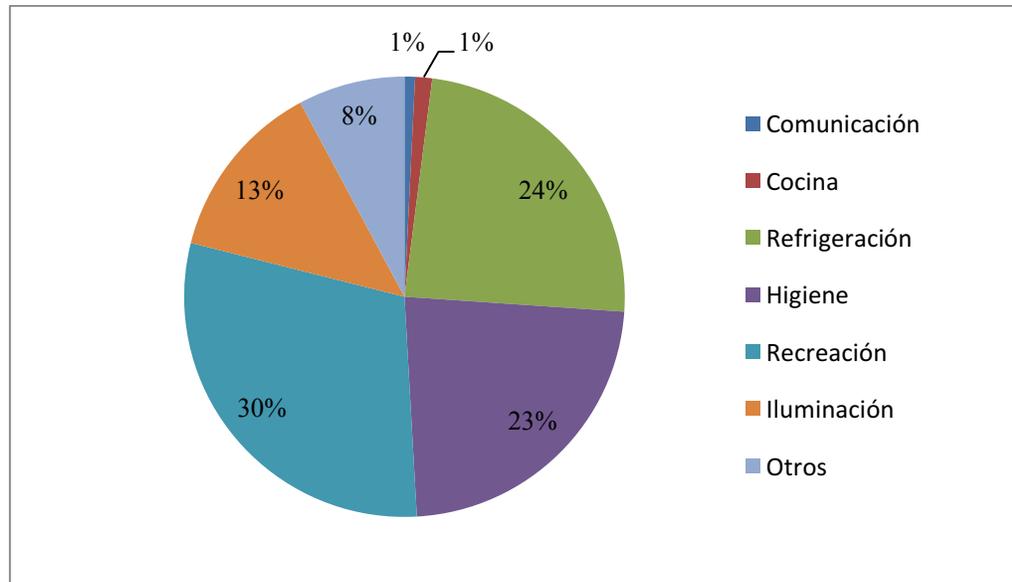


Figura 20. Consumo de electricidad por categoría en IAS. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Del gráfico, se aprecia que con un 30% la categoría de recreación presenta el mayor porcentaje de consumo eléctrico. Lo anterior se debe al uso prolongado de televisores, decodificadores y videojuegos, lo que se atribuye principalmente a 3 razones, 1) la escasa oferta de actividades recreativas para adultos y niños, 2) la televisión satelital corresponde al único medio de información nacional e internacional y 3) es considerada como una alternativa de compañía para las mujeres que quedan solas durante el día mientras los hombres se encuentran en la pesca.

La conservación de alimentos mediante equipos de refrigeración toma un rol preponderante en comunidades con aislamiento extremo. En el caso de IAS, las provisiones de insumos alimenticios llegan una vez por mes, siendo transportadas vía marítima si las condiciones climáticas lo permiten. En este contexto la comunidad utiliza refrigeradores y congeladores para la conservación de frutas, verduras, carnes y lácteos provenientes del continente, los que producto de las condiciones precarias del traslado muchas veces llegan descompuestos. Adicionalmente dichos equipos son utilizados para la conservación de productos marinos extraídos de la isla. Lo anterior justifica el 24% del consumo total de energía.

Por otra parte, un 23% del consumo eléctrico corresponde a la categoría higiene. Esto se debe al elevado uso de lavadoras, las que en algunas familias son utilizadas casi todos los días. La gran cantidad de menores de edad presentes en la isla (32% de la población), quienes en su mayoría no superan los 11 años, están en contacto directo con la naturaleza, por lo tanto tienden a ensuciar rápidamente su ropa, lo mismo ocurre con los pescadores. En este contexto, las lavadoras se encuentran constantemente funcionando, situación que ha sido motivo de restricciones horarias en la utilización de agua y energía con el propósito de hacer un uso eficiente de dichos recursos.

Respecto a la categoría de iluminación, corresponde a un 13% del total de la energía consumida en la isla. Lo anterior se debe a que aproximadamente el 50% de las ampollitas de la isla son incandescentes con una potencia mayor a los 60 [w], lo que se traduce en un elevado consumo de energía. La categoría “otros” con un 8% destaca por el uso de herramientas de trabajo, las que son utilizadas de forma irregular para reparaciones en las embarcaciones.

El consumo de electricidad por parte de electrodomésticos de la categoría de comunicación se reduce a un 1%. Esto se debe a que la isla no cuenta con señal telefónica ni de internet, no obstante se utilizan radiotransmisores de forma permanente. La mayoría de las viviendas cuenta con dos radiotransmisores, de los cuales al menos uno se encuentra encendido, debido a que existe la convención social de mantenerse comunicados constantemente para actuar rápido en caso de contingencias.

Finalmente, las actividades relacionadas a la cocina tienen un 1% de participación en el total de energía eléctrica consumida en la isla. Lo anterior se debe a que sus habitantes tienen la posibilidad de comprar gas del continente, sin la necesidad de utilizar cocinas eléctricas. Respecto a los equipos de alta potencia como los hornos eléctricos, son escasamente utilizados porque ocasionan daños en el sistema impactando directamente al resto de la comunidad.

Por otra parte, el consumo proyectado se estimó a partir de los electrodomésticos que los entrevistados adquirirían bajo el supuesto de contar con un abastecimiento eléctrico durante las 24 horas del día. En términos generales, los equipos que más aumentarían en cantidad fueron las ampollitas (42 unidades), congeladores (12 unidades), televisores (10 unidades) y refrigeradores (9 unidades), lo que se aprecia en la Figura 21.

Se considera que la adquisición de estos electrodomésticos, específicamente los relacionados a la conservación de alimentos mejorarán considerablemente la situación actual del poblado dado a que podrán refrigerar y congelar más productos alimenticios.

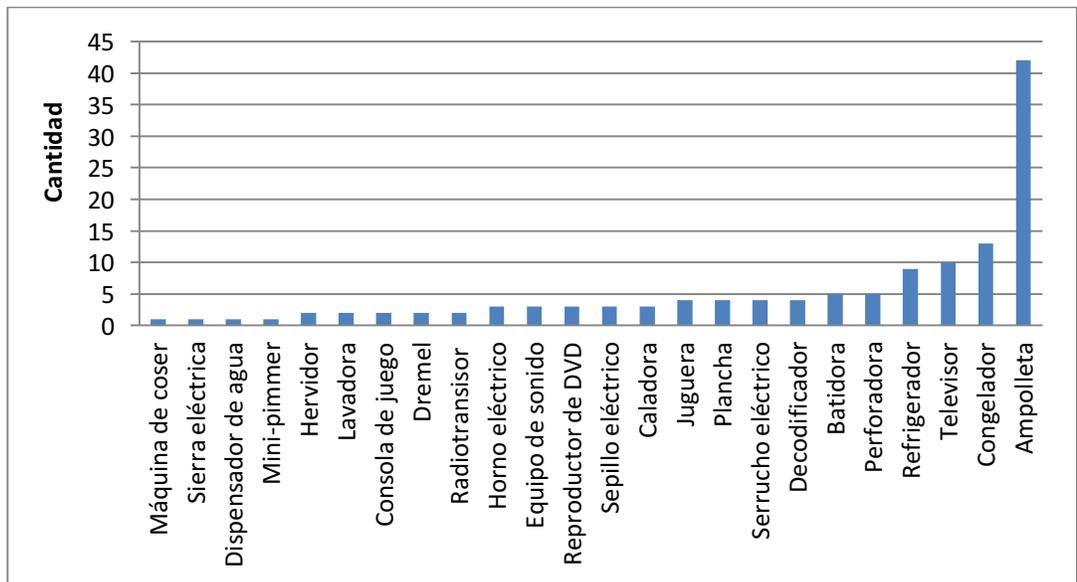


Figura 21. Cantidad de electrodomésticos adicionales para un escenario donde IAS cuente con 24 horas diarias de electricidad. Fuente: Elaboración propia, 2015.

En este contexto el consumo de electricidad se proyecta a $3,1 \text{ [MWh mes}^{-1}\text{]}$, del cual un 92% estaría asociado a infraestructura residencial y solo un 8% a infraestructura social. En este sentido, las viviendas aumentarían su consumo en promedio $24,45 \text{ [kWh mes}^{-1}\text{]}$, totalizando un incremento de la infraestructura residencial de un 20%, mientras que la infraestructura social aumentaría su consumo en un 31,4%. En la Figura 22, se presenta en color azul el consumo eléctrico actual del poblado y en color rojo el consumo eléctrico proyectado, dónde "IS" corresponde a infraestructura social y "V" a viviendas. En el Apéndice V se aprecia la información en detalle.

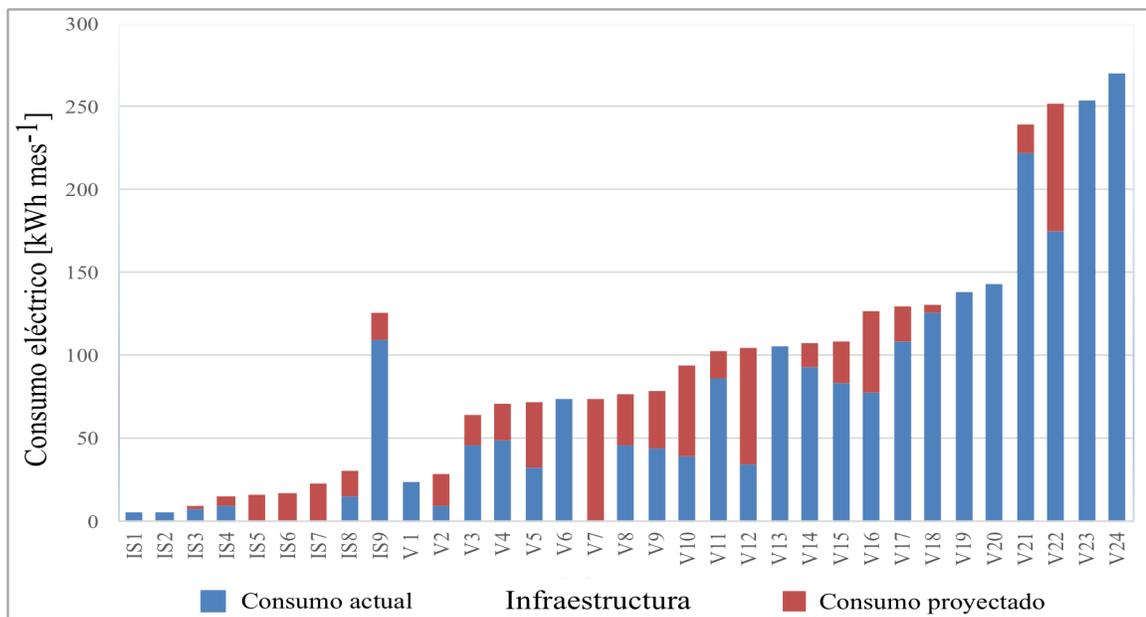


Figura 22. Consumo eléctrico en Alejandro Selkirk. Fuente: Elaboración propia, 2015.

Del gráfico se aprecia que existe una gran diferencia en el consumo eléctrico de las viviendas, el que va desde los 23,37 [kWh mes⁻¹] hasta los 269,75 [kWh mes⁻¹], lo que se atribuye al número de residentes de cada vivienda. En la Figura 23 se observa el consumo eléctrico promedio para hogares con diferentes cantidades de habitantes.

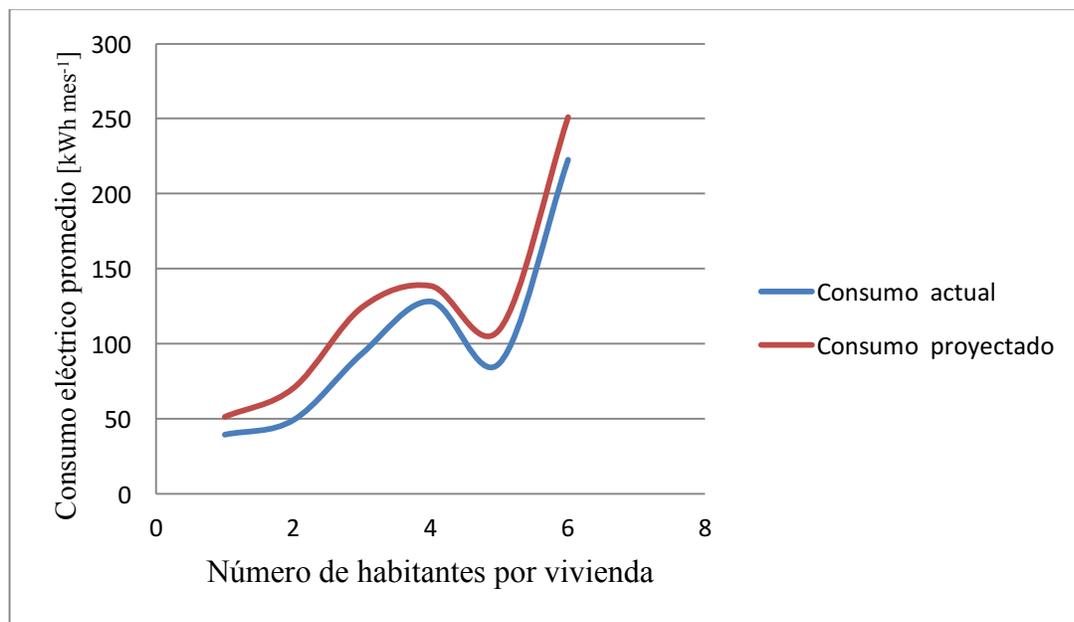


Figura 23. Consumo eléctrico promedio para hogares con diferentes cantidades de habitantes en Selkirk. Fuente: Elaboración propia, 2015.

De la Figura 23, se observa que existe una tendencia al aumento del consumo eléctrico en viviendas con familias más numerosas, no obstante esta relación no es estricta debido a otros factores como la eficiencia de los electrodomésticos utilizados y a conductas de ahorro energético en los diferentes hogares de la isla. En particular, entre las familias con 4 y 5 miembros, se aprecia una baja en el consumo de energía eléctrica. Lo anterior, se debe a que en este rango existe una vivienda con sistemas fotovoltaicos y el 100% de sus equipos certificados en eficiencia energética, lo que justifica esa baja en la curva.

Costos de combustible.

En el poblado existen 43 motores individuales de los cuales 27 se encuentran en buenas condiciones y 16 en un estado deteriorado. En gran medida corresponden a motores electrógenos con potencias iguales o superiores a los 2 [KWh]. En promedio estos equipos se utilizan durante 6,6 horas diarias entre las 9:00 y 20:00 horas, justo antes de que se encienda el motor comunitario. En este contexto, según la información proporcionada por los entrevistados cada vivienda tiene en promedio un consumo mensual aproximado de 170 litros de gasolina, lo que equivale a un costo mensual de \$165.500 pesos por concepto de

generación eléctrica. Por otra parte el motor comunitario tiene un consumo mensual de 800 litros de petróleo, lo que equivale a un gasto aproximado de \$662.000¹².

Los costos asociados al transporte del combustible desde continente, específicamente desde la ciudad de Valparaíso, no fueron considerados en el presente estudio dado que el Gobierno de Chile subsidia un barco que se encarga de transportar los insumos necesarios para los habitantes de las islas Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk.

3.3. Aspectos sociales e institucionales

De acuerdo a lo planteado en la metodología, en primer lugar se presentan los resultados del análisis de aspectos sociales y posteriormente los resultados del análisis de aspectos institucionales.

3.3.1 Análisis de aspectos sociales:

La entrevista semiestructurada (Apéndice II) fue aplicada a 10 informantes claves, lo que representa el 12,34% de la población. Estas tuvieron una duración aproximada de 45 a 60 minutos y fueron realizadas en lugares convenidos con los entrevistados.

Como fue mencionado en la metodología, la selección de entrevistados se realizó con el apoyo de guardaparques y profesionales del municipio de Juan Fernández, para lo cual se estableció una reunión donde se acordaron los siguientes criterios:

- 1) Años de residencia: Personas con una residencia mínima de 5 años en el territorio.
- 2) Funcionalidad social: Personas con diferentes ocupaciones dentro del territorio.
- 3) Grupo etario: Personas mayores de edad pertenecientes a distintos rangos etarios. Para efecto de este análisis se consideraron los siguientes rangos: 18 – 40 años (adulto joven), 40 – 60 años (adulto) y sobre 60 años (adulto mayor).
- 4) Liderazgo: Miembros de organizaciones sociales o instituciones.

En el siguiente cuadro se aprecia el listado de entrevistados incluyendo nombres, edad, funcionalidad social, liderazgo y años de residencia en el territorio.

¹² Los entrevistados comentan que 200 litros de petróleo tienen un costo aproximado de \$165.500.

Cuadro 2. Nómina de entrevistados y criterios de selección.

| Nombre | Edad | Funcionalidad social | Liderazgo | Años de residencia |
|------------------------|------|--|--|--------------------|
| Reinaldo Rojas | 57 | Pescador artesanal de langosta | Presidente del Comité de pescadores | 57 |
| Victoria González | 59 | Voluntaria de la posta de salud, dueña de negocio y encargada de comunicaciones radiales | Líder femenina | 59 |
| Rosa Contreras | 63 | Servicios de alimentación | Socia del comité de pescadores | 63 |
| Guillermo López | 64 | Encargado del sistema eléctrico y pescador artesanal de langosta | Socio del comité de pescadores | 64 |
| Ronaldo Contreras | 39 | Pescador artesanal de langosta | Ex presidente del comité de pescadores | 39 |
| Jordan López | 24 | Pescador artesanal de langosta. | Secretario del comité de pescadores | 24 |
| Jonathan Retamal | 34 | Pescador artesanal de langosta. | Tesorero del comité de pescadores | 34 |
| Manuel de Rod | 63 | Pescador artesanal de langosta. | Socio del comité de pescadores | 63 |
| Maximiliano Recabarren | 44 | Guardaparque | CONAF | 44 |
| Katterine López | 21 | Estudiante universitaria y voluntaria. | Rescatemos Juan Fernández | 21 |

Fuente: Elaboración propia, 2015.

A continuación se presentan los resultados de los cuatro ejes temáticos de la entrevista semi-estructurada, considerando los aspectos sociales y culturales, valoración ambiental, evaluación del sistema eléctrico y finalmente conocimiento y valoración de las ERNC.

Aspectos sociales y culturales.

De forma particular, el análisis de los aspectos sociales y culturales profundizó en la cohesión social, movilidad poblacional, nivel de pobreza, funcionalidad de organizaciones e instituciones y una perspectiva local.

Cohesión social:

La cohesión social es considerada como uno de los criterios más importantes para que una iniciativa concrete sus objetivos (Walker et al., 2010). Esto debido a que refleja el funcionamiento interno de una comunidad, sus relaciones externas e identidad.

En términos generales, los habitantes de IAS mantienen una buena relación con sus coterráneos. En caso de contingencias ambientales o de salud, la comunidad actúa de forma cooperativa y organizada, dejando de lado cualquier diferencia y solicitando colaboración inmediata a IRC, en base a sus protocolos de comunicación.

Se identifica que los principales conflictos presentes en la comunidad son de carácter verbal y están asociados al trabajo. Específicamente a las marcas de extracción de langosta, zonas heredadas de generación en generación sin una propiedad legal que otorgue exclusividad a un pescador, lo que se traduce en una oportunidad de utilizar marcas de terceros. Otros conflictos menores son causados por infidelidad, discriminación social y asuntos deportivos, en la mayoría de los casos el principal detonador es el alcohol.

Es poco usual que los conflictos lleguen a la violencia física, debido a la existencia de una norma restrictiva en el uso de la fuerza para la resolución de conflictos, razón causal de la expulsión de Alejandro Selkirk. En general, las organizaciones locales están atentas a conflictos debido a la fragilidad social que existe en el territorio. En este sentido, se aprecia que la comunidad mantiene buenas relaciones con los organismos que influyen en la isla tales como CONAF y el Municipio, lo que se considera relevante para el desarrollo de un proyecto de cogestión.

“hay que estar siempre atento a los conflictos, que no se nos vaya a ir de las manos, no tenemos policías, por lo que tenemos que sancionar a quienes se le pase la mano, imagínate que acá en la isla tenemos armas y cuchillos. La gente no busca hacer cosas conflictivas porque piensan que los pueden echar. La decisión de expulsión de la isla se toma de forma tripartita, considerando al Municipio, CONAF y el Comité de adelanto”¹³.

¹³ Extracto de entrevista a pescador de IAS, febrero 2015.

Otro factor que contribuye a la cohesión social, es el sentido de pertenencia local, definido como la existencia de ciertos valores comunes entre los miembros de una comunidad, “los cuales les permiten identificarse y compartir principios morales y códigos de conducta, a través de los cuales pueden desarrollar sus relaciones con los demás y alcanzar metas” (Kearns and Forrest, 2000). En IAS, esto se sustenta en la existencia de una descendencia histórica luego que la isla fuese ocupada como cárcel¹⁴ entre 1927 y 1930, momento en que llegaron las primeras familias que habitaron el territorio (Segura, 2015). Gran parte de los entrevistados son descendientes de dichas familias habiendo sido criados e incluso nacidos en la isla, hecho que consagra un fuerte sentido de pertenencia e identidad isleña.

Con base en los antecedentes presentados, se concluye que la comunidad presenta una gran cohesión social, la que se basa en relaciones de confianza, cooperación y solidaridad entre los habitantes de la isla. Manteniendo una clara identidad local, buenas relaciones internas y externas, además de una estructura para la resolución de conflictos.

Movilidad poblacional:

Cada año la isla es habitada durante la temporada de extracción de langosta que comienza el mes de octubre y finaliza en mayo. El resto del año el recurso se encuentra protegido por una veda extractiva¹⁵, lo que sumado a las desfavorables condiciones climáticas de invierno, dificulta el transporte de embarcaciones y por consecuencia el establecimiento de la comunidad en el territorio. Es por esto que a finales de mayo todos los residentes migran hacia la isla Robinson Crusoe o bien al continente, donde habitan el resto del año.

Normalmente los habitantes de IAS viajan a la isla Robinson Crusoe una vez por temporada debido a razones médicas, trámites legales urgentes o compras. En caso de no existir las necesidades anteriores, el único motivo de viajar se sustenta en que el resto del tiempo no se puede permanecer en Alejandro Selkirk.

En su totalidad los entrevistados comentan que una de las principales razones de viajar al continente es por motivos de salud, debido a la necesidad de realizar chequeos médicos o el tratamiento de alguna enfermedad. Otros requerimientos son la realización de compras, visitar a familiares y vacaciones.

En términos generales, los residentes de Alejandro Selkirk pasan 8 meses al año en la isla, luego 2 meses en la isla Robinson Crusoe y dos meses en el continente. Tal como se aprecia en el Cuadro 2, los años de residencia que los entrevistados tienen en el territorio coinciden con su edad biológica, debido a que en su mayoría nacieron en el archipiélago.

¹⁴Bajo la dictadura del General Carlos Ibáñez, entre los años 1927 y 1930 se estableció un presidio en Alejandro Selkirk donde se enviaron presos políticos, quienes construyen bodegas, dormitorios y algunos talleres para carpintería y zapatería (Segura, 2015).

¹⁵ De acuerdo a lo establecido por el artículo 2° de la Ley General de Pesca y Acuicultura (1989), la veda extractiva corresponde a la prohibición de captura o extracción en un área específica por motivos de conservación.

Nivel de pobreza:

El principal rubro desarrollado en la isla corresponde a la pesca artesanal de langosta, actividad realizada exclusivamente desde octubre a mayo, donde los pescadores obtienen remuneraciones que fluctúan dependiendo del mercado nacional e internacional de la langosta, con montos que van desde los \$600.000 y superan los \$5.000.000. Por otra parte otros rubros como la prestación de servicios de alimentación, educación, entre otros, no superan los \$400.000.

En general los pescadores comentan que sus ingresos son suficientes para cubrir sus requerimientos durante el año. Mientras que las personas que trabajan en el resto de los rubros indican que en ocasiones son insuficientes.

Sobre los servicios básicos presentes en la isla, los entrevistados consideran que es necesario mejorar la calidad de los siguientes, enumerados en función de su prioridad.

- 1.-Salud: Se debiese contar con una posta rural.
- 2.-Electricidad: Se requiere de un sistema que opere las 24 horas.
- 3.-Alcantarillado: Necesario para evitar la proliferación de enfermedades.
- 4.-Educación: Falta un establecimiento con cursos hasta octavo básico e implementar un sistema de generación eléctrica que le de autonomía a la escuela de IAS.
- 5.-Conectividad: Una antena que permita la comunicación vía telefónica.
- 6.-Agua potable: Sistema de potabilización de agua.
- 7.-Infraestructura: Mejoras en infraestructura de uso comunitario.

Organizaciones e instituciones:

A continuación se presentan las organizaciones que se encuentran vinculadas a IAS.

- 1) Sindicato de Trabajadores Independientes Pescadores de Isla Alejandro Selkirk (STIPIAS): Gremio de pescadores enfocados al fomento y desarrollo de la pesquería artesanal en isla.
- 2) Comité de adelanto del poblado de pescadores de isla Alejandro Selkirk: Organización de carácter social que busca impulsar el desarrollo comunitario, mejorar la infraestructura pública y velar por el bienestar social.
- 3) Oikonos: Organización no gubernamental que investiga y protege ecosistemas amenazados, involucrando de forma activa a las comunidades, mediante alianzas estratégicas. Posee presencia en la isla durante toda la temporada de langosta.
- 4) Corporación Nacional Forestal (CONAF) de Juan Fernández: Administra la política forestal de Chile en las islas pertenecientes al parque nacional Archipiélago Juan Fernández.

5) Asociación Femenina de Isla Alejandro Selkirk (AFIAS): Su objetivo central es realizar iniciativas comunitarias enfocadas principalmente al bienestar de los niños y adultos mayores. Adicionalmente se preocupa por el cuidado y limpieza del entorno de la comunidad, de este modo busca complementar el trabajo del comité de adelanto.

6) Island Conservation ONG: Organización dedicada a la prevención de extinciones en la naturaleza mediante el control de especies invasoras y programas de educación ambiental.

7) Rescatemos Juan Fernández: Organización enfocada en divulgar la riqueza ambiental del archipiélago Juan Fernández y realizar actividades de conservación con voluntarios.

8) Municipalidad de Juan Fernández: Corporación autónoma de derecho público que busca definir y llevar a cabo una estrategia de desarrollo local sustentable, en sintonía con las estrategias regionales y nacionales.

9) Otros: Existen otras instituciones con presencia en el territorio tales como la Armada de Chile, Universidad Austral de Chile y Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Las organizaciones medioambientales como Island Conservation, Oikonos y Rescatemos Juan Fernández en conjunto con CONAF, han desarrollado diversas actividades que promueven la conciencia ambiental dentro de la comunidad y por otra parte han colaborado en el control de especies exóticas invasoras, tales como el maqui, murtilla, ratas, cabras, entre otras.

La comunidad comenta que el trabajo realizado por CONAF en Selkirk es intermitente y existe una percepción negativa respecto a las iniciativas ejecutadas en el pasado, tal es el caso del proyecto de conservación y restauración ecológica llamado CONAF-Holanda. No obstante, se reconoce el apoyo de esta institución mediante la construcción de refugios, donación de un estanque de agua y mejoras en la infraestructura de la caleta. En términos ambientales, valoran el descubrimiento y seguimiento de especies endémicas. Mientras que identifican una falta de autoridad, fiscalización y determinación en el cumplimiento de la ley del parque. Por otra parte comentan que es necesario extender una mayor presencia del SAG en IAS.

“deberíamos trabajar más mano a mano, pero nos delegan mucho los cargos a nosotros, actuamos como fiscalizadores y deberían ser ellos”¹⁶.

La mayoría de los habitantes de IAS se encuentran inscritos como socios en el comité de adelanto y sindicato de pescadores. La principal motivación por participar en organizaciones comunitarias es mejorar la calidad de vida en el poblado mediante la generación de nuevos proyectos. A pesar de lo anterior, los entrevistados desconocen el estado de vigencia de las personalidades jurídicas de sus organizaciones.

¹⁶ Extracto de entrevista a pescador de IAS, febrero 2015.

Los entrevistados comentan que de las organizaciones locales, AFIAS es la más reciente de todas y ha intentado llevar a cabo iniciativas sin obtener éxito. Por otra parte, el Sindicato ha concretado tratos estratégicos con empresas, permitiendo el desarrollo económico del sector pesquero y generando estabilidad financiera. Finalmente el Comité de adelanto de pescadores corresponde a la organización con mayor valoración social, debido a sus logros tales como la gestión de una sede social, sala de faenamiento, refugio ante desastres naturales, red de agua potable, motor de generación eléctrica, además del mantenimiento de la caleta y el establecimiento de normas de convivencia comunitaria. Lo anterior mediante el autofinanciamiento recaudado a partir de las cuotas de sus socios.

“Nosotros vamos en busca del desarrollo alineado a la cultura que poseemos, sin perjudicarnos ni salir de nuestro contexto”¹⁷.

Perspectiva local:

Se aprecia que los habitantes de IAS tienen una perspectiva mayoritariamente positiva de su territorio, valorando la gran tranquilidad, oportunidades de trabajo, abundancia de recursos y riqueza ambiental. Mientras que el principal aspecto negativo identificado se encuentra asociado al grado de aislamiento, lo que se debe a la baja conectividad marítima y dificultades de comunicación. Además de otros aspectos desfavorables como la ausencia de servicios de salud, la generación de basura y el escaso desarrollo en infraestructura.

En su totalidad, los entrevistados se identifican como isleños y comentan que de ser posible habitarían todo el año la isla. No obstante, reconocen algunas brechas que actualmente no lo permiten, entre ellas la escasa conectividad comunicacional y marítima. En la actualidad la isla no cuenta con señal telefónica ni internet, solo posee conexión radial con la isla Robinson Crusoe y un teléfono satelital que es utilizado en caso de emergencias. Respecto a la conectividad marítima existe un buque llamado Antonio perteneciente a la empresa Transmarko, el cual es subvencionado por el estado para realizar 4 viajes por temporada con el fin de trasladar pasajeros y provisiones, además de lanchas de empresas pesqueras que transportan langosta. Otras brechas son la ausencia de servicios de salud, la precariedad en los servicios de educación y la necesidad de una escuela rural con cursos hasta octavo básico. En este contexto los habitantes reconocen una sensación de abandono por parte de las autoridades nacionales y locales.

La comunidad identifica que para cubrir algunas de las brechas como la escasa conectividad comunicacional, la ausencia de servicios de salud y una educación considerada deficiente, existen necesidades energéticas que podrían ser satisfechas aprovechando las ERNC presentes en la isla y de este modo reducir la cantidad de combustibles fósiles trasladados desde el continente.

¹⁷ Extracto de entrevista a pescador de IAS, febrero 2015.

Valoración socio-ambiental.

Los entrevistados mencionaron que el archipiélago es una reserva de la biósfera muy valiosa en términos ambientales, con un ecosistema único y especies endémicas que lo convierten en un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial. Sin embargo, existe la percepción de que se encuentra en un estado crítico de conservación debido a la introducción de especies exóticas invasoras que han provocado un grave desequilibrio ecosistémico, tales como la Mora (*Rubus ulmifolius*), Maqui (*Aristotelia chilensis*), Murtilla (*Ugni molinae*) y *Eucalyptus globulus* (Eucalipto).

En términos generales, los habitantes de IAS perciben que el territorio otorga beneficios para la comunidad tales como recursos productivos, alimenticios, agua, sitios de recreación y un entorno agradable para vivir. Adicionalmente reconocen el concepto de sustentabilidad ya que tienen la necesidad de realizar un uso regulado de sus recursos naturales. Lo anterior se evidencia en la obtención de una certificación de pesca sustentable que restringe la sobre-explotación de sus recursos pesqueros.

La disposición de desechos domiciliarios y las externalidades negativas de la generación eléctrica constituyen los principales focos de contaminación en la isla. Algunas de estos impactos negativos son los derrames de petróleo, acumulación de envases de combustible y electrodomésticos que constantemente se dañan producto de reiterados cortes o golpes de corriente. La ausencia de un plan de gestión de residuos permite que estos elementos normalmente lleguen al mar afectando el ecosistema marino y por consecuencia la actividad pesquera.

Los habitantes manejan ciertos conocimientos respecto a temáticas medio ambientales, reconociendo conceptos como endemismo, especies nativas y el impacto de las especies invasoras. No obstante ningún entrevistado reconoce el programa MAB¹⁸ de la UNESCO, el cual establece las bases a largo plazo para mejorar las relaciones entre las personas y el medio ambiente en las reservas de la biosfera.

La comunidad percibe que sus miembros son quienes pueden realizar acciones concretas para la conservación de la naturaleza. Lo anterior, con énfasis en la protección de especies como el Rayadito de Masafuera (*Aphrastura masafuerae*), la Fardela de Masafuera (*Pterodroma longirostris*), el Lobo Fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*) y *dendroseris gigantea*. Además de la reducción de contaminación a través del establecimiento de un

¹⁸ El programa MAB por sus siglas en inglés de “Man and Biosphere” sienta las bases para una interacción armónica entre el hombre y la biósfera (CONAF, 2009).

sistema de gestión de residuos domiciliarios y la mejora del sistema de generación eléctrica mediante la incorporación de tecnologías basadas en el uso de energías renovables.

“Es de gran importancia que tanto las autoridades como la comunidad se involucren constantemente para poder salvar lo más preciado que tenemos, nuestros recursos naturales”¹⁹.

Evaluación del sistema eléctrico.

El principal aspecto positivo que la comunidad percibe del sistema eléctrico es que a pesar de ser considerado precario, provee de energía eléctrica para iluminación, conservación de alimentos, lavado y entretenimiento. De no existir, el poblado aún utilizaría metodologías más rudimentarias para conservar alimentos tales como el salado de carnes, charqui y carniceras²⁰. De igual forma para el lavado de ropa, antiguamente las mujeres se desplazaban a unos pozones ubicados fuera del poblado.

Dentro de los aspectos negativos del sistema, se identifica la contaminación ambiental producto de derrames, emanación de gases, acumulación de aproximadamente 30 tambores de combustible por temporada, además de la constante generación de ruido y olores molestos. Por otra parte, dado que el motor se encuentra dañado, existen reiteradas fallas del sistema generando una alta tasa de electrodomésticos averiados, lo que se traduce en una acumulación de chatarra y la posibilidad de riesgo de incendio.

“Las instalaciones están mal hechas, existen cables quemados y muy desordenados, lo que genera un peligro de incendio y contaminación visual. Es necesario cambiar el tendido eléctrico por completo”²¹.

Los entrevistados indican que es necesario un sistema que utilice energías renovables, con el objetivo de contar el 100% del tiempo con electricidad, aumentando la autonomía local y reduciendo la contaminación ambiental. Vislumbran la posibilidad de un cofinanciamiento entre instituciones públicas, privadas y aportes económicos de los socios del comité de pescadores.

Conocimiento y valoración de las ERNC.

La comunidad reconoce el concepto de energía renovable no convencional como una alternativa a la quema de combustibles fósiles. Se identifica una valoración positiva dado que son recursos inagotables que permiten reducir la contaminación en la atmósfera, siendo comparativamente económicos respecto a sistemas de generación tradicional.

¹⁹ Extracto de entrevista a pescador de IAS, febrero 2015.

²⁰ Jaula para colgar la carne con una protección de malla que evita el ingreso de moscas y otros descomponedores. Extracto de entrevista a pescador de IAS, febrero 2015.

²¹ Extracto de entrevista a pescador de IAS, febrero 2015.

En términos generales la comunidad no conoce el concepto de eficiencia energética, no obstante en la práctica realizan medidas de ahorro como la utilización de luces LED, compra de electrodomésticos con sello verde y apagan las luces cuando no se utilizan. Por otra parte comentan que encienden los motores individuales sólo en momentos estrictamente necesarios, con el propósito de reducir el gasto energético.

De las fuentes energéticas renovables, las más conocidas en el poblado son la energía solar y eólica, en menor medida la mini-hidráulica, marina, biomásica y en último lugar la geotérmica. Sobre la energía eólica identifican que no es viable en la isla debido a los impactos negativos que puede ocasionar en la conservación de la avifauna endémica. Respecto de la energía mini-hidráulica consideran que no existe potencial en zonas cercanas al poblado, debido a la ausencia de grandes cursos de agua. Sobre el resto de las fuentes no identifican inconvenientes para su implementación, priorizando por sobre todas la energía solar.

Respecto de los beneficios de las ERNC, los habitantes identifican en primer lugar el ahorro en términos económicos, debido a que en la actualidad presentan un elevado gasto por concepto de energía. En segundo lugar reconocen la reducción de la contaminación ambiental, comentan que en caso de utilizar este tipo de tecnologías se reducirían los tambores, los derrames de petróleo, la emanación de gases contaminantes y la chatarra de electrodomésticos averiados. Lo anterior permitiría vivir en un entorno más sano y cuidar los recursos naturales. En tercer lugar comentan que se reduciría la contaminación acústica producto del permanente ruido de los 27 motores individuales presentes en el poblado.

Los entrevistados indican que los sistemas de ERNC permitirían contar con 24 horas de electricidad, lo que sería muy favorable en términos de conectividad comunicacional y aspectos sanitarios relacionados a la conservación de alimentos.

De forma transversal, se identifica como beneficio una mejora en la eficiencia de la gestión de la energía, reduciendo el tiempo invertido en el proceso de generación eléctrica actual. Finalmente reconocen que este tipo de sistemas impulsaría considerablemente la autonomía energética en la isla.

“Si se acaba el combustible en la isla, ya no habría que esperar semanas para que trasladen tambores de petróleo desde el continente, tendríamos autonomía”²².

²² Extracto de entrevista a pescador de IAS, febrero 2015.

3.3.2 Análisis de aspectos institucionales:

Mediante reuniones sostenidas con miembros del comité de pescadores, CONAF, Municipio de Juan Fernández, Oikonos y la SEREMI de Energía de la Región de Valparaíso, se construyó un mapa de poder que identifica a los “stakeholders” relacionados al proyecto (Figura 24), los que se clasificaron en 3 niveles.

- Primer nivel (Actores clave): Directamente relacionados con el desarrollo del proyecto, el éxito o fracaso depende gran medida de este grupo.
- Segundo nivel (Actores estratégicos): Colaboradores del proyecto, sus gestiones pueden agilizar o bien enlentecer el desarrollo de la iniciativa.
- Tercer nivel (Actores del entorno): Instituciones cuyos objetivos o normativas tienen relación con el desarrollo del proyecto.

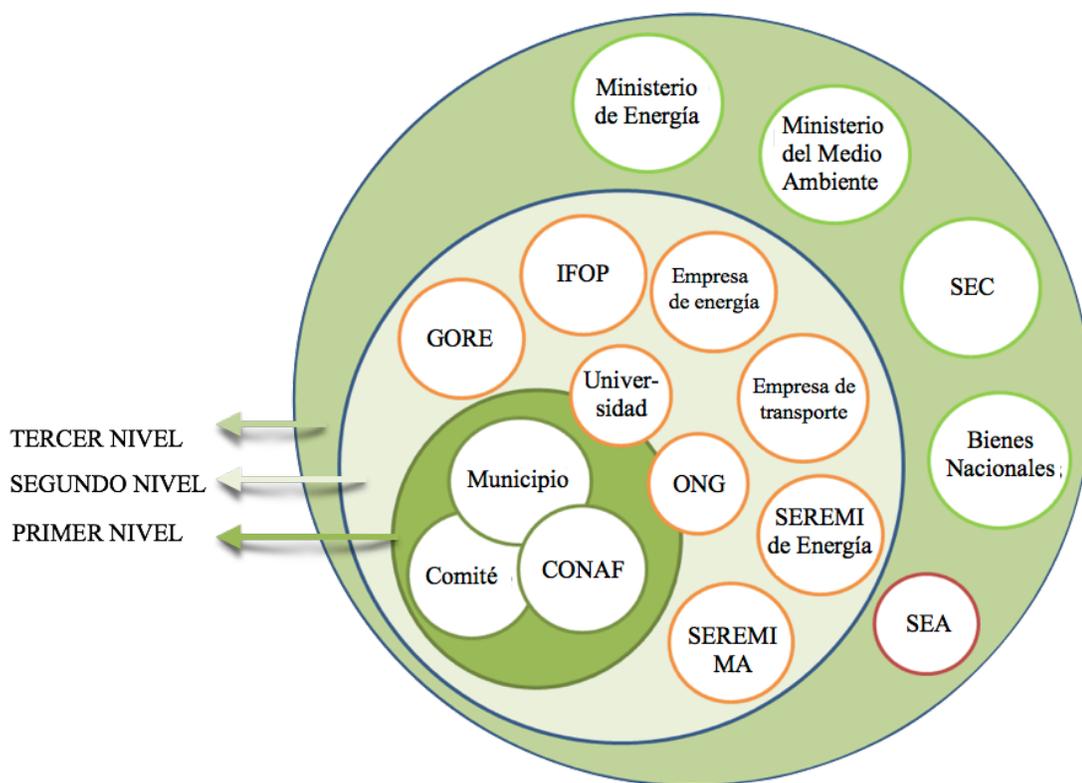


Figura 24. Mapeo de poder de stakeholders. Fuente: Elaboración propia, 2016.

1) Primer nivel: Conformado en su mayoría por actores directamente relacionados con la toma de decisiones a nivel territorial. Entre ellos se consideró al Comité de adelanto de pescadores, CONAF y Municipio de Juan Fernández. A continuación se presenta su posición respecto al proyecto.

Comité de adelanto de pescadores (Comité): Representa a la comunidad de IAS y es identificado como uno de los actores locales más relevantes para el desarrollo del proyecto. Se considera que su posición es favorable dado que manifiestan disposición a colaborar y cofinanciar la iniciativa.

Corporación Nacional Forestal (CONAF) Juan Fernández: Actor de gran relevancia debido a su poder en la toma de decisiones dentro del Parque Nacional AJF. Su posición es favorable alineándose a lo establecido por el Programa MAB de las reservas de la biósfera que busca una interacción armónica entre los territorios prioritarios para la conservación y las comunidades que lo habitan. Por otra parte CONAF puede orientar a la comunidad respecto de la normativa ambiental vigente y los protocolos necesarios para el desarrollo de un proyecto de autoabastecimiento eléctrico en base a ERNC en IAS.

Municipio de Juan Fernández (Municipio): Institución que en la actualidad extiende su apoyo administrativo a los habitantes de IAS mediante subvenciones de combustible y transporte marítimo. Presenta una posición favorable con el proyecto, dado que es de su interés y preocupación la calidad de vida de todos los ciudadanos de su comuna. Por otra parte, presta relevancia al ser un nexo entre los actores de primer y segundo nivel.

2) Segundo nivel: Este grupo integra actores que puedan colaborar en gestiones, apoyo técnico o financiamiento para el proyecto. Entre ellos se consideró al Gobierno Regional, Instituto de Fomento Pesquero, empresas de energía y transporte, SEREMI de Energía, SEREMI del Medio Ambiente, ONG's y universidades. Se espera el establecimiento de alianzas estratégicas entre los actores del primer y segundo nivel.

Gobierno Regional (GORE): Organismo de la administración superior de la región enfocado en el desarrollo armónico de los territorios, apuntando a su preservación y al mejoramiento del medio ambiente. Se considera como una posible fuente de financiamiento que pudiese ser canalizada mediante gestiones municipales.

Instituto de Fomento Pesquero (IFOP): Institución enfocada en el apoyo a la industria pesquera y sus comunidades. Este actor también fue considerado como un posible cofinancista que pudiese ser canalizado mediante el comité de pescadores.

Empresas de energía: Grupo de actores privados dedicados a la generación, transmisión y distribución de la energía. Se visualizan como posibles financistas del proyecto mediante su área de responsabilidad social empresarial.

Empresa de transporte marítimo: Considerada como facilitadores en la movilización de los insumos necesarios para el proyecto.

SEREMI de Energía y SEREMI de Medio Ambiente: Facilitadores en gestiones a nivel regional, orientadores en la búsqueda de financiamiento, apoyo técnico y el establecimiento de nexos entre los actores del primer nivel y los Ministerios correspondientes.

ONG: Las organizaciones no gubernamentales se identifican como posibles canales para la obtención y búsqueda de financiamiento público concursable o donaciones de privados a nivel nacional o internacional. Es por esto que se espera el establecimiento de alianzas estratégicas entre los actores del primer y segundo nivel.

Universidades (U): Actor relevante que puede extender el apoyo técnico necesario para el desarrollo del proyecto. Se espera que al menos una institución académica participe en el proceso de diseño, implementación y seguimiento de la micro-red, además de la posibilidad de impartir capacitaciones sobre operación y mantenimiento de los sistemas.

3) Tercer nivel: Corresponde a actores que no tienen una influencia directa en la gestión del proyecto pero que pueden prestar algún tipo de cooperación o bien asesoría en el cumplimiento de las normativas vigentes de sus respectivas áreas. Entre ellos destaca el Ministerio de Energía, Ministerio del Medio Ambiente y la Superintendencia de Electricidad y Combustible.

Ministerio de Energía: Colaboración de profesionales en aspectos técnicos, participación ciudadana y planificación estratégica de la energía. Lo anterior buscando alinear el proyecto a las metas comprometidas en la política de energía 2050. Se identifica que las divisiones de Acceso y equidad, Desarrollo sustentable y Energías renovables presentan mayor pertinencia con la iniciativa.

Ministerio del Medio Ambiente: Actor relevante que permitirá orientar a la comunidad sobre los protocolos y permisos que el proyecto debe obtener para cumplir con la normativa ambiental vigente. Además de dar a conocer distintas fuentes de financiamiento que puedan ser de utilidad para la iniciativa.

Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC): Su participación en el proyecto está relacionada a supervigilar que el sistema eléctrico instalado en la isla cumpla con la normativa eléctrica establecida.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA): Encargado de determinar si el proyecto cumple con los requerimientos ambientales aplicables al reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

3.4. Estrategias para la implementación de una micro-red basada en ERNC

Luego de procesar la información recopilada en los objetivos anteriores, se establecieron estrategias para la implementación de una micro-red basada en ERNC que satisfaga la demanda eléctrica de la comunidad de la isla Alejandro Selkirk. Para estos propósitos se tuvieron en consideración los recursos energéticos, sociales, económicos e institucionales disponibles, además de los posibles impactos socio-ambientales que podría generar el proyecto.

Con el propósito de sistematizar la información relevante, se realizó un análisis FODA que permitió identificar las fortalezas (F), oportunidades (O), debilidades (D) y amenazas (A) para el desarrollo del proyecto. Lo anterior, se puede apreciar a continuación.

Fortalezas identificadas: Aspectos positivos de la comunidad para el desarrollo del proyecto.

- F1: Buena organización comunitaria
- F2: Conciencia ambiental
- F3: Altos ingresos de los residentes de IAS
- F4: Buena relación interna
- F5: Elevada cohesión social y sentido de pertenencia
- F6: Disposición de la comunidad a cofinanciar el proyecto
- F7: Concentración geográfica de las viviendas

Oportunidades identificadas: Aspectos positivos del entorno para el desarrollo del proyecto

- O1: Existencia de un buen potencial de energía solar en IAS
- O2: Oferta tecnológica de equipos fotovoltaicos en Chile
- O3: Oferta de electrodomésticos con sello de eficiencia energética en Chile.
- O4: Interés local por parte de ONG's
- O5: Interés local por parte de Universidades
- O6: Subvención del transporte por parte del estado
- O7: Subvención parcial del combustible por parte del municipio

Debilidades identificadas: Factores de la comunidad desfavorables para el proyecto

- D1: Desconocimiento local sobre las ERNC y eficiencia energética.
- D2: Sistema eléctrico deficitario en IAS
- D3: Dependencia energética del continente
- D4: Uso ineficiente de la energía
- D5: Uso de electrodomésticos sin sello de eficiencia energética
- D6: Infraestructura local deficitaria
- D7: Generación de contaminación del sistema eléctrico
- D8: Falta de capacidades técnicas

Amenazas identificadas: Aspectos del entorno que afectan al desarrollo del proyecto

- A1: Condición de aislamiento
- A2: Movilidad poblacional obligatoria
- A3: Ausencia de servicios básicos
- A4: Escasa conectividad comunicacional
- A5: Alto costo de la energía
- A6: Ausencia física de la figura municipal
- A7: Condiciones climáticas adversas
- A8: Posibles fallas técnicas del proyecto
- A9: Alto costo de la micro-red basada en ERNC

En función de lo anterior, se elaboró una propuesta que integra 19 estrategias diferentes, cuya implementación tiene un costo total aproximado de \$ 14.400.000, basados principalmente en la contratación de un encargado energético (\$ 4.000.000 por temporada) e insumos menores para actividades de capacitación, difusión, entre otros (\$ 2.400.000). Cabe mencionar que este monto no considera el costo de la micro-red, el cual debe ser calculado en función de los resultados de un estudio de ingeniería de detalle. A continuación se presentan las estrategias propuestas de acuerdo a su plazo de implementación.

3.4.1. Estrategias de corto plazo.

Están orientadas a la generación de recursos económicos locales, la contratación de un encargado energético, la articulación de un comité energético, el desarrollo de un programa de capacitación y difusión de energías renovables y eficiencia energética, la promoción y venta de equipos eficientes y la generación de alianzas estratégicas con ONG's y universidades. Se espera que sean implementadas durante el primer año.

1.- Estrategia de autofinanciamiento: Como primera acción se deberá establecer un sistema de recaudación de fondos mediante el cobro de una cuota base de \$20.000 mensuales por cada socio perteneciente al comité de adelanto de pescadores. Lo anterior equivale aproximadamente a un monto total de \$4.800.000 por temporada²³. Estos recursos serán utilizados para contratar a un encargado energético, adquisición de insumos y para cubrir gastos administrativos. Los montos sobrantes de cada temporada serán traspasados como saldo contable al siguiente periodo.

²³ La comunidad habita en IAS durante la temporada que comienza en octubre y finaliza en mayo.

Se sugiere que posterior a la implementación de la micro-red las cuotas sean diferenciadas considerando el consumo eléctrico residencial de cada socio.

2.- Contratación de un encargado energético: El comité de adelanto de pescadores deberá sesionar en una reunión extraordinaria para designar a un encargado energético responsable del fiel cumplimiento de las presentes propuestas. Dicho encargado recibirá una bonificación mensual de \$ 500.000 por sus labores, quien en primera instancia deberá articular un comité energético, gestionar un programa de capacitación y difusión sobre ERNC, promover la venta de artículos eficientes en la comunidad, gestionar proyectos de autonomía energética en espacios públicos y establecer alianzas estratégicas. En el mediano plazo deberá colaborar en la implementación un plan de gestión de residuos, un plan de eficiencia energética, establecer estrategias de cofinanciamiento del proyecto y dar seguimiento al proceso de diseño de una Micro-red basada en ERNC por parte de alguna institución académica. Mientras que en el largo plazo deberá gestionar un recambio de infraestructura eléctrica, supervisar la implementación de la micro-red y definir protocolos de reparación del sistema eléctrico en caso de contingencias. Todo lo anterior en coordinación con CONAF, el Comité de Adelanto de Pescadores y el Municipio de Juan Fernández.

3.- Conformación de un comité energético: El encargado designado en la estrategia 2, deberá articular un comité energético compuesto por tres integrantes del Comité de Pescadores, un profesional de la oficina municipal de medio ambiente y un guarda parque de CONAF, quienes serán capacitados en aspectos técnicos de energías renovables y eficiencia energética, profundizando en energía solar (Estrategia 5). Posteriormente, en conjunto deberán proponer acciones de difusión de ERNC y eficiencia energética para la comunidad (Estrategia 6), además de apoyar y fiscalizar el desarrollo de la presente propuesta en el corto, mediano y largo plazo.

4.- Alianzas estratégicas con ONG's y Universidades: Una de las primeras acciones del comité energético, será establecer alianzas estratégicas con a lo menos una ONG y una Universidad. En particular, las ONG's se vislumbran como facilitadores en la búsqueda de financiamiento público y/o privado. Por otra parte se espera que la universidad seleccionada aporte en el diseño de la micro-red, asesoría técnica, capacitaciones e investigación con el fin de asegurar un sistema de mejora continua.

De forma preliminar, se consideran las siguientes organizaciones con presencia en el archipiélago: ONG Oikonos, Island Conservation, Fundación Alejandro Selkirk y Triciclos. Por otra parte, también se identifican organizaciones externas como EGEA ONG, Fundación Chile, Universidad de Chile, Universidad de Valparaíso y la Universidad Austral de Chile.

5.- Programa de capacitación: Con el propósito de aumentar los conocimientos técnicos del comité energético, se deberá realizar un programa de capacitación sobre energías renovables no convencionales y eficiencia energética. El programa deberá ser impartido por una institución académica identificada en la estrategia 4 y debe considerar como mínimo las siguientes 3 actividades.

- a) Taller sobre energías renovables no convencionales y eficiencia energética.
- b) Instalación, monitoreo y reparación de sistemas fotovoltaicos.
- c) Funcionamiento y operación de micro-redes basadas en energías renovables.

Se sugiere realizar estas actividades en la IRC o bien en el continente, durante el periodo de veda de la langosta. En términos generales, se espera que en el futuro los mismos habitantes de IAS puedan resolver algunas de las problemáticas asociadas al sistema eléctrico, sin la necesidad de esperar semanas o meses por un técnico que viaje desde el continente.

6.- Programa de difusión de las ERNC y EE: Mediante el aprendizaje adquirido en el programa de capacitación de la estrategia 5, el comité energético deberá realizar distintas acciones de difusión dirigidas a la comunidad de IAS. Entre ellas se espera como mínimo lo siguiente:

- a) Entrega de kit de eficiencia energética que contenga 4 luces LED y 1 sistema fotovoltaico portable para recarga de radios de comunicación.
- b) Entrega de material gráfico con medidas activas y pasivas para ahorrar energía.
- b) Taller de energía solar
- c) Taller de eficiencia energética.

7.- Promoción y venta de equipos eficientes: Con el fin de fomentar y asegurar una reducción del consumo de la energía, en la isla sólo se podrá comercializar tecnología eficiente, considerando iluminación LED y electrodomésticos con sello de eficiencia energética, para lo cual deberá contar con una cantidad mínima disponible.

8.- Autonomía eléctrica en espacios públicos: Se deberán instalar sistemas fotovoltaicos independientes en los espacios públicos que requieren permanentemente de disponibilidad eléctrica, tal es el caso de la sede social, el refugio comunitario y la escuela. En particular, se deberá priorizar electrificar la sede social ya que es utilizada para realizar las comunicaciones radiales con la isla Robinson Crusoe. Donde además se sugiere instalar un sistema de refrigeración modular abastecido con energía solar fotovoltaica, con el fin de conservar los productos pesqueros y alimentos en caso de emergencias. En segundo lugar se electrificará el refugio que es utilizado en caso de catástrofes naturales, así como también la escuela del

poblado. Cabe destacar que cuando las baterías de los respectivos sistemas se encuentren averiadas deberán ser tratadas en función de lo establecido por el Plan de gestión de residuos (Estrategia 11).

Para financiar las instalaciones se deberán realizar postulaciones a concursos públicos tales como el Fondo de Acceso Energético (FAE) del Ministerio de Energía, el Fondo de Protección Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) o bien la obtención de recursos a partir de las alianzas estratégicas definidas en la estrategia 4.

9.- Organización social: El comité energético deberá realizar al menos dos reuniones abiertas a la comunidad durante la temporada de langosta (octubre-mayo). Lo anterior para tratar temáticas relevantes del sistema eléctrico, entre ellas el avance de las estrategias, nuevas inversiones, reparaciones, muestra de resultados, hitos importantes y toma de decisiones en general. De este modo se busca enriquecer la organización social en torno a la energía en pro de un desarrollo social armónico, inclusivo, sustentable y que permita detectar a tiempo conflictos en los roles y liderazgos de la isla.

10.- Instalación de estación meteorológica: Con el propósito de levantar información en terreno que permita robustecer el análisis del potencial solar y eólico disponible, el encargado energético deberá coordinar la instalación de una estación meteorológica que considere como mínimo un anemómetro, veleta, piranómetro, sensor de temperatura y humedad, y datalogger. Lo anterior con el propósito de registrar las variables del Cuadro 3.

Cuadro 3. Variables que deberá registrar la estación meteorológica.

| Variable | Dato | Unidad | Altura de medición (metros) | Intervalo de muestreo (minutos) |
|-----------------------------------|----------|------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Dirección del viento | Promedio | Grados | 2.5 | 5 |
| Humedad relativa | Muestra | Porcentaje | 2 | 5 |
| Radiación global horizontal (GHI) | Promedio | W_m^{-2} | 2 | 5 |
| Temperatura del aire | Promedio | Grados °C | 2 | 5 |
| Velocidad del viento | Promedio | $m s^{-1}$ | 2.5 | 5 |

Fuente: Elaboración propia, 2017

Se espera que esta estación meteorológica sea financiada con presupuestos gubernamentales vía concurso público o traspaso directo de recursos.

3.4.2. Estrategias de mediano plazo:

Enfocadas en la creación de un plan que permita reducir los residuos generados, impulsar un uso eficiente de la energía, realizar el diseño de una Micro-red eléctrica basada en ERNC, la obtención permisos ambientales y el establecimiento de un sistema de cofinanciamiento para el proyecto. Se espera que sean implementadas durante los primeros 2 años.

11.- Plan de gestión de residuos: Las externalidades negativas del sistema eléctrico tales como la generación de chatarra, acumulación de tarros de combustible, derrames, emanación de gases, además de posibles fallas de las baterías y equipos de los sistemas fotovoltaicos, implican un grave problema de contaminación que se acentúa dado el contexto insular y ambiental del territorio. Por lo tanto se deberá contar con un plan de gestión de residuos que asegure la acumulación de basura de forma segura y evitando procesos de contaminación ambiental, el cual debe considerar un registro, categorización y despacho de todo material de desecho para ser tratado en el continente. Es fundamental que este plan de gestión se adecúe al marco normativo vigente y cuente con la fiscalización de CONAF en IAS y del Municipio de Juan Fernández para su despacho al continente. Por otra parte se sugiere considerar una autonomía de al menos 60 días. Lo anterior, bajo el supuesto que se presenten condiciones climáticas desfavorables que no permitan el retiro de la basura vía marítima.

12.- Plan de eficiencia energética: Con el fin de fomentar y asegurar una reducción del consumo de la energía en la isla, se deberá tomar como medida preventiva la prohibición del ingreso de electrodomésticos de alto consumo eléctrico sin sello de eficiencia energética. Lo anterior aplica para refrigeradores, televisores, lavadoras, centrifugas, decodificadores, entre otros que el comité energético considere pertinente. En el caso particular de que algún miembro de la comunidad requiera el ingreso de alguno de estos equipos, deberá realizar una solicitud formal al comité energético, quién podrá autorizar o rechazar la petición. Respecto a tecnologías de iluminación, sólo se podrán ingresar ampollitas LED.

Como se aprecia en los resultados del ítem 3.2.2, algunas viviendas de la isla no cumplen con las condiciones de aislamiento térmico necesarias para evitar la pérdida de calor. Lo anterior se traduce en un aumento del consumo de energía térmica y/o eléctrica que se intensifica en periodos de mal tiempo.

En este contexto se propone realizar una revisión en detalle de la materialidad inmobiliaria, mediante una cámara térmica que mida el calor interno de las viviendas e identifique las filtraciones de aire para posteriormente ser reparadas. Adicionalmente, se considera la entrega de un manual con medidas activas y pasivas para reducir el consumo de la energía

intradomiciliaria. Estas acciones deben estar alineadas con el programa de aislación térmica del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

13.- Diseño de una Micro-red: Una vez formalizada la alianza estratégica con alguna de las universidades identificadas por el comité energético y con el apoyo técnico de profesionales de la SEREMI de Energía de la Región de Valparaíso, se deberá realizar la ingeniería de detalle de la micro-red de IAS. Para estos propósitos se tendrán en consideración los siguientes requerimientos levantados a partir de este estudio y los datos obtenidos de la estación meteorológica (Estrategia 10).

a) Se requiere de una micro-red basada en energía solar fotovoltaica considerando que en el territorio existe una radiación solar de $4,25 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ día}^{-1}]$, lo que equivale a un valor acumulado anual de aproximadamente $1.550 \text{ [kWh m}^{-2} \text{ año}^{-1}]$ y una disponibilidad territorial para implementar el proyecto de $450 \text{ [m}^2]$ (Sitio 2 de la Figura 15).

b) La propuesta debe permitir acoplar nuevas unidades de generación a partir de fuentes energéticas renovables que actualmente se encuentran en etapas pre-comerciales, tal es el caso de la energía undimotriz. Además de un respaldo a diésel para ser utilizado en caso de emergencia.

b) El sistema debe asegurar la disponibilidad de electricidad durante 24 horas al día (desde octubre a mayo) y con una autonomía energética de 1 mes. Lo anterior considerando un consumo eléctrico mensual promedio de $3,1 \text{ [MWh mes}^{-1}]$ y con un “peak” de potencia estimado de 20 [kWh]^{24} . Adicionalmente, se tiene que contemplar que actualmente el consumo de electricidad en la comunidad corresponde a recreación (30%), refrigeración (24%), higiene (23%), iluminación (13%), cocina (1%), comunicación (1%) y otros consumos (8%).

c) El sistema debe ser ubicado en el poblado La Colonia perteneciente a la quebrada Las Casas, específicamente en el sector del rodeo identificado en la Figura 15 con el número 2. Teniendo en consideración una pendiente menor a 10° , una exposición norte y evitando zonas de derrumbes.

²⁴ Valor estimado para un escenario desfavorable en el que todos los refrigeradores, congeladores, televisores, lavadoras y decodificadores estén operando al mismo tiempo.

d) El sistema debe permitir el control de la demanda energética, identificando el consumo eléctrico mensual de cada vivienda para posteriormente realizar cobros diferenciados y proporcionales al uso de electricidad.

e) Se requiere una estimación del costo total de la instalación del proyecto.

El encargado energético deberá realizar un acompañamiento durante el proceso de diseño de la micro-red, entregando información relevante a la institución a cargo de elaborar la ingeniería de detalle. Posteriormente la propuesta debe ser validada de forma tripartita por el comité de pescadores, CONAF y el Municipio de Juan Fernández.

14.- Obtener permisos sectoriales y ambientales: En paralelo al diseño de la micro-red, CONAF debe orientar al encargado energético sobre el protocolo necesario para obtener los permisos sectoriales y ambientales que permitan implementar el proyecto.

15.- Estrategia de cofinanciamiento: En la actualidad los ingresos económicos de los pescadores son elevados debido a la valorización de la langosta de Juan Fernández en mercados nacionales e internacionales. Lo anterior sumado a la conciencia ambiental de la comunidad permite que exista una DAP (Disposición a Pagar) de aproximadamente \$3.000.000 por familia, lo que equivale a un aporte de contrapartida aproximado de \$72.000.0000 para el desarrollo del proyecto. No obstante una iniciativa de estas características tiene un costo superior, el cual será estimado en el diseño de la micro-red (estrategia 13). En este contexto, se deberá realizar una búsqueda de cofinanciamiento con fondos provenientes del área pública o privada mediante la colaboración del Municipio de Juan Fernández, Universidades, ONGs o fundaciones con las cuales se hayan establecido alianzas estratégicas (estrategia 4).

3.4.3. Estrategias de largo plazo:

El principal propósito de las estrategias de largo plazo es realizar acciones que permitan habilitar e implementar la Micro-red. Se espera que se ejecuten durante el tercer año desde la conformación del comité energético y que permanezcan a lo largo de la vida útil del proyecto.

16.- Recambio total de la infraestructura eléctrica: En la actualidad los habitantes de IAS consideran que el sistema eléctrico comunitario constituye un peligro público debido a su precariedad y que no cumple con la normativa SEC. Por estas razones, se debe realizar un recambio total de la infraestructura eléctrica considerando sus componentes principales (1)

generación, (2) distribución y (3) consumo de la energía. Lo anterior alineándose al diseño de la micro-red elaborada en la estrategia 13.

- Generación: Se requiere cambiar el motor eléctrico actual del poblado (Caterpillar de 70 [kVA]) por un equipo eficiente, que será utilizado como unidad de respaldo de la micro-red.
- Distribución: Se debe realizar un plano eléctrico por parte de un técnico electricista, el cual deberá contemplar una revisión de la comunidad y CONAF, para posteriormente recambiar todo el cableado eléctrico.
- Consumo: Se tendrá que disponer medidores de consumo en todas las viviendas, además de automáticos certificados por la SEC.

17.- Implementar una Micro-red basada en energía solar: Una vez que el diseño de la micro-red haya sido validado por los actores locales y se cuente con los permisos sectoriales y ambientales necesarios para su implementación, se debe establecer una carta Gantt que permita asegurar la disponibilidad de los insumos necesarios tales como transporte, financiamiento, permisos locales, entre otros. Posteriormente se realizará un lanzamiento del proyecto, hito que dará inicio a las actividades.

18.- Estrategia de sostenibilidad: Para asegurar que el sistema perdure en el tiempo se propone que el encargado energético sea el operador de la micro-red, quien deberá asegurar su funcionamiento, realizar mantenciones, establecer un sistema de cobro por el consumo de electricidad y llevar a cabo un protocolo de reposición de equipos dañados cuando la micro-red se encuentre operativa.

En el caso que se presente alguna falla en el sistema, el encargado energético deberá: 1) contactar vía radio transmisor al encargado de la oficina municipal de medio ambiente, quien por su parte deberá 2) notificar a proveedores del continente previamente contactados, los que 3) despacharán los equipos necesarios en coordinación con alguna empresa de transporte aérea o marítima dependiendo de las dimensiones del paquete. De todos modos la comunidad debe contar con un “stock” mínimo de repuestos para la Micro-red.

Cabe destacar que cuando las baterías de los respectivos sistemas se encuentren averiadas deberán ser tratadas en función de lo establecido en el Plan de gestión de residuos (Estrategia 11).

19.- Estrategia de seguridad: Es necesario contar con una sala de seguridad que tenga la capacidad de almacenar repuestos y guardar la totalidad de los equipos fotovoltaicos. Estos deben ser resguardados cada año al finalizar la temporada de pesca de langosta, periodo en que la isla queda deshabitada y expuesta a robos por parte de barcos ajenos.

3.4.4. Rol de los actores relevantes

A continuación se aprecia el rol de los actores relevantes para el proyecto y cada una de las estrategias que vinculan su participación.

a) Comité de adelanto de pescadores de IAS:

| Descripción del rol | Estrategias relacionadas |
|---|---|
| <p>Representa a los habitantes de la comunidad de IAS, los que en una primera instancia serán responsables de financiar el comienzo de esta propuesta estratégica.</p> <p>Deberá contratar a un encargado energético, así como evaluar el cumplimiento y avance de las estrategias. Entre ellas, promover la venta de artículos eficientes en la isla, impulsar la autonomía energética de espacios públicos, sostener una organización social activa en el territorio, implementar un plan de gestión de residuos en colaboración a CONAF, establecer alianzas estratégicas de cofinanciamiento, sostenibilidad y seguridad del sistema.</p> | <p>1: Estrategia de autofinanciamiento</p> <p>2: Contratación de un encargado energético</p> <p>3: Conformación de un comité energético</p> <p>7: Promoción y venta de equipos eficientes.</p> <p>9: Organización social</p> <p>11: Plan de gestión de residuos</p> <p>15: Estrategia de cofinanciamiento</p> <p>16: Recambio total de la infraestructura eléctrica.</p> <p>18: Estrategia de sostenibilidad</p> <p>19: Estrategia de seguridad</p> |

b) CONAF Juan Fernández:

| Descripción del rol | Estrategias relacionadas |
|---|---|
| <p>Institución representada directamente por el guarda parque de turno en IAS e indirectamente por el resto de sus funcionarios presentes en IRC. Deberá formar parte del comité energético y participar en sus reuniones, colaborar en acciones que permitan la autonomía energética de espacios públicos, fiscalizar el fiel cumplimiento del Plan de gestión de residuos, asesorar en la obtención de permisos ambientales necesarios para implementar la micro-red, colaborar en el diseño de una estrategia de sostenibilidad y seguridad para el sistema.</p> | <p>3: Conformación de un comité energético</p> <p>8: Autonomía eléctrica en espacios públicos.</p> <p>9: Organización social</p> <p>11: Plan de gestión de residuos</p> <p>14: Obtener permisos sectoriales y ambientales</p> <p>16: Recambio total de la infraestructura eléctrica.</p> <p>18: Estrategia de sostenibilidad</p> <p>19: Estrategia de seguridad</p> |

c) Municipalidad de Juan Fernández:

| Descripción del rol | Estrategias relacionadas |
|---|---|
| <p>Será representada por un profesional de la oficina de Medioambiente o bien otro funcionario municipal cuyo rol será apoyar en el establecimiento de alianzas estratégicas con Universidades y ONG, la implementación de un Programa de difusión y capacitación sobre energías renovables y eficiencia energética. Formará parte del comité energético y apoyará la búsqueda de cofinanciamiento público o privado. Facilitará el transporte y gestiones menores para la implementación de la micro-red, además de asesorar en la definición de una estrategia de sostenibilidad y seguridad.</p> | <p>3: Conformación de un comité energético 4: Alianzas estratégicas con ONG's y Universidades. 5: Programa de capacitación 6: Programa de difusión de las ERNC y EE. 8: Autonomía eléctrica en espacios públicos 11: Plan de gestión de residuos 15: Estrategia de cofinanciamiento. 17: Implementar una micro-red basada en energía solar. 18: Estrategia de sostenibilidad 19: Estrategia de seguridad</p> |

d) ONG's y fundaciones:

| Descripción del rol | Estrategias relacionadas |
|---|---|
| <p>Organizaciones locales, nacionales o internacionales. Su rol es la colaboración en la búsqueda de recursos para la implementación de la micro-red y sistemas que permitan la autonomía eléctrica de espacios públicos.</p> | <p>4: Alianzas estratégicas con ONG's y Universidades. 8: Autonomía eléctrica en espacios públicos 15: Estrategia de cofinanciamiento</p> |

c) Universidades:

| Descripción del rol | Estrategias relacionadas |
|--|---|
| <p>Idealmente se espera que sean universidades nacionales que puedan colaborar en el diseño e implementación de la micro-red, mejoras necesarias de la infraestructura eléctrica y sus correspondientes estrategias de sostenibilidad y seguridad.</p> <p>Además de capacitar a los beneficiarios en el uso y mantención de la intervención tecnológica.</p> | <p>4: Alianzas estratégicas con ONG's y Universidades. 5: Programa de capacitación 13: Diseño de una micro-red. 16: Recambio total de la infraestructura eléctrica. 17: Implementar una micro-red basada en energía solar. 18: Estrategia de sostenibilidad 19: Estrategia de seguridad</p> |

3.4.5. Validación de estrategias

Con el propósito de evaluar la pertinencia de las estrategias propuestas, se realizó un proceso de validación para lo cual se establecieron reuniones²⁵ con la comunidad de pescadores de IAS (Figura 25), CONAF, el Municipio de Juan Fernández y la SEREMI de Energía de la Región de Valparaíso.

En términos generales la comunidad estuvo de acuerdo con las estrategias propuestas, no obstante reforzaron la idea de que CONAF debiese tener un rol más fiscalizador y que el Municipio podría colaborar en la búsqueda de financiamiento para el proyecto, además comentaron la necesidad de aumentar la cantidad de recorridos marítimos entre las islas Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk. Los guarda parques propusieron tener un rol preponderante en el Plan de gestión de residuos y evaluar la pertinencia de los permisos ambientales necesarios para el desarrollo del proyecto. Mientras que el municipio manifestó su preocupación por los sistemas fotovoltaicos que quedarían guardados en IAS durante el periodo de veda extractiva de langosta. En este sentido sugieren tomar las máximas precauciones de seguridad para evitar robos de barcos externos al archipiélago. Finalmente los comentarios desde la SEREMI de Energía de la Región de Valparaíso apuntan a que esta iniciativa puede ser financiada con recursos provenientes del sector privado y que es una herramienta factible de replicar en otros territorios aislados.



Figura 25. Presentación de resultados preliminares en reunión del Comité de pescadores de IAS. Fuente: Elaboración propia, 2015.

²⁵ La reuniones fueron desarrolladas en el periodo 2015 - 2016.

3.4.6. Recomendaciones para replicar la metodología:

De acuerdo a lo señalado en la Figura 26, se proponen cuatro etapas para replicar este análisis en otros territorios. En primer lugar se debe realizar un diagnóstico territorial con el fin de obtener los insumos necesarios para la elaboración de propuestas, las que posteriormente deben ser sometidas a un proceso de validación y finalmente ser implementadas sin dejar de evaluar posibles variaciones en la información diagnosticada.

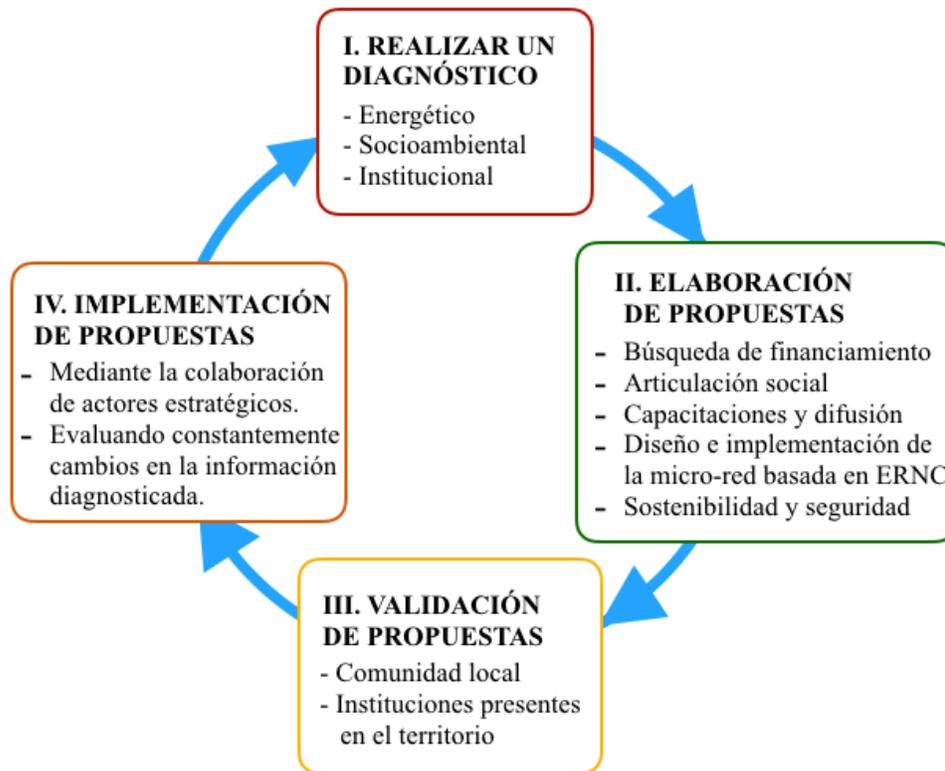


Figura 26. Recomendaciones para replicar la metodología en otros territorios. Fuente: Elaboración propia, 2016.

I. Realizar un diagnóstico territorial.

En términos generales, los territorios con un grado de aislamiento extremo presentan dificultades geográficas para la toma de datos en terreno, es por esto que se reducen las posibilidades de contar con estudios locales previos o información útil para el desarrollo de las propuestas. En este sentido, se hace fundamental realizar diagnósticos detallados sobre los ámbitos energético, socioambiental e institucional para cada caso. Lo anterior con el fin de elaborar propuestas pertinentes a las distintas realidades territoriales en que habitan las comunidades.

Ámbito energético:

Se debe estimar el potencial de energías renovables presentes en el territorio mediante la revisión de información pública y datos tomados en terreno. Además de calcular la disponibilidad territorial para implementar un proyecto de micro-red baso en ENRC. Para lo anterior se deben considerar restricciones ambientales, tales como la presencia de vegetación, zonas de tránsito de especies protegidas y sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Adicionalmente, se tienen que considerar restricciones geográficas, priorizando terrenos con pendientes menores a 10°, laderas de exposición norte, zonas sin peligro de derrumbes y cercanos a los centros de consumo de energía, teniendo como referencia una base de datos cartográfica. Finalmente mediante una cartografía participativa se recogerán los conocimientos locales de la comunidad para seleccionar el lugar a intervenir.

Posteriormente, se deben evaluar los requerimientos eléctricos por parte de la comunidad. Se sugiere realizar una descripción del sistema eléctrico actual, caracterizar a los consumidores de energía, analizar la infraestructura local, equipamiento eléctrico, costos de combustible, consumo eléctrico actual y proyectado. Para estos propósitos se puede utilizar como referencia la encuesta de consumo eléctrico del Apéndice I.

Ámbito socioambiental:

Para asegurar un proceso participativo que involucre activamente a los miembros de la comunidad a intervenir, es necesario recoger información respecto de sus dinámicas socioculturales, tales como el grado de cohesión social, movilidad poblacional, nivel de pobreza, funcionalidad de organizaciones e instituciones, perspectiva local de la comunidad, valoración socioambiental, evaluación del sistema eléctrico y finalmente su conocimiento y valoración de las ENRC. Lo anterior, con el propósito de generar propuestas pertinentes que favorezcan la sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Se sugiere realizar una entrevista semi-estructurada teniendo como referencia el Apéndice II.

Ámbito institucional:

La sostenibilidad de un proyecto de estas características en comunidades con aislamiento extremo, requiere de una articulación interinstitucional de los distintos actores vinculados al territorio. Para lo anterior es necesario evaluar su interés y grado de influencia, buscando colaboración y estableciendo alianzas estratégicas. En este contexto, en primera instancia es fundamental identificar a los “stakeholders” para lo cual se recomienda realizar reuniones con distintas organizaciones e instituciones del territorio que permitan reconocer a los actores directamente relacionados con el desarrollo del proyecto (actores claves), posibles colaboradores (actores estratégicos) y finalmente aquellos cuyos objetivos o normativas tienen relación con el desarrollo de la iniciativa (actores del entorno). Se sugiere replicar la metodología de mapeo de poder con círculos concéntricos, usada en el presente estudio.

II. Elaboración de propuestas.

Luego de procesar la información recopilada en los puntos anteriores, se deben establecer propuestas y plazos para la implementación de la micro-red basada en ERNC. Para estos propósitos es necesario tener en consideración los recursos energéticos, sociales e institucionales disponibles, además de los posibles impactos socio-ambientales que podría generar el proyecto. A continuación se presentan algunas propuestas referenciales que surgieron del análisis realizado en isla Alejandro Selkirk pero que podrían ser ajustadas y replicadas en otros territorios.

- Evaluar la capacidad de autofinanciamiento por parte de la comunidad beneficiada.
- Designar o contratar un encargado energético responsable de la implementación de las propuestas que permitirán avanzar hacia la obtención de una micro-red basada en ERNC.
- Conformar un comité energético encargado de fiscalizar el avance en la implementación de las propuestas.
- Establecer alianzas estratégicas con ONG's y universidades que puedan colaborar en la búsqueda de financiamiento (nacional o internacional), impartir capacitaciones y asesoría técnica para el diseño de la micro-red.
- Establecer un programa de capacitaciones técnicas sobre instalación de sistemas fotovoltaicos y de operación y mantención de micro-redes eléctricas basadas en ERNC. Lo anterior, con el fin de aumentar las capacidades locales en aspectos técnicos.
- Programa de difusión de energías renovables y eficiencia energética.
- Promover la venta local exclusiva de electrodomésticos eficientes.
- Energizar con sistemas fotovoltaicos aquellos espacios comunitarios tales como sedes sociales, refugios, escuelas, postas de salud, entre otros. Lo anterior con el fin de aumentar la autonomía energética en caso de catástrofes naturales o periodos prolongados de condiciones climáticas desfavorables. Se sugiere priorizar aquellos espacios utilizados para la comunicación, servicios de salud y sistemas de conservación de alimentos.
- Organización social: el comité energético junto al encargado energético deberán establecer reuniones abiertas a la comunidad para la muestra de resultados y avances en la implementación de las propuestas.
- Elaborar un Plan de gestión de residuos y un Plan de eficiencia energética con el apoyo de las autoridades locales.
- Instalar una estación meteorológica, fundamental en comunidades con aislamiento extremo que no cuentan con los datos necesarios para calcular el potencial de ERNC.
- Realizar la ingeniería de detalle de la micro-red basada en ERNC, mediante el apoyo técnico de alguna institución académica y/o gubernamental, mediante la cual se haya establecido una alianza estratégica. Se sugiere que la propuesta cuente con un sistema de

respaldo a diésel y tener la flexibilidad necesaria para integrar nuevas unidades de generación que actualmente se encuentran en proceso de maduración comercial.

- Obtención de autorizaciones ambientales y sectoriales para la implementación del proyecto.
- Evaluar la posibilidad de una estrategia de cofinanciamiento del proyecto.
- Adecuar la infraestructura eléctrica, como postes, cables, motores, etc, para la instalación de la micro-red.
- Implementación de una micro-red basada en ERNC ajustada a la realidad local.
- Diseñar una estrategia de sostenibilidad del sistema, considerando un plan de operación, mantenciones y recambio de equipos.
- Establecer una estrategia de seguridad con el fin de evitar robos de los equipos.

Para profundizar en cada una de las propuestas se sugiere revisar las estrategias de corto plazo (punto 3.4.1), las estrategias de mediano plazo (punto 3.4.2) y las estrategias de largo plazo (punto 3.4.3) del presente estudio.

III. Validación de propuestas:

Las propuestas deberán ser sometidas a un proceso de validación que recoja la perspectiva de la comunidad local y de las instituciones vinculadas al territorio. Para lo anterior se deberán coordinar reuniones presenciales y exponer los resultados.

Entre los actores e instituciones a considerar se encuentra la comunidad local y sus organizaciones comunitarias, Municipalidad, CONAF, SEREMI de Energía, SEREMI de Medio Ambiente, Gobierno Regional, Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), Programa de Desarrollo Local (PRODESAL), entre otros dependiendo de cada contexto territorial.

IV. Implementación de propuestas:

Finalmente se deben implementar las propuestas evaluando constantemente posibles cambios y actualizaciones de la información diagnosticada.

4. CONCLUSIONES

En función de los objetivos planteados, este estudio permitió elaborar una propuesta estratégica para la implementación de una micro-red basada en ERNC en una comunidad con aislamiento extremo, teniendo como caso de estudio la isla Alejandro Selkirk. Lo anterior considerando las particularidades del contexto geográfico, las necesidades de consumo eléctrico y aspectos sociales, ambientales e institucionales del territorio.

La escasa información respecto de las fuentes de ERNC en IAS no permitió realizar un análisis detallado de los distintos potenciales energéticos disponibles. Esto se debió a que en general las zonas con aislamiento extremo presentan dificultades para la toma de datos, lo que sumado a la baja cantidad de habitantes implica que no sean zonas de interés para el desarrollo de estudios de estas características. En este contexto, se sugiere levantar información en terreno antes de implementar un sistema de energías renovables de escala comunitaria.

Por otra parte, el escaso desarrollo tecnológico de sistemas que aprovechan las fuentes renovables y su falta de maduración comercial limita la integración de recursos energéticos disponibles en el territorio. Tal fue el caso de la energía marina en su expresión undimotriz. Sin perjuicio de lo anterior, se concluye que el diseño de una micro-red debe tener la suficiente flexibilidad para permitir la incorporación de nuevas tecnologías que se encuentran en vías de desarrollo y/o madurez comercial.

Se considera fundamental la participación ciudadana temprana en el desarrollo de proyectos eléctricos a escala comunitaria. En este estudio, la incorporación de la dimensión humana en entrevistas semi-estructuradas y actividades participativas permitió descartar la energía eólica debido al impacto negativo que los aerogeneradores pudiesen ocasionar en la avifauna local. Además de recoger conocimientos sobre su territorio para la ubicación del proyecto, la existencia de una oportunidad de cofinanciamiento y sus dinámicas sociales más relevantes. En este contexto, se concluye que es esencial rescatar y considerar el conocimiento local para el diseño de una propuesta estratégica con sustento sociocultural, pertinencia territorial y que impulse una gobernabilidad local sostenible de la energía en el corto, mediano y largo plazo.

Se propone que la implementación de micro-redes basadas en ERNC debe considerar instrumentos de planificación estratégica, comenzando en el corto plazo mediante una articulación social, estableciendo alianzas estratégicas, evaluando mecanismos de financiamiento y cimentando los conceptos relevantes que les permitan a los beneficiarios tomar decisiones informadas. En el mediano plazo, se sugiere realizar la ingeniería de detalle de la intervención tecnológica y establecer planes para reducir sus externalidades. Mientras

que a largo plazo se considera una habilitación previa de las condiciones territoriales que permita una correcta ejecución de la micro-red, además de estrategias de seguridad y sostenibilidad del proyecto. Se considera que estas propuestas son transversales y pueden ser replicadas en distintos contextos geográficos.

Finalmente, se concluyó que las estrategias propuestas son pertinentes de implementar en la isla Alejandro Selkirk, ya que durante el proceso de validación social e institucional los actores de nivel local y regional manifestaron su aprobación. Esto se atribuye principalmente a que este fue un proceso participativo donde se involucró activamente a los actores locales desde el inicio de la investigación. En este contexto se considera factible replicar dicha metodología en otros territorios, con énfasis en aquellos que se encuentran en una condición de aislamiento extremo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcalde, R. 2015. From El Campo to Santiago: Mapuche Rural-Urban Migrations in Chile. [en línea]. Thesis for the degree of Master of Arts. in Anthropology. Reno, Estados Unidos: University of Nevada. 138h. Recuperado en: <https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/3844974121/fmt/ai/rep/NPDF?_s=nq4iAWiB6H4yiQpwzGR5JIa7B%2FI%3D> Consultado el: 21 de julio de 2014.

Aquatera. 2014. Recomendaciones para la Estrategia de Energía Marina de Chile: un plan de acción para su desarrollo. [en línea]. Santiago, Chile. 173p. Recuperado en: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/310036/Recomendaciones_para_la_Estrategia_de_Energia_Marina_de_Chile_-_un_plan_de_acci_n_para_su_desarrollo___online_version.pdf> Consultado el: 20 de septiembre de 2016.

Banerji A.; D. Sen; A.K Bera; D. Ray; D. Paul; A. Bhakat et al. 2012. Microgrid: A Review. Global Humanitarian Technology Conference: South Asia Satellite. (GHTC-SAS), 2013. IEEE. 27-35p.

Barton, J.; R. Moris; C. Tapia y C.G. Troncoso. 2012. Huella de carbono del Archipiélago Juan Fernández. Embajada Británica en Chile. Otros Pérez. Santiago, Chile. 39p.

Canales, M. (Ed.). 2006. Metodologías de investigación social: Introducción a los oficios. 1a. ed. Santiago, Chile: Lom Ediciones. 408p. (Colección Ciencias Humanas).

Castro, R. y H. Merlet. 2014. Actualización cartográfica de la vegetación e influencia del tipo de suelo con relación a la dispersión de las especies *Rubus ulmifolius*, *Aristotelia chilensis* y *Ugni molinae* en el Archipiélago Juan Fernández. [en línea]. 130p. Recuperado en: <https://gefespeciesinvasoras.cl/web/wp-content/uploads/2015/11/INFORME-FINAL_ActualizacionCartografica_julio.pdf> Consultado el: 20 de enero de 2015.

Cerda, I. 2005. Diagnóstico ambiental de la isla Marinero Alejandro Selkirk, Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández V Región de Valparaíso. Memoria Geógrafo. Santiago, Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. 85h.

Cereceda, P.; A. Errázuriz y J. Rivera. 2013. Energía: La electricidad en un mundo que avanza. Origo Ediciones. Santiago, Chile. 165p.

CNE (Comisión Nacional de Energía), Chile. 2004. Exploración de Interés Internacional en el Proyecto “Sistema de Generación Eléctrico Híbrido Eólico/Diesel de la comunidad San Juan Bautista, Isla Robinson Crusoe, Archipiélago Juan Fernández, Chile”. [en línea]. Recuperado en: <http://users.dcc.uchile.cl/~gretamal/archs/Pro_JFdez_feb_2004b.pdf> Consultado el: 20 de julio de 2015.

CONAF (Corporación Nacional Forestal), Chile. 2009. Plan de Manejo Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández. [en línea]. 297p. Recuperado en: <http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1382466020PNJuanFernandez.pdf> Consultado el: 15 de julio de 2015.

Cruz, J.; M. Thomson & E. Stavroulia. 2009. Preliminary site selection Chile marine energy resources. [en línea]. 64p. Recuperado en: <http://www.ademar.cl/descargas/garrad_hassan_chilean_marine_energy.pdf> Consultado el: 15 de septiembre de 2016.

Cuevas, J & J. Figueroa. 2007, june. Seed germination of species of the Juan Fernández Archipiélago under laboratory conditions. *Gayana Botánica*. 64(1): 60-80.

Dirnböck, T.; J. Greimler; S. Lopez & T.F. Stuessy. 2003, december. Predicting future threats to the native vegetation on Robinson Crusoe Island, Juan Fernandez Archipelago, Chile. *Conservation Biology*. 17(6): 1650-1659.

ESRI (Environmental System Research Institute). 2011. Novedades en ArcGis 10. [en línea]. 194p. Recuperado en: <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/pdf/whats_new_in_arcgis_10.pdf> Consultado el: 12 de junio de 2015.

FCFM (Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile). 2012. Explorador del Recurso Solar en Chile: Documentación y manual de uso. [en línea]. Recuperado en: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar2/info/Documentacion_Explorador_Solar.pdf> Consultado el: 12 de junio de 2015.

FCFM (Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile). 2017. Explorador solar. [en línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <<http://ernc.dgf.uchile.cl:48080/exploracion>> Consultado el: 17 de enero de 2017.

Fundación Biodiversa. 2011. Plan de Conservación de la Biodiversidad Terrestre: Programa Conservación de la Biodiversidad Archipiélago Juan Fernández. [en línea]. Santiago, Chile: Zonográfica. 50p. Recuperado en: <<https://biodiversa.files.wordpress.com/2011/05/plan-de-conservacion-archipelago-juan-fernandez.pdf>> Consultado el: 20 de septiembre de 2016.

Greimler, J.; T. F. Stuessy; U. Swenson; C. M. Baeza & O. Matthei. 2002, march. Plant Invasions on an Oceanic Archipelago. *Biological Invasions*. 4(1-2): 73-85.

Hernández, R.; C. Fernández y P. Baptista. 2010. Metodología de la investigación: Quinta edición. Iztapalapa, México: McGraw-Hill Interamericana Editores. 613p. Recuperado en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf> Consultado el: 20 de junio de 2015.

Herrera, J. 2008. Cartografía Social. [en línea]. 21p. Recuperado en: <<https://juanherrera.files.wordpress.com/2008/01/cartografia-social.pdf>> Consultado el: 09 de junio de 2015.

Hernández, R. 2014, abril. Informe social de Huatacondo: El impacto social y económico del proyecto ESUSCON en la comunidad de Huatacondo. Elaborado para el Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. 7p.

Kearns, A. and R. Forrest. 2000, may. Social Cohesion and Multilevel Urban Governance. *Urban Studies*. 37(5–6): 995-1017.

Kumar, A.; P. Parimita; D. Palit. & A. Chaurey. 2009, october. Approach for standardization of off-grid electrification projects. *Renewable and sustainable energy reviews*. Volume 13(8): 1946 – 1956.

Ley N° 18.892. Ley general de pesca y acuicultura. [en línea]. 22 de noviembre de 1989. Santiago, Chile: 23 de diciembre de 1989. Recuperado en: <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30265>> Consultado el: 19 de mayo de 2015.

Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile. 2015. Metodología de Formulación de Proyectos de Electrificación Rural: Versión 2015. [en línea]. 28p. Recuperado en: <<http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/electrificacion-rural/?wpdmdl=885>> Consultado el: 23 de junio de 2015.

Ministerio de Energía, Gobierno de Chile. 2012. Norma Técnica que determina algoritmo para la verificación de la contribución solar mínima de los Sistemas Solares Térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la Ley No 20.365. [en línea]. 101p. Recuperado en: <<http://www.programasolar.cl/images/pdfs/rex%20502%20norma%20tcnica%20actualizada.pdf>> Consultado el: 24 de julio de 2015.

Ministerio de Energía, Gobierno de Chile. 2014. Agenda de Energía: Un desafío país, progreso para todos. [en línea]. Santiago, Chile: Yankovic. 123p. Recuperado en: <http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/Documentos/AgendaEnergia.pdf> Consultado el: 22 de julio de 2015.

NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2016. NASA Surface meteorology and solar energy: RETScreen Data. [en línea]. Recuperado en: <<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?email=rets%40nrcan.gc.ca&step=1&lat=-33.75&lon=-80.7667&submit=Submit>> Consultado el: 25 de julio de 2015.

Newing, H.; C.M. Eagle; R.K. Puri and C.W. Watson. 2011. Conducting research in conservation: social science methods and practice. London, Great Britain: Routledge. 376p

NRDC (Natural Resources Defense Council), Estados Unidos y ACERA (Asociación Chilena de Energías Renovables), Chile. 2013. Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile. [en línea]. Santiago, Chile. 53p. Recuperado en: <<http://www.acera.cl/wp-content/uploads/2013/12/11.2013-Beneficios-Economicos-ERNC.pdf>> Consultado el: 14 de julio de 2015.

Nuñez O.; D. Ortiz y R. Palma. 2013. Microrredes en la red eléctrica del futuro: el caso Huatacondo. [en línea]. Santiago, Chile. 16p. Recuperado en: <<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Lwmeffmu95VIJ:https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/download/15214/14516+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=cl>> Consultado el: 22 de julio de 2015.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2009. Estudios Territoriales de la OCDE. [en línea]. 243p. Recuperado en <<http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/btca/txtcompleto/est.ocdeCh.pdf>> Consultado el: 22 de junio de 2015.

ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2011. Resolución aprobada por la Asamblea General el 20 de diciembre de 2010: Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos. [en línea]. Recuperado en: <<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/65/151>> Consultado el: 22 de junio de 2015.

Ortiz, D. 2011. Sistemas SCADA para micro-redes con sistemas híbridos de generación para comunidades. [en línea]. Tesis Magister en Ciencias de la Ingeniería, Mención Eléctrica. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 136h. Recuperado en: <http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-ortiz_dv/pdfAmont/cf-ortiz_dv.pdf> Consultado el: 22 de julio de 2015.

PMI (Project Management Institute), Estados Unidos. 2013. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. [en línea]. Quinta edición. Pensilvania, Estados Unidos: PMI Publications. 568p. Recuperado en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/79535/PMBOK_5ta_Edicion_Espanol_1.pdf> Consultado el: 27 de enero de 2015.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2016. Guía Práctica para la conformación de Redes de Inclusión Productiva (RedIP). [en línea]. Recuperado en: <<http://redcemprende.org/cajaherramientasdei/wp-content/uploads/2016/01/Guia-RedIP.pdf>> Consultado el: 22 de julio de 2015.

Ramage, J. 2004. Hydroelectricity: Renewable energy, power for a sustainable future. 2° ed. Boyle, G (Ed.). Nueva York, Estados Unidos, Universidad de Oxford. 148-194p.

Ramallo, M. y A. Roussos. 2008. Documentos de trabajo: Lo cualitativo, un modelo para la comprensión de los métodos de investigación. [en línea]. Documento de Trabajo N° 216, Universidad de Belgrano. Buenos Aires, Argentina. 17p. Recuperado en: <http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4782/216_ramallo.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Consultado el: 3 de julio de 2016.

Ramos, A. 2011. Evaluación del potencial geotérmico de muy baja entalpía de la Región de Murcia mediante el uso de información geográficos, implantación de sistemas de climatización y ACS. Proyecto de Máster en Energías Renovables. Cartagena, España: Universidad Politécnica de Cartagena. 118h.

Santana, C. 2014. Energías Renovables en Chile: El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé. H. Romero (Ed.). Santiago, Chile. 145 p.

Segura, X. 2015. Actualización Plan de Desarrollo Comunal 2015-2020, Ilustre Municipalidad de Juan Fernández. Parte 1: Caracterización y Diagnóstico Comunal. [en línea]. Juan Fernández, Chile. 110p. Recuperado en: <http://comunajuanfernandez.cl/admin/wp-content/uploads/2015/05/PLADECO-2015-2020_Parte-I-Characterizacion-y-Diagnostico-Comunal.pdf> Consultado el: 23 de julio de 2016.

Singh, A. & B. Singh. 2014, febrero. Microgrid: A review. [en línea]. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(2): 185-198. Recuperado en: <<http://esatjournals.net/ijret/2014v03/i02/IJRET20140302033.pdf>> Consultado el: 17 de junio de 2015.

SUBDERE (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo). 2008. Actualización del Estudio Diagnóstico y Propuesta para Territorios Aislados. [en línea]. División de Políticas y Estudios, Departamento de Estudios y Evaluación, Unidad de Análisis Territorial. Santiago, Chile. 30p. Recuperado en: <http://www.subdere.gov.cl/sites/default/noticiasold/articles-73813_recurso_1.pdf> Consultado el: 20 de marzo de 2015.

Taylor, S. y R. Bogdan. 2000. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. [en línea]. Tercera edición. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica. 343p. Recuperado en: <<https://asodea.files.wordpress.com/2009/09/taylor-s-j-bogdan-r-metodologia-cualitativa.pdf>> Consultado el: 2 de julio de 2016.

Ubilla, K.; G. Jiménez-Estévez; R. Hernández; L. Reyes-Chamorro; C. Hernández; B. Severino. et al. 2014, June. Smart microgrids as a solution for rural electrification: Ensuring long-term sustainability through cadastre and business models. [en línea]. *Sustainable Energy*, 99(1): 1310 – 1318. Recuperado en: <https://www.researchgate.net/publication/263673159_Smart_Microgrids_as_a_Solution_for_Rural_Electrification_Ensuring_Long-Term_Sustainability_Through_Cadastre_and_Business_Models> Consultado el: 2 de julio de 2016.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2010. Red Mundial de Reservas de la Biosfera: Lugares de Desarrollo Sostenible. [en línea]. 597p. Recuperado en: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0020/002070/207051s.pdf>> Consultado el: 19 de marzo de 2015.

UTFSM (Universidad Técnica Federico Santa María), Chile. 2008. Irradiancia solar en territorios de la república de Chile. [en línea]. Santiago, Chile. 248p. Recuperado en: <http://www.plataformacaldera.cl/biblioteca/589/articles-64683_documento.pdf> Consultado el: 20 de junio de 2015.

Vargas, C. 2015. Propuesta metodológica sobre la selección de comunidades rurales aisladas, para la inserción de un proyecto de micro-red, utilizando criterios socio-ambientales. Memoria Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 114h.

Varguillas, C. 2006. El uso de Atlas.ti y la creatividad del investigador en el análisis cualitativo de contenido UPEL. [en línea]. *Laurus*, 12(Ext): 73-87. Recuperado en: <https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Materiales/Varguillas.pdf> Consultado el: 20 de agosto de 2015.

Velasco, H. y A. Díaz de Rada. 2006. La lógica de la investigación etnográfica: Un modelo de trabajo para etnógrafos de escuela. [en línea]. Quinta edición. Madrid, España: Editorial Trotta. 301p. Recuperado en: <<http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/lauv/Velasco-Diaz-de-Rada-La-logica-de-la-investigacion-etnografica-pp-17-134-Conflicto-con-la-codificacion-Unicode.pdf>> Consultado el: 10 de agosto de 2015.

Walker G.; P. Devine-Wright; S. Hunter, H. High and B. Evans. 2010. Trust and community: exploring the meanings, contexts and dynamics of community renewable energy. *Energy Policy*, (38):2655–2663.

WMO (World Meteorological Organization). 2016. Solar Radiation Network in WRDC archive. [en línea]. Recuperado en: <<http://wrdc.mgo.rssi.ru/>> Consultado el: 26 de junio de 2015.

Zhu X.; X. Han & P. Wang. 2014, February. Past, today and future development of microgrids in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 42(1): 1

6. APÉNDICES

Apéndice I. Protocolo de aplicación de encuesta de consumo eléctrico.

El protocolo tuvo dos etapas, en primer lugar se realizó una firma de consentimiento (I.I) y luego se aplicó la encuesta de consumo eléctrico (I.II).

I.I Ficha de consentimiento.

En la isla Alejandro Selkirk a ____ de _____ de 2015.

Usted ha sido invitado a participar de una encuesta de consumo eléctrico en el marco del proyecto titulado “Propuesta estratégica para implementar Micro-redes basadas en energías renovables no convencionales en comunidades con aislamiento extremo: Caso de estudio, isla Alejandro Selkirk, Archipiélago Juan Fernández”.

La participación en el proyecto consta en la aplicación de una encuesta personal de carácter voluntario y anónimo, la que será realizada en la sede social de la isla Alejandro Selkirk u otro lugar a definir con el encuestado. La entrevista semi-estructurada tendrá una duración mínima de 45 minutos y máxima de 2 horas. La información obtenida en este encuentro, será tratada de manera confidencial sólo por las personas que están realizando el estudio.

El participante se encuentra informado de que los resultados de este levantamiento de información pueden ser publicados en diversos medios tales como revistas electrónicas, reportajes, comunicaciones científicas, entre otros. En cualquier caso se utilizarán sólo resúmenes de las encuestas sin que aparezcan los datos de identificación personal de los entrevistados.

Por medio de este consentimiento, el participante acepta las condiciones del traspaso de información de manera voluntaria sin que esto tenga consecuencias de ningún tipo.

Por tanto, yo _____ declaro que he leído el presente documento, donde se me ha explicado en qué consiste el estudio y mi participación dentro del mismo, he tenido la posibilidad de aclarar mis dudas y tomo libremente la decisión de participar en la investigación.

Firma del participante

I.II Encuesta de consumo eléctrico.

El presente instrumento tiene por objetivo recopilar información sobre la demanda de energía eléctrica actual y proyectada en la isla Alejandro Selkirk. Lo anterior se enmarca en el proyecto de tesis “Propuesta estratégica para implementar Micro-redes basadas en energías renovables no convencionales en comunidades con aislamiento extremo: Caso de estudio, isla Alejandro Selkirk, Archipiélago Juan Fernández”.

En la encuesta se solicita información que debe ser entregada de acuerdo a las instrucciones definidas en el encabezado de cada ítem. Lo anterior, considerando datos personales, familiares, información de la vivienda, consumo eléctrico actual, consumo eléctrico proyectado y electrodomésticos descompuestos.

Datos personales.

- Nombre completo: _____

- Edad: _____ - Nacionalidad: _____

- Número de meses al año que reside en:

Isla Alejandro Selkirk: _____ Isla Robinson Crusoe: _____ Continente: _____

- Años que reside en el Archipiélago de Juan Fernández: _____

- Nivel educacional: _____

- Ocupación: _____

- Remuneración promedio mensual: _____

- Teléfono: _____ - Correo: _____

Datos del núcleo familiar.

| Nombre | Género | Rut | Edad | Nº de Meses que habita IAS |
|--------|--------|-----|------|----------------------------|
| 1.- | | | | |
| 2.- | | | | |
| 3.- | | | | |
| 4.- | | | | |
| 5.- | | | | |
| 6.- | | | | |

Información de la vivienda.

Rellene la información solicitada en los espacios disponibles.

- Superficie construida (m²): _____ Frente: _____ Fondo: _____.
- Superficie terreno (m²): _____ Frente: _____ Fondo: _____.
- Superficie del techo disponible para instalar paneles fotovoltaicos (m²): _____.
- Cantidad de habitaciones (Nº): Dormitorios: ____ Cocina: ____ Comedor: ____
Baño: ____ Otras: ____ Total: ____.
- Cantidad de recintos externos (Nº): Baño: ____ Fogón: ____ Leñera: ____
Bodega: ____ Invernadero: ____ Otras: ____ Total: ____.

A continuación marque con una "x".

- Tipo de radier: Cemento Madera Tierra Pollo .
- Estado de la vivienda: En construcción Finalizada .
- Tenencia de la vivienda: Propietario Sucesión Arriendo .
- Acceso al agua: Tiene acceso No tiene acceso .
- Acceso a la propiedad: Camino Sendero (caballo) Huella (solo a pie) .

Información del sistema eléctrico

Rellene los espacios disponibles y marque con una “x” cuando corresponda.

- Para iluminar su vivienda utiliza:

Electricidad Velas Gas Otro ¿Cuál? _____.

- ¿Su vivienda se encuentra conectada al sistema eléctrico comunitario?

Si No ¿Por qué? _____.

- ¿Cómo evalúa el sistema eléctrico comunitario?

Bueno Regular Malo ¿Por qué? _____.

- ¿Estaría dispuesto a pagar mensualmente por un sistema eléctrico?

Si ¿Cuánto? _____ No .

- ¿Cuenta con motores para la generación de electricidad en su vivienda?

Si ¿Cuántos? _____ No .

En caso que su respuesta sea afirmativa, rellene lo siguiente:

Motor 1: Marca: _____ Modelo: _____ Potencia (kW): _____ Año: _____

Consumo (L mes⁻¹): _____ Uso diario (hrs): _____ Costo de combustible (\$ mes⁻¹): _____.

Motor 2: Marca: _____ Modelo: _____ Potencia (kW): _____ Año: _____

Consumo (L mes⁻¹): _____ Uso diario (hrs): _____ Costo de combustible (\$ mes⁻¹): _____.

Motor 3: Marca: _____ Modelo: _____ Potencia (kW): _____ Año: _____

Consumo (L mes⁻¹): _____ Uso diario (hrs): _____ Costo de combustible (\$ mes⁻¹): _____.

Consumo eléctrico actual y proyectado.

| Electro-doméstico | Cantidad (Nº) | Sello de Eficiencia energética (si-no) | Potencia (W/h) | Uso diario (h) | Factor de uso | Uso mensual (días) | Consumo mensual (kWh mes ⁻¹) |
|-------------------------|---------------|--|----------------|----------------|---------------|--------------------|--|
| 123 | | | | | | | |
| Ampolleta fluor-escente | | | | | | | |
| Ampolleta incandescente | | | | | | | |
| Aspiradora | | | | | | | |
| Batidora manual | | | | | | | |
| Bomba de agua | | | | | | | |
| Cafetera eléctrica | | | | | | | |
| Caladora | | | | | | | |
| Calefactor | | | | | | | |
| Cámara de video | | | | | | | |
| Cámara fotográfica | | | | | | | |
| Cargador de pilas | | | | | | | |
| Celular | | | | | | | |
| Centrifuga | | | | | | | |
| Cepillo eléctrico | | | | | | | |
| Cocina eléctrica | | | | | | | |

Consola
wii

PC

Congelador

Decodif.
de T.V.

Depiladora

Dremel

Enceradora

Equipo
de sonido

Calienta
cama

Estufa
eléctrica

Extractor
de aire

Esmeril
angular

Hervidor

Horno
eléctrico

Impresora

Juguera

Lámpara
de pie

Lavavajilla

Lavadora

Licuada

Lijadora
de banda

Máquina
de afeitar

Máquina
de coser

Mini-
pimmer

Plancha

Radio de
comuni-
cación

Refrigera-
dor

Reproduc-
tor de
DVD

Secador
de pelo

Secadora

Serrucho
eléctrico

Sierra

Taladro

TV

TV
conven-
cional

Ventilador

Otro.

Electrodomésticos descompuestos

Describe los electrodomésticos que se han quemado producto del sistema eléctrico:

- 1: _____
- 2: _____
- 3: _____
- 4: _____
- 5: _____
- 6: _____
- 7: _____
- 8: _____

Apéndice II. Protocolo de aplicación de entrevista semi-estructurada.

El protocolo tuvo dos etapas, en primer lugar se realizó una firma de consentimiento (II.I) y luego se aplicó la entrevista semi-estructurada (II.II).

II.I Ficha de consentimiento.

En la isla Alejandro Selkirk a ____ de _____ de 2015.

Usted ha sido invitado a participar de una entrevista-semiestructurada en el marco del proyecto “Propuesta estratégica para implementar Micro-redes basadas en energías renovables no convencionales en comunidades con aislamiento extremo: Caso de estudio, isla Alejandro Selkirk, Archipiélago Juan Fernández”.

La participación dentro del proyecto consta en la aplicación de una entrevista semi-estructurada personal de carácter voluntario, la que será realizada en la sede social de la isla Alejandro Selkirk u otro lugar a definir con el participante. La entrevista tendrá una duración mínima de 45 minutos y máxima de 2 horas. La información obtenida en este encuentro, será tratada de manera confidencial sólo por las personas que están realizando el estudio.

El participante se encuentra informado de que los resultados de este levantamiento de información pueden ser publicados en diversos medios tales como revistas electrónicas, reportajes, comunicaciones científicas, entre otros. En cualquier caso se utilizarán sólo resúmenes de las encuestas, los nombres de los entrevistados y sus criterios de selección.

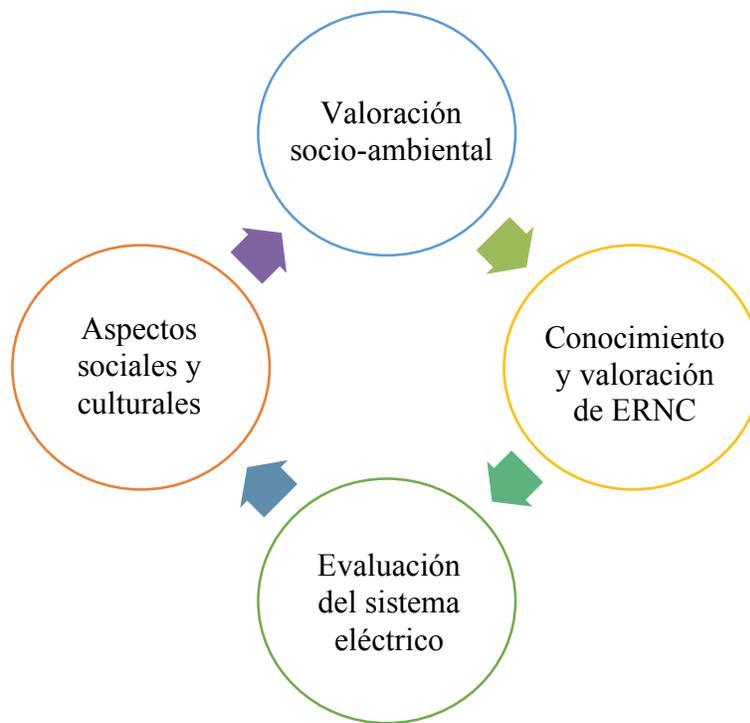
Por medio de este consentimiento, el participante acepta las condiciones del traspaso de información de manera voluntaria sin que esto tenga consecuencias de ningún tipo.

Por tanto, yo _____ declaro que he leído el presente documento, donde se me ha explicado en qué consiste el estudio y mi participación dentro del mismo, he tenido la posibilidad de aclarar mis dudas y tomo libremente la decisión de participar en la investigación.

Firma del participante

II.II Entrevista semi-estructurada.

Esta entrevista semiestructurada se enmarca en la memoria de título “Propuesta estratégica para implementar Micro-redes basadas en energías renovables no convencionales en comunidades con aislamiento extremo: Caso de estudio, isla Alejandro Selkirk, Archipiélago Juan Fernández”, precisamente corresponde a un instrumento de recolección de información social que permitirá analizar las potencialidades sociales de la comunidad para el desarrollo de un proyecto de cogestión. Esta fue aplicada a informantes claves, con una duración de entre 45 y 60 minutos. Se plantean cuatro ejes que actúan como elementos guía en la formulación de las preguntas: (I) aspectos sociales y culturales, (II) la valoración socio-ambiental, (III) conocimiento y valoración sobre las energías renovables no convencionales y Evaluación del sistema eléctrico (IV).



Informantes claves:

La entrevista semiestructurada estuvo dirigida a informantes claves pertenecientes a la isla Alejandro Selkirk (IAS), los que fueron seleccionados mediante la colaboración de CONAF y el Municipio de Juan Fernández. Lo anterior, según los criterios mencionados en el punto 2.3.3 del presente estudio.

Datos personales

- Nombre completo: _____
- Edad: _____ - Nacionalidad: _____
- Número de meses al año que reside en:
Isla Alejandro Selkirk: _____ Isla Robinson Crusoe: _____ Continente: _____
- Años que reside en el Archipiélago de Juan Fernández: _____
- Nivel educacional: _____
- Ocupación: _____
- Remuneración promedio mensual: _____
- Teléfono: _____ - Correo: _____

Listado de preguntas según eje temático:

A continuación se presentan las preguntas de la entrevista semi-estructurada, las que sólo representaron una guía en la dinámica de la conversación. Cabe destacar que se tuvo la consideración de ir de lo más general a lo más particular y se dejaron las preguntas relacionadas al nivel de conflictividad para el final, lo anterior con el objetivo de no alterar la disposición del entrevistado en el resto de los temas.

Aspectos sociales y culturales:

Para iniciar la conversación se realizó la siguiente pregunta:

- 1.- Cuéntame ¿Qué lo motivó a usted para llegar a IAS?

En el siguiente listado de preguntas, de forma transversal, se busca analizar la cohesión social de la comunidad.

Sentido de pertenencia a la isla e identidad:

- 1.- ¿Qué opina sobre la isla donde vive?
- 2.- ¿Qué aspectos positivos y negativos podría identificar de vivir en IAS?
- 3.- ¿Se realizan actividades comunitarias en IAS? ¿Cuáles? ¿En cuáles de ellas participa? (Profundizar en emergencias, cooperativas y fiestas)
- 4.- Si las condiciones lo permitieran ¿Le gustaría residir todo el año en IAS? En caso de ser afirmativa, ¿Qué necesitaría? (Profundizar en las necesidades básicas)

Relación intracomunitaria:

- 1.- ¿De qué manera se relaciona con las personas que habitan la isla? (Atención a conflictos)
- 2.- ¿De qué forma actúa la comunidad en caso de que alguno de sus integrantes tenga un problema/emergencia? (Preguntar si ha liderado alguna acción de contingencia)

Conflictividad:

- 1.- ¿Se han ocasionado conflictos dentro del poblado?
- 2.- ¿Qué tipo de conflictos?
- 3.- ¿Se ha visto involucrado/a en alguno?
- 4.- ¿Cuáles cree que son las causas que motivan estos conflictos?

Nivel de pobreza:

- 1.- ¿Cuál es su principal ocupación? ¿Cuántos meses al año la desempeña?
- 2.- ¿Qué clase de actividad realiza la empresa o servicio donde desempeña su trabajo?
- 3.- ¿Posee algún otro trabajo? ¿Cuántos meses? ¿Por qué?
- 4.- ¿Cuál es su remuneración promedio mensual?
- 5.- ¿Considera que sus ingresos son suficientes para cubrir sus necesidades básicas durante el año?
- 6.- ¿Qué servicios básicos (Sanitarios, electricidad, alcantarillado, salud, educación, ninguno) podrían mejorar o hacen falta en el poblado?

Organizaciones sociales:

- 1.- ¿Me podría nombrar las organizaciones que trabajan en la isla? (locales o externas) (Profundizar en el rol de cada organización mencionada)
- 2.- ¿Pertenece a alguna? (Profundizar su rol y motivación)
- 3.- Si es así ¿La organización tiene personalidad jurídica vigente?
- 4.- ¿Podría identificar logros de estas organizaciones? (Profundizar en logros para el poblado)
- 5.- ¿Cuál es el rol del Comité de Adelanto de Pescadores de IAS en la comunidad? (Profundizar en adjudicación y gestión de proyectos)

Valoración socio-ambiental:

- 1.- ¿Cómo visualiza usted la situación medioambiental del Parque Nacional AJF?
- 2.- Teniendo en cuenta que habita un parque nacional, ¿Considera que el medio ambiente entrega beneficios al poblado? ¿Cuáles?
- 3.- En términos ambientales ¿Que representa para usted la isla Alejandro Selkirk?
- 4.- ¿Qué me podría decir de las siguientes especies, Rayadito, Fardela, Lobo Fino y *Dendroseris gigantea*? (Se espera que comente sobre la importancia de la protección de las especies en peligro de extinción)
- 5.- ¿Cree que es importante la protección de especies en peligro de extinción?

- 6.- ¿Cómo es la interacción entre la comunidad y el ecosistema de la isla? (Profundizar en actividades comunitarias, económicas) ¿Por qué?
- 7.- Para usted ¿Cuáles son las diferencias entre una especie nativa y endémica?
- 8.- Para usted ¿Cuáles son las diferencias entre una especie introducida e invasora?
- 9.- Para usted ¿Cuál es la diferencia entre una reserva de la Biosfera y un Parque Nacional?
- 10.- ¿Qué opina usted sobre el programa MAB de la UNESCO?

Conocimiento y valoración de las energías ERNC:

- 1.- ¿Qué sabe sobre las ERNC?
- 2.- ¿Qué tipo de fuentes ERNC conoce? (Profundizar en solar y eólica)
- 3.- ¿Me podría nombrar beneficios que tenga el uso de las ERNC? (Ahorro económico/ disminución de la contaminación química/ reducción de la contaminación acústica/ mayor independencia energética/ reducción de la huella de carbono, entre otras.)
- 4.- ¿Qué significa para Ud. eficiencia energética? (Profundizar en beneficios)
- 5.- Dentro de su hogar, ¿Realiza medidas de ahorro energético? (Desenchufar electrodomésticos apagados, apagar luces cuando no se utilicen, aislamiento térmico, implementación de luces led, equipos con certificación de eficiencia energética, entre otras.

Evaluación del sistema eléctrico actual:

- 1.- ¿Me podría describir el sistema eléctrico de IAS?
- 2.- ¿Qué aspectos positivos y negativos podría identificar del sistema eléctrico en IAS?
- 3.- ¿De qué manera organiza sus actividades cotidianas sin contar con 24 horas de electricidad? (Profundizar los problemas)
- 4.- ¿Considera que un proyecto de electrificación rural utilizando ERNC es apropiado para Alejandro Selkirk?
- 5.- ¿Considera que existe financiamiento para un proyecto ERNC en Alejandro Selkirk? Si es afirmativa la respuesta, ¿El presupuesto es de origen público o privado? ¿De qué institución?
- 6.- ¿Está dispuesto a pagar por un sistema de energías renovables? ¿Cuánto?

Apéndice III. Base de datos demográfica de la isla Alejandro Selkirk, periodo 2015-2016.

| Nombre | Género | Edad | Meses de residencia | Ocupación |
|-------------------------------|--------|------|---------------------|-----------------------------|
| Jordan A. López González | M | 23 | 8 | Pescador de langosta |
| Alan R. Canales Vargas | M | 5 | 8 | Estudiante |
| Sibyl C. Vargas Bertullo | F | 27 | 8 | Dueña de casa |
| Guillermo J. De Rodt Araya | M | 41 | 2.5 | Investigador ONG Oikonos |
| Jesús R. De Rodt Sias | M | 17 | 2,5 | Estudiante |
| Hernán E. De Rodt Sias | M | 15 | 2,5 | Estudiante |
| José S. González De Rodt | M | 51 | 2,5 | Ayudante de CONAF |
| Héctor D. Gutiérrez Guzmán | M | 27 | 1 | Funcionario ONG Oikonos |
| Yennifer Llanquin Recabarren | F | 30 | 8 | Dueña de casa |
| Sandro González Contreras | M | 38 | 8 | Pescador de langosta |
| Aarón D. González Llanquín | M | 8 | 8 | Estudiante |
| Daniel I. González Llanquín | M | 6 | 8 | Estudiante |
| Rebeca V. González Llanquin | F | 5 | 8 | Estudiante |
| Reinaldo R. Rojas Rivadeneira | M | 57 | 8 | Pescador de langosta |
| Ramón A. Contreras Salas | M | 74 | 8 | Pescador de langosta |
| Ramón Contreras Recabarren | M | 24 | 8 | Pescador de langosta |
| Adolfo E. Contreras Salas | M | 27 | 3 | Pescador de langosta |
| Manuel E. De Rodt Soliz | M | 41 | 8 | Pescador de langosta |
| Ana M. Mena Valderrama | F | 36 | 8 | Microempresaria |
| Rafaela V. González Mena | F | 8 | 8 | Estudiante |
| Eduardo Retamales Arellano | M | 42 | 8 | Pescador de langosta |
| Julie E. Ruiz Canales | F | 30 | 3 | Pescador de langosta |
| Gerald J. González Canales | M | 16 | 3 | Estudiante |

| | | | | |
|--------------------------------|---|----|---|-------------------------------|
| Guillermo I. Carrillo Martínez | M | 49 | 8 | Pescador de langosta |
| Marina O. González Camacho | F | 61 | 8 | Dueña de casa |
| José R. López Rivadeneira | M | 62 | 8 | Pescador de langosta |
| Gino J. López González | M | 34 | 8 | Pescador de langosta |
| Gabriel E. Rojas Costa | M | 26 | 8 | Investigador |
| Guillermo López Rivadeneira | M | 63 | 8 | Pescador de langosta |
| Victoria E. González Camacho | F | 59 | 8 | Comerciante |
| Bruno A. González Camacho | M | 57 | 8 | Pescador de langosta |
| Katherine E. López González | F | 21 | 2 | Estudiante |
| Ilda Camacho De Rodt | F | 28 | 2 | Dueña de casa |
| Yolanda E. Montesinos López | F | 1 | 2 | Infante |
| Krishna V. Castillo Camacho | F | 9 | 2 | Estudiante |
| Maximiliano Recabarren G. | M | 44 | 2 | Guarda Parque |
| Carmen P. González De Rodt | F | 44 | 2 | Coordinadora local Oikonos |
| Jonathan Recabarren G. | M | 25 | 2 | Estudiante |
| Manuel H. De Rodt Camacho | M | 63 | 8 | Pescador de langosta |
| Inés S. Briceño Roldan | F | 33 | 8 | Dueña de casa |
| Vicente D. Tobar Briceño | M | 10 | 8 | Estudiante |
| María S. De Rodt Briceño | F | 6 | 8 | Estudiante |
| Jorge M. González Chamorro | M | 37 | 8 | Pescador de langosta |
| Ariela A. De Rodt Solís | F | 43 | 8 | Dueña de casa |
| Gina A. López De Rdot | F | 15 | 3 | Estudiante |
| Elena B. González González | F | 13 | 3 | Estudiante |
| Samuel A. López De Rodt | M | 11 | 3 | Estudiante |
| Catalina González González | F | 11 | 3 | Estudiante |
| Iván D. Chamorro Ruz | M | 26 | 8 | Pescador de langosta |
| Julio N. Recabarren Paredes | M | 48 | 8 | Pescador de langosta |

| | | | | |
|------------------------------|---|----|---|---------------------------|
| Ronaldo Contreras Schiller | M | 39 | 8 | Pescador de langosta |
| Lidia A. Rojas Schulz | F | 27 | 8 | Dueña de casa |
| Laura G. Contreras Rojas | F | 7 | 8 | Estudiante |
| Elián M. Contreras Rojas | M | 2 | 8 | Estudiante |
| Orlando N. Salas Angulo | M | 59 | 8 | Pescador de langosta |
| Verónica Camacho Camacho | F | 49 | 8 | Dueña de casa |
| Osvaldo A. Salas Camacho | M | 23 | 8 | Pescador de langosta |
| Rosa A. Contreras Recabarren | F | 62 | 8 | Servicios de alimentación |
| Álvaro R. Rojas Contreras | M | 27 | 8 | Pescador de langosta |
| Juan García Rojas | M | - | 8 | Pescador de langosta |
| Jorge Recabarren | M | - | 8 | Pescador de langosta |
| Ramón I. Salaz Camacho | M | 34 | 8 | Pescador de langosta |
| Jonatán E. Retamal Contreras | M | 34 | 8 | Pescador de langosta |
| Nolfa Yevenes Flores | F | 35 | 8 | Dueña de casa |
| Amapola Retamal Yevenes | F | 3 | 8 | Estudiante |
| Gerardo M. Retamal Yevenes | M | 5 | 8 | Estudiante |
| Oliver G. Salas Recabarren | M | 26 | 8 | Pescador de langosta |
| Tamara M. González De Rodt | F | 26 | 8 | Dueña de casa |
| Mariano H. Salas González | M | 4 | 8 | Estudiante |
| Cristóbal E. Salas González | M | 4 | 8 | Estudiante |
| Sergio R. Ruz Araya | M | 29 | 8 | Pescador de langosta |
| Mateo G. Recabarren García | M | 6 | 6 | Estudiante |
| Ángela M. García Salas | F | 35 | 6 | Comerciante |
| Sergio M. Ruz Bustamante | M | 79 | 8 | Pescador de langosta |
| Elisa A. Alterman García | F | 10 | 6 | Estudiante |
| Aníbal A. González Contreras | M | 30 | 8 | Pescador de langosta |
| Nicol Gatica Castillo | F | 28 | 3 | Dueña de casa |

| | | | | |
|---------------------------|---|----|---|----------------------|
| Aníbal A. González Gatica | M | 12 | 3 | Estudiante |
| Leonel M. González Gatica | M | 3 | 3 | Infante |
| Fernando González Camacho | M | 63 | 8 | Pescador de langosta |

Apéndice IV. Potencia de electrodomésticos de la comunidad de IAS.

| Categoría | Electrodoméstico | Potencia [w] | Unidades |
|------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|
| Recreación | Cámara de video | 2,59 | 1 |
| | | 13,8 | 5 |
| Recreación | Consola de juego | 52 | 10 |
| Recreación | Computador | 90 | 6 |
| | | 65 | 9 |
| | | 60 | 5 |
| | | 47 | 2 |
| | | 45 | 1 |
| | | 220 | 4 |
| Recreación | Equipo de sonido | 192 | 1 |
| | | 100 | 2 |
| | | 85 | 1 |
| | | 40 | 2 |
| | | 35 | 2 |
| | | 30 | 1 |
| | | 25 | 1 |
| | | 20 | 1 |
| | | 0,5 | 1 |
| | | 0,35 | 1 |
| Recreación | Decodificador | 25 | 7 |
| | | 18 | 2 |
| | | 9 | 1 |
| | | 5 | 10 |
| | | 3 | 2 |
| Recreación | Reproductor de DVD | 100 | 1 |
| | | 60 | 1 |
| | | 30 | 5 |
| | | 28,8 | 1 |
| Recreación | Tablet | 10 | 3 |
| | | 5 | 1 |
| Recreación | Televisor | 500 | 1 |
| | | 300 | 2 |
| | | 264 | 1 |
| | | 180 | 1 |
| | | 150 | 6 |
| 113 | 3 | | |

| | | | |
|---------------|-----------------------|-------|----|
| | | 96 | 2 |
| | | 87 | 1 |
| | | 70 | 1 |
| Recreación | Televisor | 65 | 2 |
| | | 55 | 3 |
| | | 50 | 3 |
| | | 45 | 2 |
| | | 40 | 1 |
| | | 320 | 1 |
| | | 180 | 1 |
| | | 115 | 1 |
| | | 37 | 1 |
| | | 36 | 1 |
| | | 30 | 3 |
| Refrigeración | Refrigerador | 26 | 1 |
| | | 25 | 1 |
| | | 17 | 1 |
| | | 16 | 1 |
| | | 14 | 1 |
| | | 13 | 1 |
| | | 12,5 | 1 |
| Refrigeración | Water Cooler | 101 | 1 |
| | | 320 | 1 |
| | | 143 | 2 |
| | | 120 | 1 |
| | | 115 | 1 |
| | | 44 | 1 |
| Refrigeración | Congelador | 42 | 1 |
| | | 38 | 6 |
| | | 27 | 5 |
| | | 25 | 2 |
| | | 24 | 1 |
| | | 17 | 1 |
| | | 13 | 5 |
| Comunicación | Celular | 5 | 5 |
| | | 3,5 | 25 |
| | | 282,9 | 2 |
| | | 28,8 | 7 |
| Comunicación | Radio de comunicación | 24 | 1 |
| | | 21 | 3 |
| | | 15,3 | 7 |

| | | | |
|---------|--------------------|------|---|
| | | 15 | 2 |
| | | 10,8 | 1 |
| | | 10 | 9 |
| | | 9,6 | 1 |
| | | 3,36 | 1 |
| Cocina | Licuada | 750 | 1 |
| | | 500 | 1 |
| | | 400 | 1 |
| | | 800 | 1 |
| Cocina | Mini-pimmer | 600 | 1 |
| | | 250 | 4 |
| | | 800 | 3 |
| Cocina | 123 | 750 | 1 |
| | | 700 | 3 |
| | | 380 | 1 |
| | | 300 | 4 |
| | | 250 | 1 |
| Cocina | Batidora manual | 240 | 1 |
| | | 180 | 1 |
| | | 175 | 4 |
| | | 165 | 1 |
| Cocina | Cocina eléctrica | 40 | 1 |
| | | 1300 | 2 |
| Cocina | Horno eléctrico | 1200 | 1 |
| | | 1000 | 1 |
| | | 600 | 1 |
| | | 450 | 1 |
| Cocina | Juguera | 400 | 1 |
| | | 350 | 3 |
| | | 270 | 2 |
| Higiene | Plancha | 950 | 3 |
| | | 39 | 2 |
| Higiene | Plancha de pelo | 190 | 1 |
| | | 2000 | 3 |
| | | 1600 | 3 |
| Higiene | Secador de pelo | 1400 | 1 |
| | | 1200 | 2 |
| | | 1000 | 1 |
| Higiene | Secadora | 330 | 1 |
| | | 10 | 1 |
| Higiene | Máquina de afeitar | 5,4 | 7 |

| | | | |
|-------------|-----------------------------|------|----|
| Higiene | Máquina de afeitar | 7,5 | 1 |
| | | 6 | 1 |
| Higiene | Maquina para cortar el pelo | 3 | 2 |
| | | 1300 | 1 |
| | | 1250 | 2 |
| Higiene | Lavadora | 1230 | 1 |
| | | 850 | 1 |
| | | 700 | 2 |
| | | 500 | 1 |
| | | 430 | 5 |
| | | 400 | 1 |
| Higiene | Lavadora | 380 | 3 |
| | | 350 | 3 |
| | | 330 | 1 |
| | | 325 | 1 |
| Higiene | Depiladora | 10 | 6 |
| | | 7,5 | 3 |
| Higiene | Centrífuga | 300 | 1 |
| | | 100 | 32 |
| | | 75 | 15 |
| | | 70 | 3 |
| | | 60 | 13 |
| Iluminación | Ampolleta | 20 | 25 |
| | | 18 | 6 |
| | | 15 | 10 |
| | | 13 | 2 |
| | | 10 | 9 |
| Otros | Batería de cámara | 3,5 | 1 |
| | | 18 | 1 |
| Otros | Cargador de pilas | 8 | 2 |
| | | 6 | 6 |
| | | 2,8 | 4 |
| Otros | Dremel | 125 | 6 |
| | | 2600 | 2 |
| Otros | Esmeril angular | 900 | 1 |
| | | 820 | 9 |
| Otros | Impresora | 150 | 1 |
| | | 750 | 5 |
| Otros | Cepillo eléctrico | 600 | 1 |

| | | | |
|-------|--------------------|------|---|
| Otros | Cepillo eléctrico | 580 | 6 |
| Otros | Serrucho eléctrico | 1600 | 7 |
| Otros | Sierra eléctrica | 1400 | 3 |
| Otros | Taladro | 1800 | 5 |
| Otros | Lijadora de banda | 710 | 5 |
| Otros | Maquina de coser | 650 | 1 |
| Otros | Caladora | 600 | 3 |
| Otros | | 750 | 1 |
| Otros | | 85 | 1 |
| Otros | | 400 | 2 |

Apéndice V. Tabla de consumo eléctrico mensual de IAS.

| Nombre | Código | Consumo mensual actual (kWh mes ⁻¹) | Consumo mensual proyectado (kWh mes ⁻¹) |
|----------------------|--------|--|--|
| Sala de motor | IP1 | 5,60 | 5,60 |
| Capilla | IP2 | 6,00 | 6,00 |
| Sede social | IP3 | 7,70 | 9,57 |
| Escuela | IP4 | 9,70 | 15,27 |
| Cuarto de pescadores | IP5 | 0,00 | 15,68 |
| Casa huéspedes | IP6 | 0,00 | 16,86 |
| Refugio Tsunami | IP7 | 0,00 | 22,51 |
| Sala de estimulación | IP8 | 14,84 | 30,26 |
| Alumbrado Público | IP9 | 109,20 | 126,00 |
| Rosa Contreras | V1 | 23,37 | 23,37 |
| Guillermo Carrillo | V2 | 9,21 | 28,31 |
| Ángela García | V3 | 45,51 | 64,08 |
| Iván Chamorro | V4 | 49,30 | 70,52 |
| Eduardo Retamales | V5 | 32,91 | 71,63 |
| Ronaldo Contreras | V6 | 74,22 | 74,22 |
| Ramón Salas | V7 | 0,00 | 74,33 |
| Oliver Salas | V8 | 45,89 | 76,61 |
| Refugio CONAF 2 | V9 | 44,07 | 78,57 |
| Álvaro Rojas | V10 | 39,62 | 94,39 |
| Reinaldo Rojas | V11 | 86,09 | 102,30 |
| Refugio CONAF 1 | V12 | 34,26 | 104,87 |
| Marina González | V13 | 105,91 | 105,91 |
| Jordan López | V14 | 92,86 | 107,83 |
| Ramón Contreras | V15 | 83,20 | 108,91 |
| Nicoll Gatica | V16 | 77,76 | 126,46 |
| Victoria González | V17 | 108,32 | 129,50 |
| Verónica Camacho | V18 | 125,86 | 130,34 |
| Yenifer Yanquin | V19 | 137,97 | 137,97 |
| Inés Briceño | V20 | 142,87 | 142,87 |
| Antonio Gonzalez | V21 | 222,50 | 238,98 |
| Manuel de rodt | V22 | 174,67 | 251,65 |
| Refugio CONAF 3 | V23 | 254,07 | 254,07 |
| Nolfá Yévenes | V24 | 269,75 | 269,75 |
| TOTAL | | 2.433,23 | 3.115,19 |

7. ANEXOS

Anexo I. Radiación Solar Global por zona climática de Chile.

| Zona climática | Radiación Solar Global Media Anual (H) [kWh m ⁻² año ⁻¹] | Contribución Solar Mínima Exigida [%] | Margen de Tolerancia [%] | (CSM*0,85) [%] |
|----------------|---|---------------------------------------|--------------------------|----------------|
| A | 1948 <= | 75 | 15 | 64 |
| B | 1.701 <= H < 1.948 | 66 | 15 | 56 |
| C | 1.454 <= H < 1.701 | 57 | 15 | 48 |
| D | 1.208 <= H < 1.454 | 48 | 15 | 41 |
| E | 961 <= H < 1.208 | 39 | 15 | 33 |
| F | 961 <H | 30 | 15 | 26 |

Fuente: (Ministerio de Energía, 2012).