

RIVER
consultores

Apoyando el desarrollo
sustentable del país

DECONUC
ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

**ESTUDIO DE “POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL
SECTOR PÚBLICO Y RESIDENCIAL DE LAS COMUNAS DE JUAN
FERNÁNDEZ, ISLA DE PASCUA Y AYSÉN”**

DESARROLLADA PARA MINISTERIO DE ENERGÍA

INFORME FINAL

DESCRIPCIÓN DE OBJETIVOS

El presente estudio corresponde a un levantamiento de oportunidades de Eficiencia Energética en Zonas extremas, a mayor detalle los objetivos del estudio son:

OBJETIVO GENERAL

Identificar las oportunidades de mejora de eficiencia energética y generar proyectos de implementación de medidas de eficiencia energética aplicables al sector residencial y a las municipalidades de Juan Fernández, Isla de Pascua y Aysén.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar (calcular) el potencial de eficiencia energética del sector residencial y de las municipalidades de las comunas de Juan Fernández, Isla de Pascua, Aysén por sector.
- Diseño e implementación de indicadores de desempeño energético para gestión de energía en las municipalidades.
- Diseñar proyectos de implementación de medidas de eficiencia energética aplicables a cada zona para el sector residencial y para las municipalidades basado en la información levantada en el punto 1 de los objetivos específicos. Los proyectos deben incluir alternativas de financiamiento regionales.
- De acuerdo a los antecedentes de la licitación y específicamente las bases y términos de referencia, en el presente informe, se da respuesta a la totalidad de los objetivos específicos

ACTIVIDADES Y RESULTADOS

DESCRIPCIÓN PROCESO LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

PROCESO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Tal como se ha mencionado anteriormente y de acuerdo a lo indicado en las bases y propuesta del consorcio, el proceso de levantamiento de información se debe realizar en 2 sectores, uno es el sector Residencial y el otro el sector Municipal (edificio Consistorial).

Metodológicamente el proceso de levantamiento de información para ambos casos no es el mismo, sino que cumple con procesos distintos, si bien la información a levantar es prácticamente la misma, la forma de llegar al dato se realiza de manera diferente y se procederá a explicar en los capítulos siguientes:

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RESIDENCIAL

El año 2010 la Corporación de Desarrollo Tecnológico (en adelante CDT), creó a solicitud del Ministerio de Energía una herramienta de levantamiento de consumo energético residencial bajo el proyecto “Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de la Conservación de la Energía en el Sector Residencial”, herramienta con la cual se han realizado diversos estudio posterior a este y por lo tanto los resultados de estos estudios han permitido generar bases de datos comparables en el tiempo y que mantienen una trazabilidad de la información, lo cual es de suma utilidad para el Ministerio y su consistencia en levantamientos.

En general la encuesta está destinada a recopilar información con respecto a:

- Tipología de vivienda
- Tipos y usos de equipos
- Consumo de energía

DESCRIPCION DE LA ENCUESTA Y DIAGRAMACION

La versión original de la encuesta consta de 20 páginas con 201 preguntas, en donde las temáticas a abordar constan de:

Tipología de vivienda

- Análisis nacional y por grupo zona térmica
- Tipologías seleccionadas

Tenencia de equipos

- Agua caliente por cañería
- Cocina
- Horno

- Hornillo eléctrico
- Horno microondas
- Calefactores
 - Calefactor o estufa a gas licuado en balones
 - Calefactor a gas natural o licuado con medidor
 - Calefactor a parafina
 - Calefactor o estufa eléctrica
 - Calefactor a pellets
 - Calefactor o estufa a leña
 - Calefactor o estufa a carbón
- Calefacción central
- Aire acondicionado
- Iluminación
- Refrigerador
- Freezer o congeladores
- Hervidor eléctrico
- Lavadora de ropa
- Secadora de ropa
- Plancha de ropa
- Equipamiento eléctrico
 - Computadores
 - Televisores
 - Equipos musicales o radio
 - Equipos en stand-by
 - Otros equipos
- Modulo rural
- **Consumo De Energía**
 - Consumo total
 - Consumo total anual promedio en hogares
 - Consumo según tipos de recursos energéticos
 - Consumo GLP total anual promedio en hogares
 - Consumo GN total anual promedio en hogares
 - Consumo electricidad total anual promedio en hogares
 - Consumo leña total anual promedio en hogares
 - Consumo parafina total anual promedio en hogares
 - Consumo carbón total anual promedio en hogares
 - Consumo otros combustibles total anual promedio en hogares

Si bien la encuesta original está muy bien estructurada, la lógica de la diagramación no permite poder realizar un levantamiento con la velocidad, dificultades geográficas y logísticas que se presentan en este proyecto, que tal como se indica en las bases, es un levantamiento de información en “zonas extremas”, es por esto que el consorcio realizó una re-diagramación de la encuesta, en donde se mantuvieron las mismas preguntas, pero con un orden nuevo, que permitió disminuir de 20 a 7 paginas. La nueva diagramación se adjunta en Anexo del presente informe.

BUSQUEDA, SELECCIÓN Y CAPACITACIÓN DE LOS ENCUESTADORES

BUSQUEDA Y SELECCIÓN

La aplicación de una encuesta normalmente la desempeñan personas que no necesariamente tienen conocimientos en el área que se está encuestando, sino que muchas veces las empresas de encuestas contratan jóvenes desempleados, dueñas de casa que quieren percibir ingresos extras, etc. En este caso, el objetivo de nuestra encuesta requería de un nivel de conocimiento mayor al que tiene una persona promedio debido a que no es una temática fácil para la gente, el tiempo de aplicación de la encuesta es largo y además se suma la problemática de ser zonas extremas.

En virtud de estos antecedentes es que se definió que las encuestas serían levantadas con alumnos egresados o titulados de la carrera de Construcción Civil de la Universidad Católica de Chile.

El resultado final de este proceso, generó los siguientes equipos de trabajo:

| Responsabilidad | Puerto Aysén | Isla de Pascua | Juan Fernández |
|------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Medición y Encuestas | Ariel Villalón | Enrique Fresno | Daniel Ruz |
| Medición y Encuestas | Wladimir Bugueño | Cristóbal Sanchez | Michael Silva |
| Encuestador | Tomas Retamal | Luz Yañez | Manuel Manqueo |
| Encuestador | Pilar Rioseco | Julio Ramos | Francisco Leiva |
| Encuestador | Rodrigo Leppe | Sebastián Landskron | --- |
| Encuestador | Constanza Vergara | David Salvo | --- |
| Encuestador | Natalia Pavez | --- | --- |

CAPACITACIÓN

Una vez generados los grupos de trabajo de las distintas zonas, se procedió a realizar la capacitación y prueba de las encuestas con los equipos. Para esto, el día 13 de agosto, se hizo una jornada de inducción en donde se revisó cada una de las preguntas de las encuestas, sus respuestas y potenciales problemas (tipos de respuestas nulas que iba a recibir, respuestas fuera de rango, etc.).

Debido al proceso de selección previo que se había realizado, el perfil del equipo permitió que la capacitación desde el punto de vista técnico fuese muy fácil y participativa. Junto a esto se realizó una inducción de acercamiento, análisis de riesgo y problemas de los procesos de encuesta, en donde se le explicó al equipo cuáles son las competencias blandas que debían reforzar para el éxito de la encuesta, como son los riesgos a los cuales están expuestos y cuáles son los problemas con los que se van a encontrar y cómo afrontarlos.

DEFINICIÓN DEL TAMAÑO MUESTRA Y FECHAS DE VIAJES

Según los datos obtenidos del CENSO 2012 (valores aproximados debido a los resultados del Censo 2012), la cantidad de viviendas a encuestar se muestra en la siguiente tabla, la cual se calculó para realizar una encuesta presencial en cada comuna, en particular a distintos tipos de viviendas de Juan Fernández, Isla de Pascua y Aysén; se consideró un diseño muestral de cada localidad, con un nivel de confianza del 95% y un 5% de error máximo.

| Comuna | Juan Fernández | Isla de Pascua | Aysén |
|-----------------|----------------|----------------|-------|
| Total viviendas | 365 | 2.379 | 8.656 |
| Total encuestas | 187 | 331 | 368 |
| Total | | 886 | |

En consideración a estos tamaños muestrales es que se diseñó la campaña de terreno y para lo cual se determinaron las siguientes fechas de viajes:

- Puerto Aysén
 - Salida: Domingo 16 de Agosto
 - Retorno: Viernes 28 de Agosto
- Isla de Pascua
 - Salida: Lunes 17 de Agosto
 - Retorno: Sábado 29 de Agosto
- Juan Fernández
 - Salida: Lunes 05 de Octubre
 - Retorno: Sábado 16 de Octubre

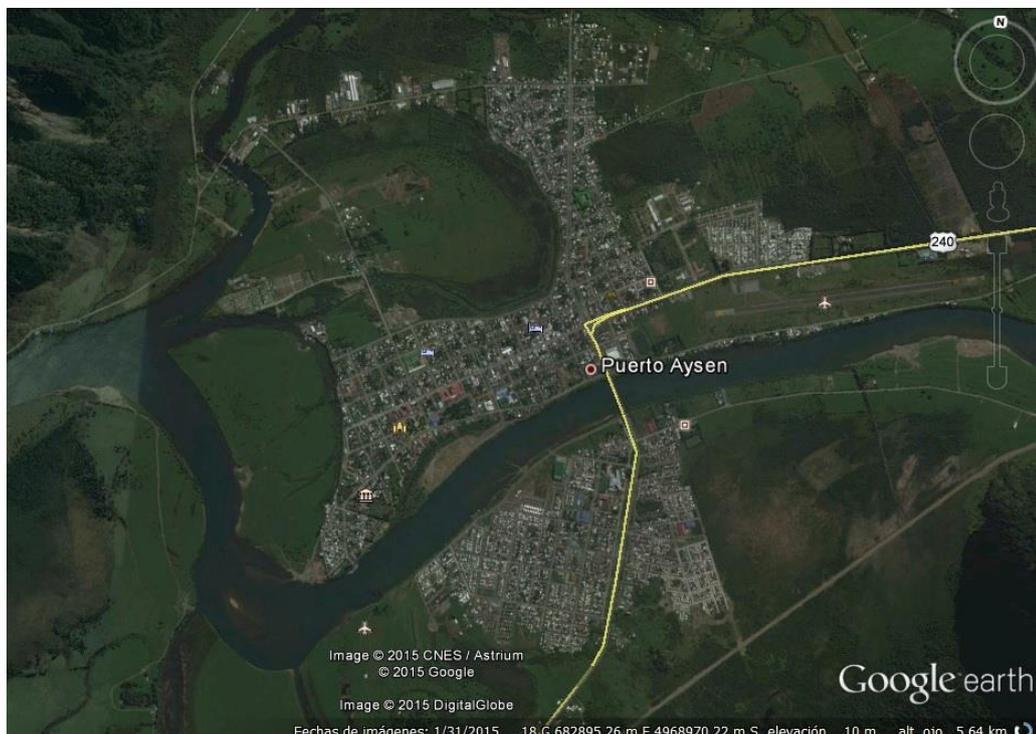
DESARROLLO ESTUDIO SECTOR PUERTO AYSÉN

IDENTIFICACIÓN, DETERMINACIÓN DE USOS ENERGÉTICOS Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA DEL SECTOR RESIDENCIAL Y DE LA MUNICIPALIDAD

DESCRIPCIÓN DEL DESPLIEGUE TERRITORIAL PARA EL LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS

El despliegue territorial para el levantamiento de encuestas a nivel residencial se efectuó en la zona urbana de la comuna de Aysén. Para este cometido, y con el apoyo de la Municipalidad de Aysén, se efectuó un reconocimiento previo, en gabinete y en terreno, de la situación constructiva dentro del casco urbano de la ciudad de Puerto Aysén.

Ilustración 1: Zona Urbana de Puerto Aysén



Fuente: Google Earth

Como se ve en la ilustración previa el casco urbano de Puerto Aysén presenta situaciones geográficas marcadas por la presencia del Río Aysén, el que separa la ciudad en Ribera Norte y Ribera Sur. Desde el punto de vista de la tipología de las viviendas, aquellas más nuevas se encuentran en Ribera Sur, y en la zona norte de la ciudad, así como, y en todas las áreas de la ciudad, una gran presencia de viviendas de autoconstrucción, con la más variada tipología de la construcción.

El despliegue territorial se realizó considerando estos aspectos, de modo de abarcar todo el territorio urbano, y todas las situaciones de vivienda presentes en la ciudad de Puerto Aysén.

La campaña de terreno se realizó con el Jefe de Campaña de Terreno en Aysén, Ariel Villalón, experto en temas energéticos, y con cinco constructores civiles enfocados en el instrumento encuesta utilizado en este proyecto.

La campaña de levantamiento de encuestas a nivel residencial se realizó entre los días 17 de agosto hasta el 27 de agosto de 2015.

Se estima que en total se golpeó la puerta de alrededor de 1.200 viviendas, solicitando la realización de la encuesta, del cual se logró, en total, el 30,8% de respuestas afirmativas, lo que da un total de 369 encuestas realizadas durante el despliegue en terreno.

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION MUNICIPAL

DESCRIPCIÓN DE INFORMACIÓN A LEVANTAR.

En los Municipios, la información a levantar consiste en los perfiles de consumo de energía, determinando los tipos de energéticos que se consumen, las actividades o equipos que consumen este energético y los indicadores de gasto.

Los antecedentes mínimos que se requerían levantar son:

- Tipo y uso de la iluminación.
- Uso de Climatización.
- Otro uso de energético que sea intensivo.

DESCRIPCIÓN DE ENTREVISTA EN MUNICIPALIDAD

En la Municipalidad de Puerto Aysén se tuvo reuniones con las siguientes personas:

- Entrevista con Administradora Municipal de Aysén: se le presentó el proyecto junto a los profesionales a cargo del equipo de levantamiento de información a nivel residencial y municipal. Debido a la ausencia de la máxima autoridad, el Alcalde Sr. Oscar Catalán, la Administradora Municipal autoriza la realización de mediciones en Edificio Consistorial de la Municipalidad, y el apoyo en terreno para el levantamiento de la información a nivel residencial.
- Entrevista con Director de Obras Municipales: se le explica el contexto del proyecto, y se le solicita la información energética de la Municipalidad, en específico del Edificio Consistorial. Deriva al equipo de ejecución con el Ingeniero Eléctrico de la Unidad, Sr. Francisco Díaz.
- Entrevista con Encargada Unidad Ambiental SECPLAC, Sra. Susana Silva: se le exponen los objetivos del proyecto. Brinda apoyo en terreno para el levantamiento de información a nivel residencial, gestionando reconocimiento en terreno de las distintas situaciones de viviendas en la ciudad de Puerto Aysén, así como la gestión de la difusión en medios regionales como los siguientes: Radio Las Nieves de Puerto Aysén, Radio Ventisqueros, sede Puerto Aysén, y Canal Once Puerto Aysén.
 - Se le solicita apoyo en gestión de información de los energéticos de la Municipalidad, que actué como apoyo a la gestión del Ingeniero Eléctrico de la Dirección de Obras Municipales.

Se identifica dentro del Organigrama de la Municipalidad, aquellas personas que se acercan a las funciones de:

- Solicitud de Compra de Energéticos.
 - Pago de facturas por energéticos.
 - Mantenición de equipos.
- Entrevista con Ingeniero Eléctrico, Dirección de Obras Municipales, Sr. Francisco Díaz: se le solicita lo siguiente:

Contabilidad del alumbrado del Edificio Consistorial, especificando tipo de ampolletas, cantidad de ampolletas, y su utilización en horas durante un día normal de verano. Equipamiento que consume energía dentro del Edificio Consistorial.

Gasto en energéticos:

- Electricidad: cuentas de electricidad de los distintos medidores asociados al Edificio Consistorial con la Distribuidora Eléctrica, Edelaysén.
- Leña: se constata la utilización de leña para calefacción dentro de dependencias del Edificio Consistorial.
- Gas: se utiliza la calefacción a gas licuado con la adquisición de balones para su uso en calefactores dentro de dependencias del Edificio Consistorial.
- Kerosene: se utiliza este combustible en dependencias del Edificio Consistorial en estufas laser tipo *Toyotomi*.

Solo se obtuvieron cuentas de gastos de electricidad del Edificio Consistorial.

ANÁLISIS DE DATOS

RESIDENCIAL

DESCRIPCIÓN DE PROCESO DE VACIADO DE INFORMACIÓN AL FORMATO DE BASE DE DATOS DE LA CDT

Si bien la encuesta presenta una nueva diagramación, el orden de las preguntas y el tipo de información levantada es la misma de la encuesta CDT 2010, por lo tanto, para mantener el formato de base de datos y que esta sea legible y consistente con la información con la que cuenta el Ministerio, es que nuestra contraparte técnica nos entregó el formato de base de datos de la encuesta, a lo cual el consorcio tuvo que realizar una traducción de los valores y datos con los cuales se ingresaba la información.

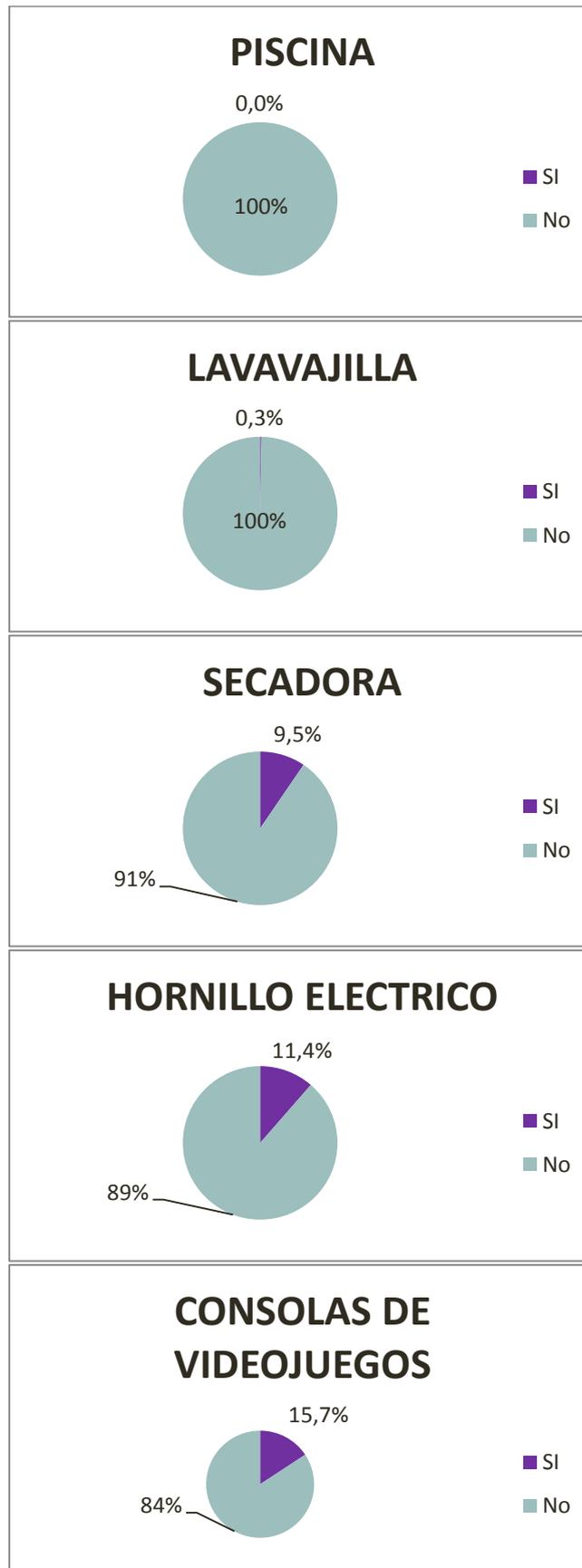
ANÁLISIS DE RESULTADOS ENCUESTAS

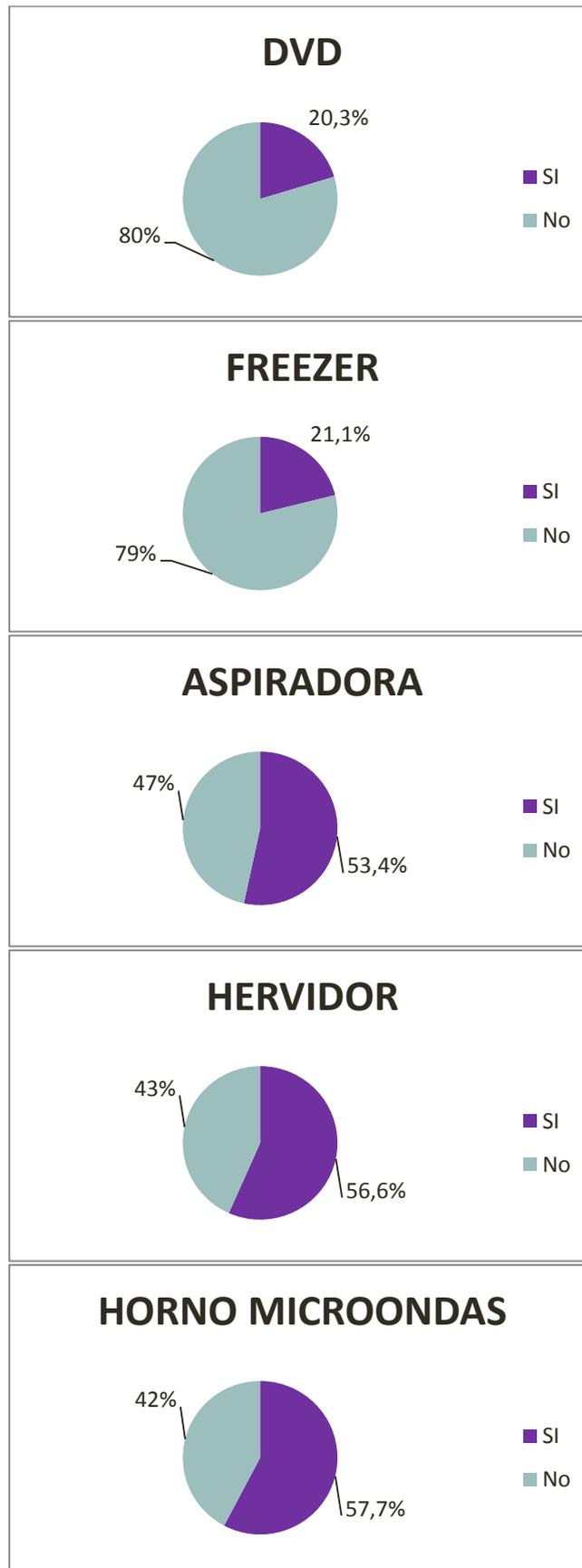
Una vez terminado el vaciado de información a la base de datos, se realizó un análisis gráfico de la información para un entendimiento más simple y rápido de la información. Con estos antecedentes se obtiene la primera lectura del comportamiento de consumo y potencial ahorro energético en las zonas.

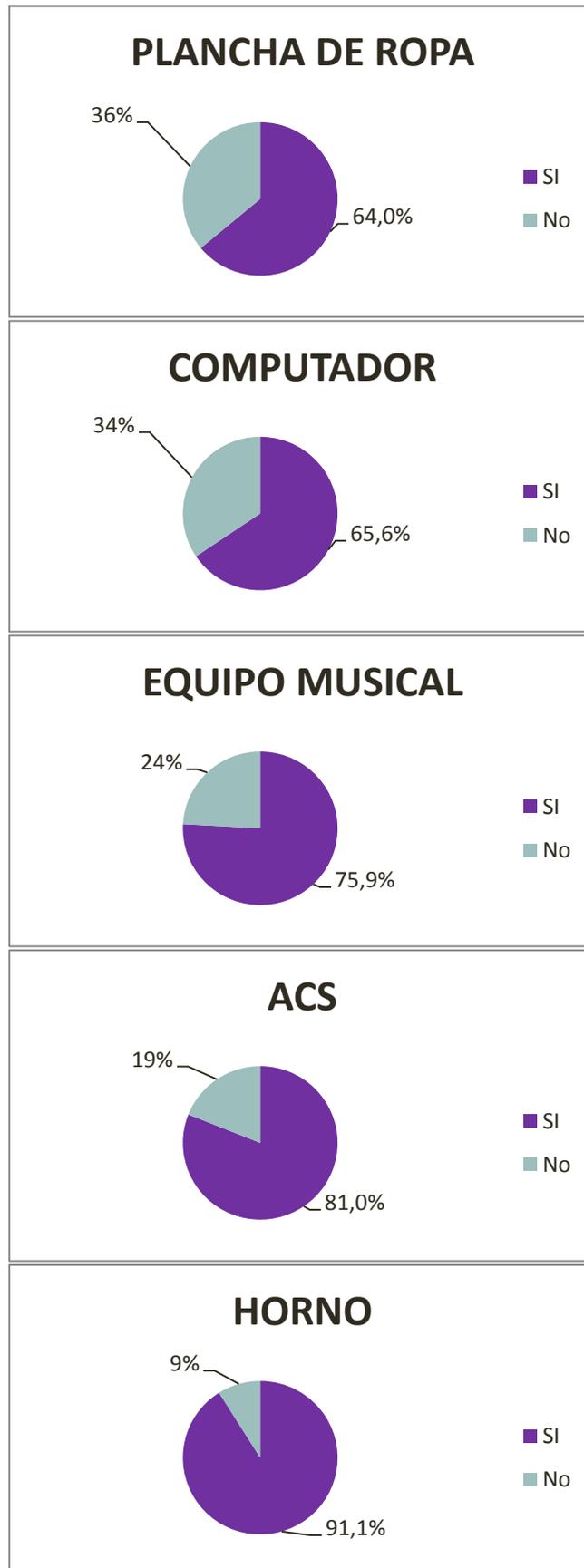
TENENCIA DE ARTEFACTOS PUERTO AYSÉN

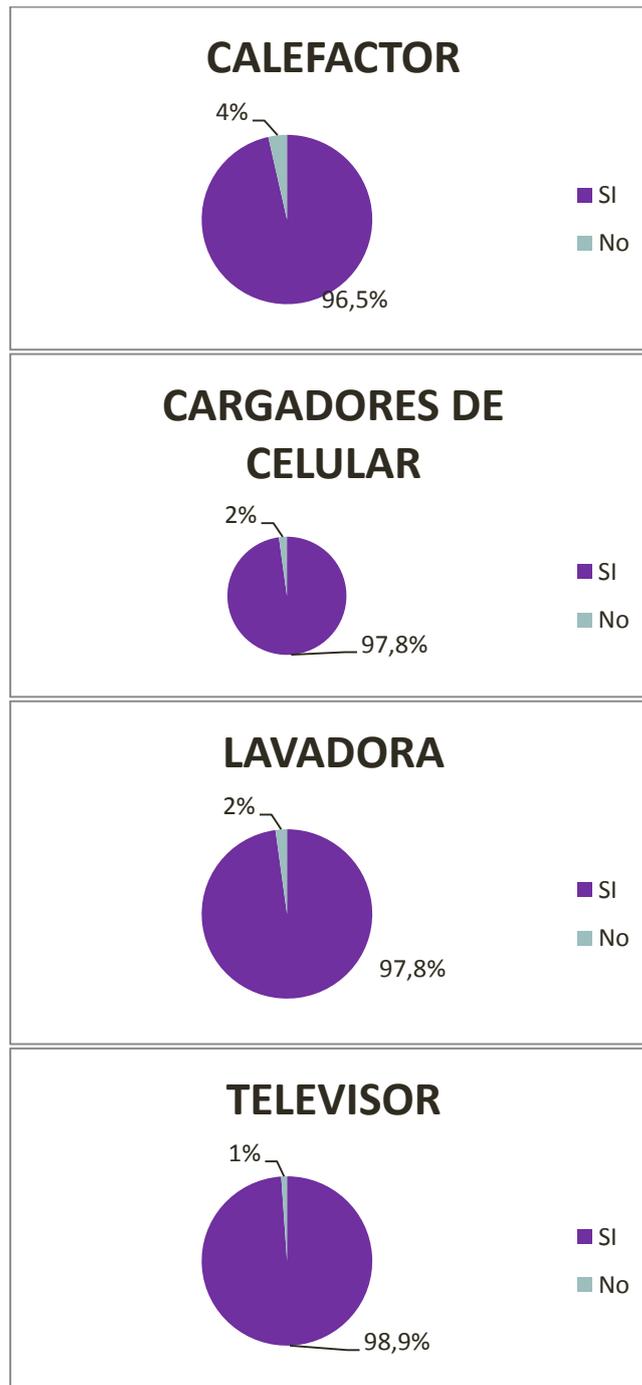
Ilustración 2: Tenencia de Equipos en Puerto Aysén

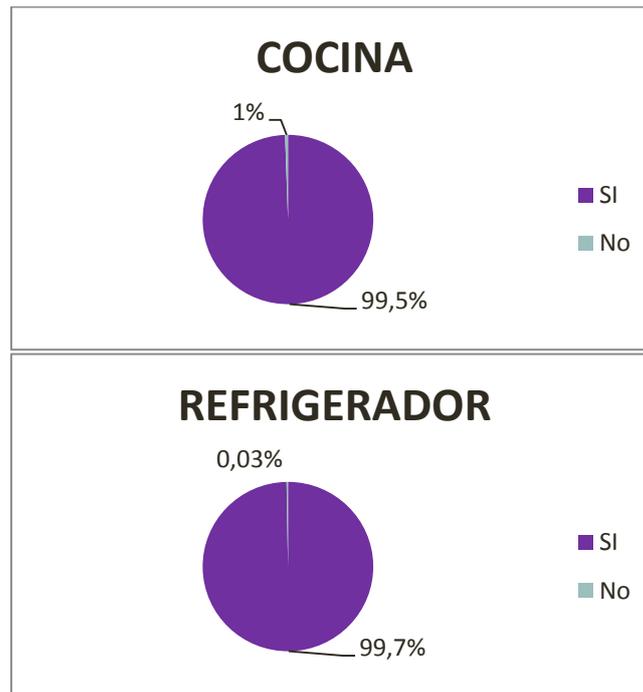












Fuente: Elaboración propia en base a encuesta

PERFIL DE CONSUMO RESIDENCIAL

En el Anexo N°2 que se adjunta al presente informe, se explica la metodología de cálculo de cada uno de los resultados que se presentan a continuación y que se determinan en base a la planilla de cálculo del Anexo N°3.

A continuación se presenta el perfil de consumo para la comuna de Aysén.

Tabla 1: Consumo Energético promedio anual en Aysén, desglosado por energético.

| | GN | GLP | Electricidad | Leña | Carbón | Parafina | Pellet |
|--------------|------|------|--------------|-------|--------|----------|--------|
| kWh/año | | | | | | | |
| ACS | 0 | 9510 | 10948 | 10931 | 0 | 0 | 0 |
| COCINA | 1588 | 0 | 0 | 10431 | 0 | 0 | 0 |
| HORNO | 85 | 251 | 0 | 4146 | 0 | 0 | 0 |
| HORNILLO | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MICROONDAS | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CALEFACCIÓN | 0 | 1294 | 334 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ILUMINACIÓN | 0 | 0 | 675 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REFRIGERADOR | 0 | 0 | 454 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FREEZER | 0 | 0 | 276 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HERVIDOR | 0 | 0 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LAVAVAJILLA | 0 | 0 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LAVADORA | 0 | 0 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SECADORA | 0 | 0 | 131 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PLANCHA | 0 | 0 | 65 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | |
|------------|---|---|-----|---|---|---|---|
| COMPUTADOR | 0 | 0 | 164 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TELEVISOR | 0 | 0 | 243 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DVD | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CONSOLA | 0 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RADIO | 0 | 0 | 76 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ASPIRADORA | 0 | 0 | 350 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CELULAR | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| STAND BY | 0 | 0 | 123 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta.

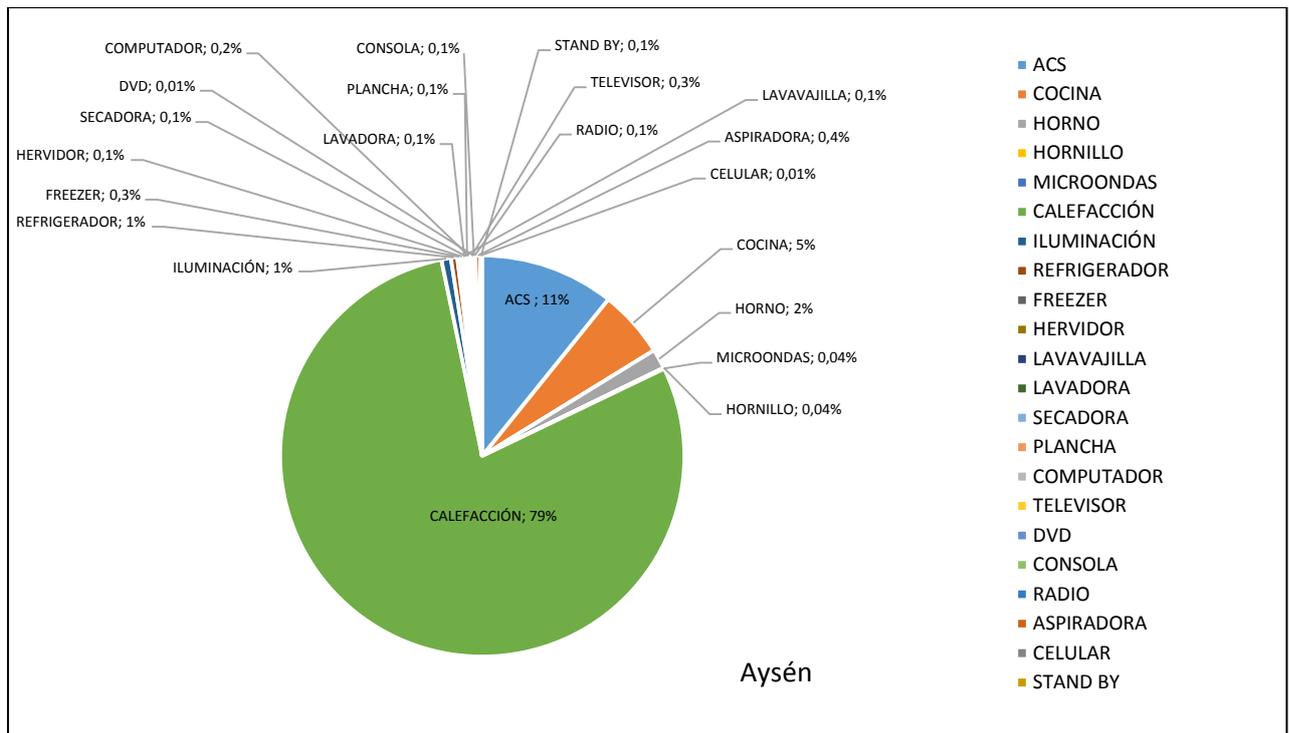
Tabla 2: Consumo Energético Promedio Anual en Aysén.

| PROMEDIO | Consumos Promedio | |
|--------------|-------------------|------------|
| | kWh/año | Porcentaje |
| ACS | 9592 | 11% |
| COCINA | 4850 | 5% |
| HORNO | 1414 | 2% |
| HORNILLO | 37 | 0.04% |
| MICROONDAS | 40 | 0.04% |
| CALEFACCIÓN | 70514 | 79% |
| ILUMINACIÓN | 675 | 1% |
| REFRIGERADOR | 454 | 1% |
| FREEZER | 276 | 0.3% |
| HERVIDOR | 120 | 0.1% |
| LAVAVAJILLA | 62 | 0.1% |
| LAVADORA | 84 | 0.1% |
| SECADORA | 131 | 0.1% |
| PLANCHA | 65 | 0.1% |
| COMPUTADOR | 164 | 0.2% |
| TELEVISOR | 243 | 0.3% |
| DVD | 12 | 0.01% |
| CONSOLA | 54 | 0.1% |
| RADIO | 76 | 0.1% |
| ASPIRADORA | 350 | 0.4% |
| CELULAR | 6 | 0.01% |
| STAND BY | 123 | 0.1% |

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta.

En base a los datos presentados en la Tabla 2 se confecciona el siguiente gráfico.

Ilustración 3: Consumos Energéticos Promedio Anuales en Aysén.



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SIMULACIONES

Para el caso de Puerto Aysén, se tomó como consideración base una vivienda con las siguientes características:

Tabla 3: Características vivienda promedio en Aysén.

| Tipología | | |
|----------------------------------|--|--|
| Agrupamiento | Aislada | |
| Pisos | 1 | |
| Superficie | 52,5 | |
| N° de dormitorios | 2 | |
| N° de baños | 1 | |
| Muros | | |
| Espesor (cm) | 10 | 10 |
| Materialidad | 3/4" pino seco cepillado (19 mm) - Cámara de aire - 3/4" pino seco cepillado (19 mm) | 3/4" pino seco cepillado (19 mm) - Cámara de aire - 3/4" pino seco cepillado (19 mm) |
| Techo | | |
| Espesor (cm) | | 10 |
| Materialidad | 1/2" pino seco cepillado (13mm) - Cámara de aire - Plancha zinc | 1/2" pino seco cepillado (13mm) - Cámara de aire - Plancha zinc |
| Piso | | |
| Espesor (cm) | | 10 |
| Materialidad | Piso ventilado: Vigas de madera y entablado piso (3/4" pino seco cepillado (19 mm)) | Piso ventilado: Vigas de madera y entablado piso (3/4" pino seco cepillado (19 mm)) |
| Ventanas | | |
| N° Ventanas grandes (2,3*2,1 m) | 0 | 0 |
| N° Ventanas medianas (2*1,5 m) | 5 | 4 |
| N° Ventanas pequeñas (0,8*1,3 m) | 1 | 1 |
| Materialidad | Madera | Madera |

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta.

Se muestra una imagen de referencia donde se puede observar las características de tipología que se utilizan en este modelo energitético.

Ilustración 41: Vivienda tipo para el análisis de Puerto Aysén.



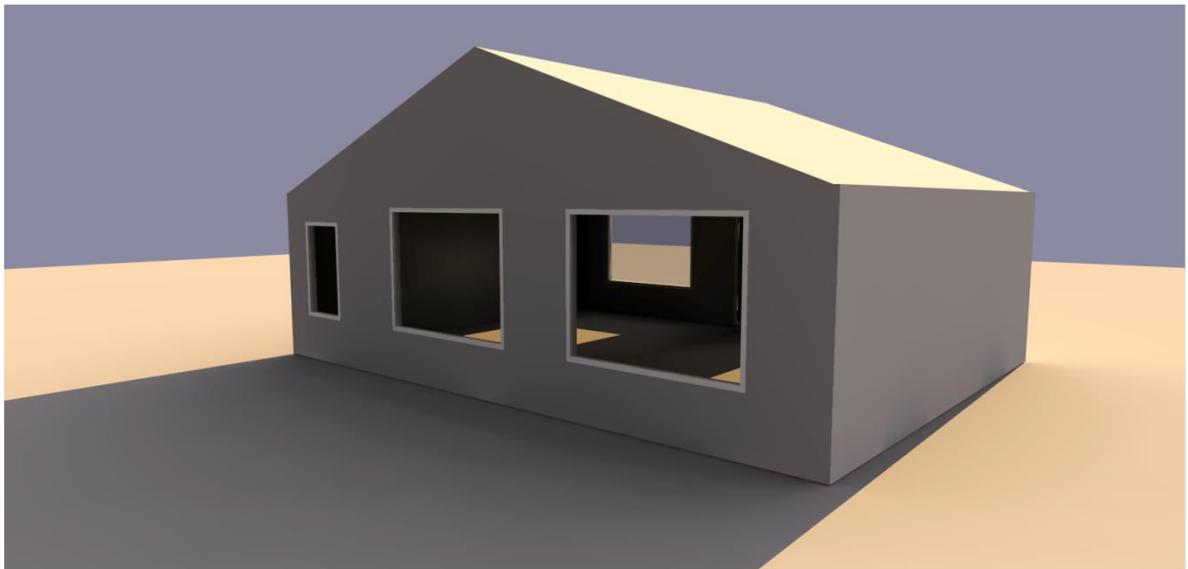
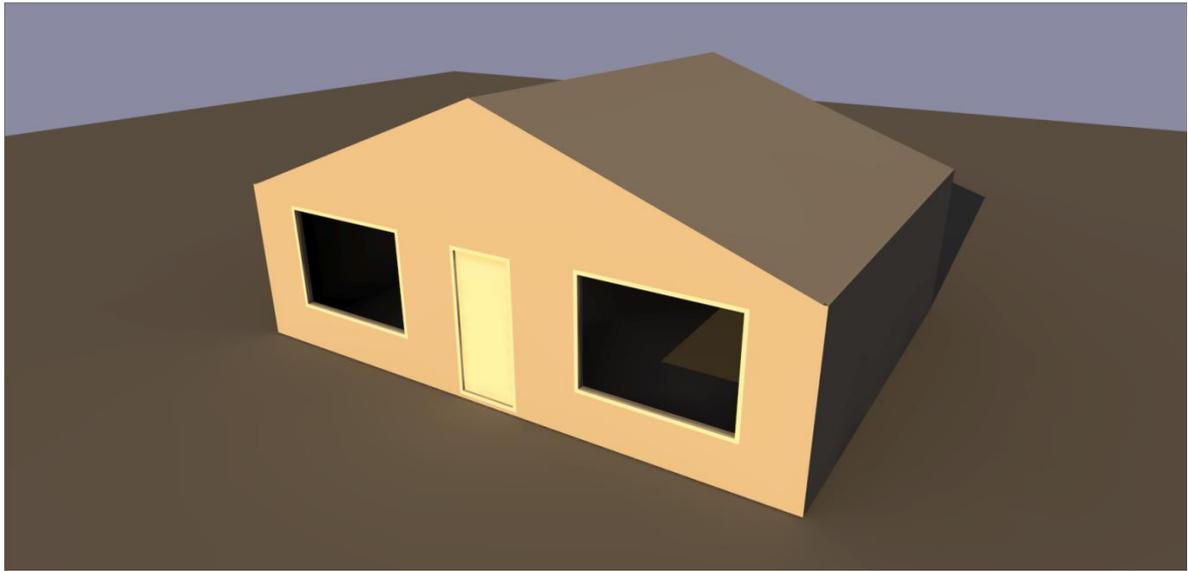
Fuente: Propia

Para el análisis, se utilizó además, las siguientes consideraciones para las cargas internas:

| | | |
|---|--------------|--------------|
| Cargas internas personas | | |
| N° personas | 3 | 3 |
| Horas de ocupación día L-V | 16 | 16 |
| Horas de ocupación día S | 19 | 19 |
| Horas de ocupación día D | 24 | 24 |
| Carga internas por persona | 85 W/persona | 85 W/persona |
| Cargas internas iluminación | | |
| Horas de ocupación día L-V | 9 | 9 |
| Horas de ocupación día S | 10 | 10 |
| Horas de ocupación día D | 12 | 12 |
| Carga internas por m2 | 15 W/m2 | 15 W/m2 |
| Cargas internas equipos eléctricos generales | | |
| Horas de ocupación día L-V | 9 | 9 |
| Horas de ocupación día S | 10 | 10 |
| Horas de ocupación día D | 12 | 12 |
| Carga internas por m2 | 4,3 W/m2 | 4,3 W/m2 |
| Consumo calefacción | | |
| Horas de ocupación día L-V | 15 | 15 |
| Horas de ocupación día S | 16 | 16 |
| Horas de ocupación día D | 16 | 16 |
| Carga internas por m2 | No definido | No definido |
| Número de infiltraciones de aire: 13.7 | | |

Con esto definido, se modeló la vivienda, para luego incorporar todas las características de la misma, tanto de materialidades como de uso.

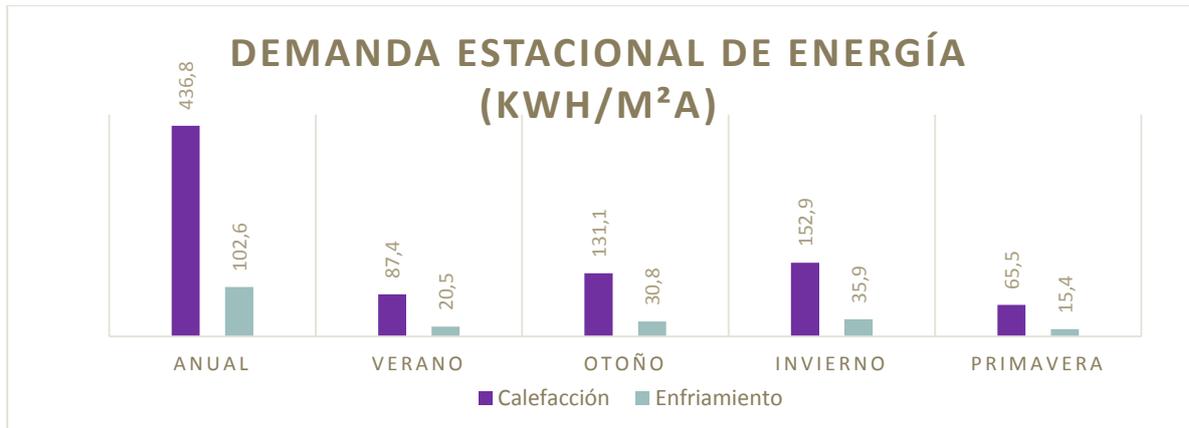
Ilustración 52: Modelo de la vivienda Tipo



Fuente: Elaboración propia.

Con esto, del análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

Ilustración 6: Demanda Energética Vivienda Tipo en Puerto Aysén

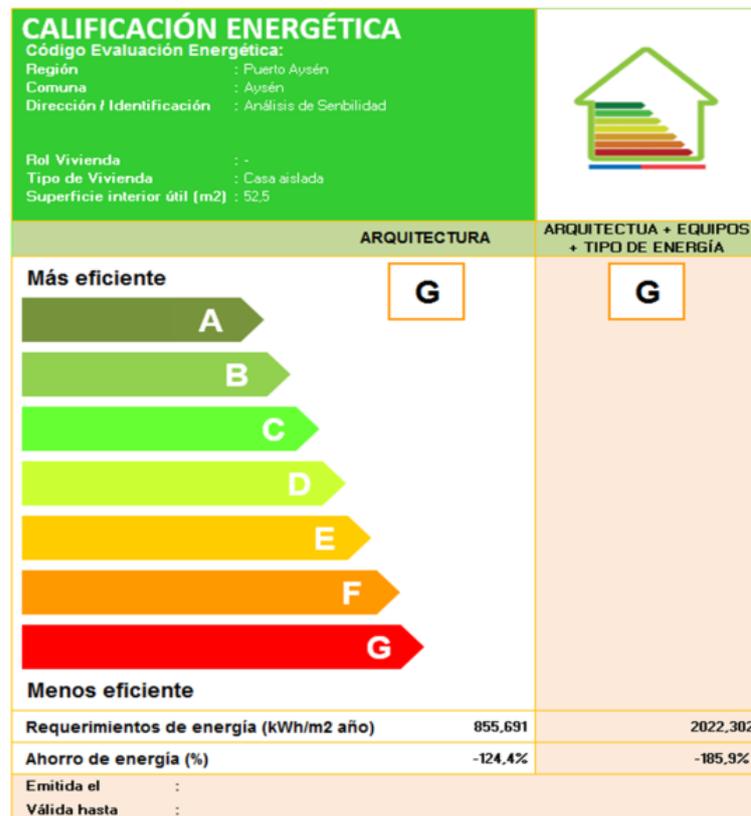


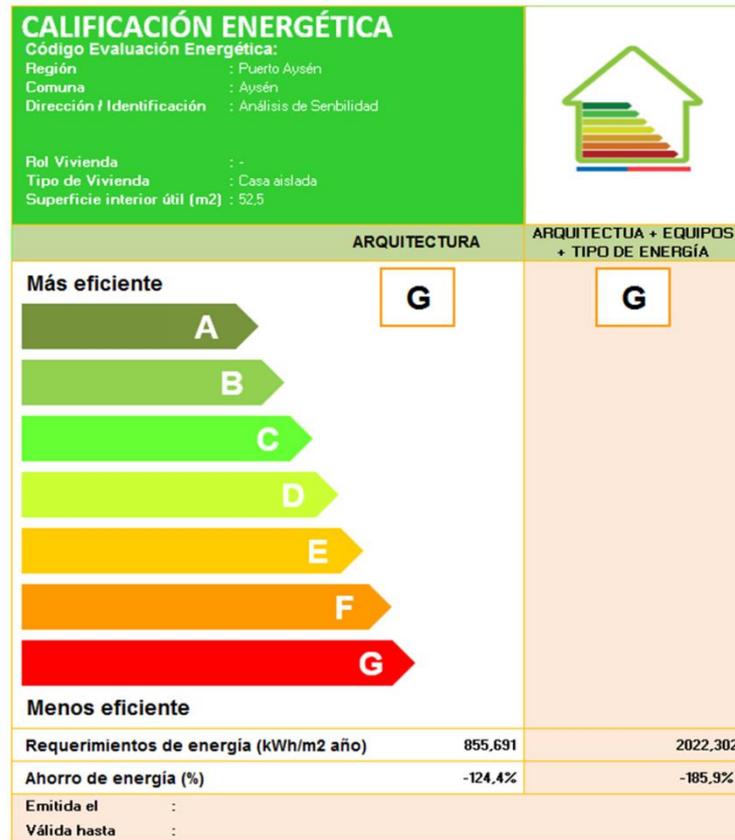
Fuente: Elaboración propia.

La demanda total de energía es de 539kWh4KWh/m² al año, lo que en su mayoría corresponde a la demanda de calefacción, lo que resulta lógico considerando la zona climática, sin embargo, también se tiene períodos altos de demanda para enfriamiento en las estaciones de verano y primavera.

Esto se puede asociar además con el Sistema de Calificación de Vivienda, en el cual, para esta casa tipo, se obtendría una calificación G, como se muestra en la imagen siguiente:

Ilustración 7: Calificación energética referencial para la Vivienda Tipo

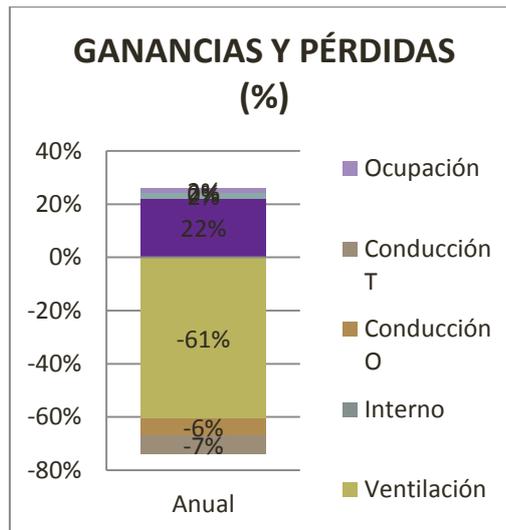




Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el caso de Isla de Pascua, la vivienda tipo, en las condiciones evaluadas, no cumpliría con esta normativa puesto califica en la Letra G en esta referencia.

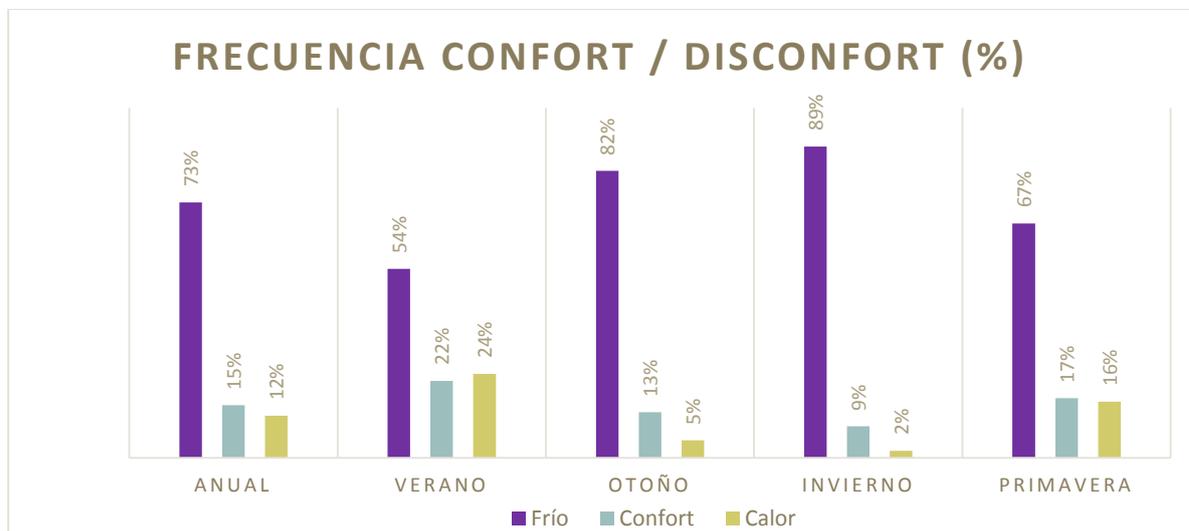
Ilustración 83: Análisis de Ganancias y Pérdidas Vivienda Tipo en Puerto Aysén



Fuente: Elaboración propia.

Del análisis se desprende que la mayor cantidad de energía se pierde, al igual que en el caso de Isla de Pascua, a través de las ventilaciones e infiltraciones de aire, con un 44% del total de ganancias y pérdidas. A su vez, las ganancias de calor son aportadas principalmente a través de la radiación solar.

Ilustración 9: Análisis de Frecuencia de Confort Vivienda Tipo en Puerto Aysén.



Fuente: Elaboración propia.

Para la vivienda evaluada, el porcentaje de tiempo, para un año completo, dentro de los rangos de confort corresponde a un 15%, alcanzando el máximo en verano (27%) y el mínimo en invierno (9%).

ANÁLISIS MUNICIPAL

DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

La información recopilada de la Municipalidad de Aysén corresponde a los consumos de energéticos que realiza en el Edificio Consistorial:

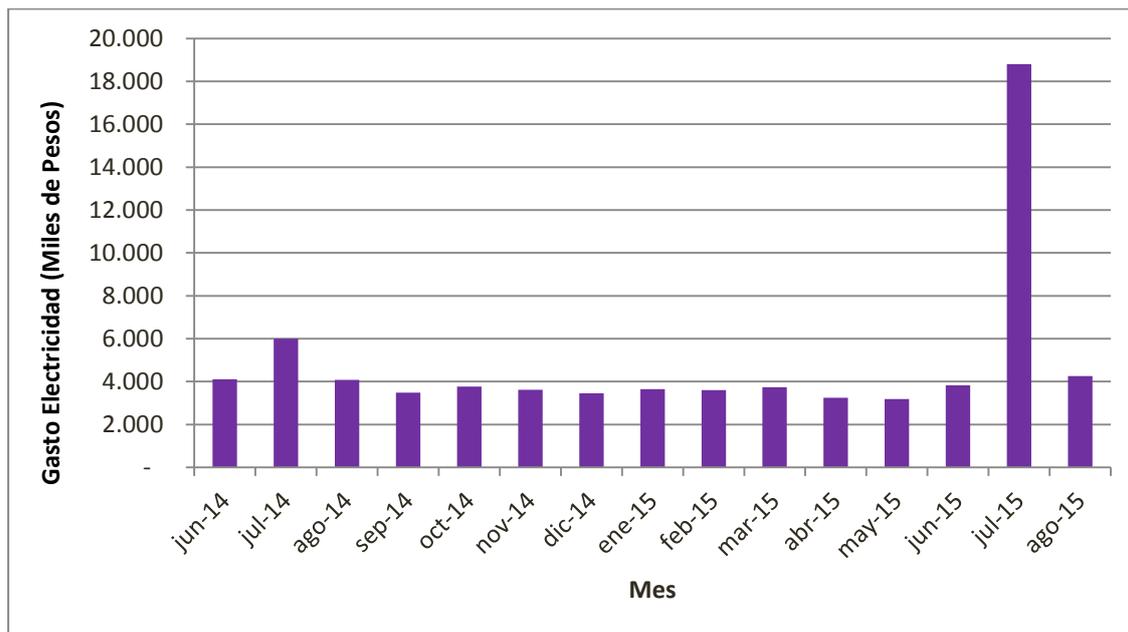
- Electricidad
- Leña
- Gas licuado
- Kerosene
- Petróleo

Además, se ha solicitado información sobre la iluminación interna del Edificio, equipamiento que consume energía, entre otros. Esta información aún no ha sido entregada por la Municipalidad, pero ya se encuentra gestionándola.

GRÁFICOS Y COMENTARIOS DE CONSUMO ELÉCTRICO

El perfil de consumo eléctrico del último año en el Municipalidad de Puerto Aysén se presenta en el siguiente gráfico:

Ilustración 10: Análisis de gastos de electricidad en Puerto Aysén.



Fuente: Elaboración propia.

El precio promedio anual del kWh aplicado a la Municipalidad de Puerto Aysén asciende a \$95 CLP kWh.

A la fecha del presente informe, aun no se ha encontrado en la Municipalidad la justificación del brusco aumento que tuvo el consumo de energía en el mes de Julio 2015.

GRÁFICO Y COMENTARIOS DE OTROS ENERGÉTICO

Esta información ha sido solicitada a la Municipalidad pero a la fecha no ha sido entregada en el detalle para poder ser incluida en este informe. Se continuará con las gestiones para su inclusión.

A priori se puede informar que tiene un consumo importante en leña y petróleo, pero se desconocen los montos.

ANÁLISIS RESULTADOS Y ENSAYOS

EVALUACIÓN TERMOGRÁFICA

En terreno se registró un total de 40 fotografías térmicas, las que fueron procesadas y analizadas por el consorcio. Se inspeccionaron muros y cielos de 4 recintos específicos: Oficina de SECLPLAC, Director de SECLPLAC, Jefe de Medioambiente e Informática, las que cumplieran con las condiciones previas mínimas para la realización del ensayo.

Además, se llevó a cabo termografías de las fachadas del edificio, debido a que al momento del ensayo las condiciones eran de cielo cubierto, y la radiación solar no afectaba mayormente a las temperaturas superficiales de las fachadas.

Análisis de fachadas

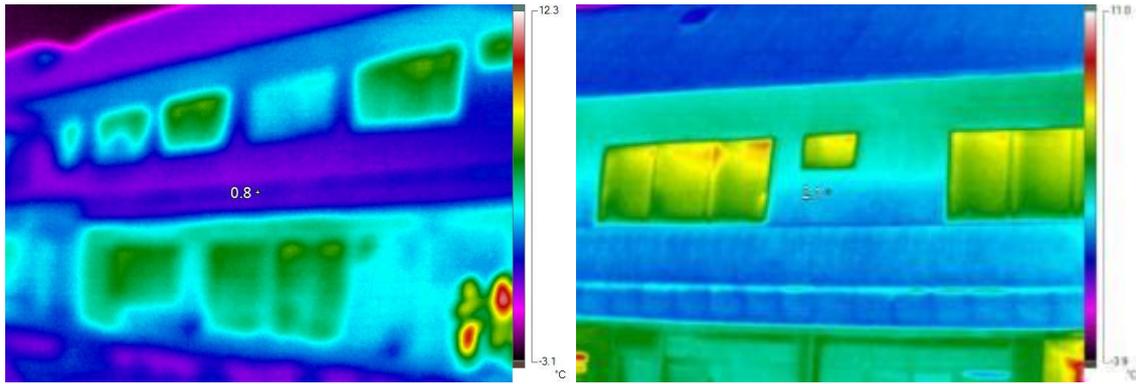


Imagen Termográfica N°11 y 12: Fachada principal del edificio. No se aprecian puentes térmicos relevantes, sin embargo, sí se puede destacar discontinuidades en los encuentros de ventana y muro, lo que indica deficiencias en los sellos de las ventanas.

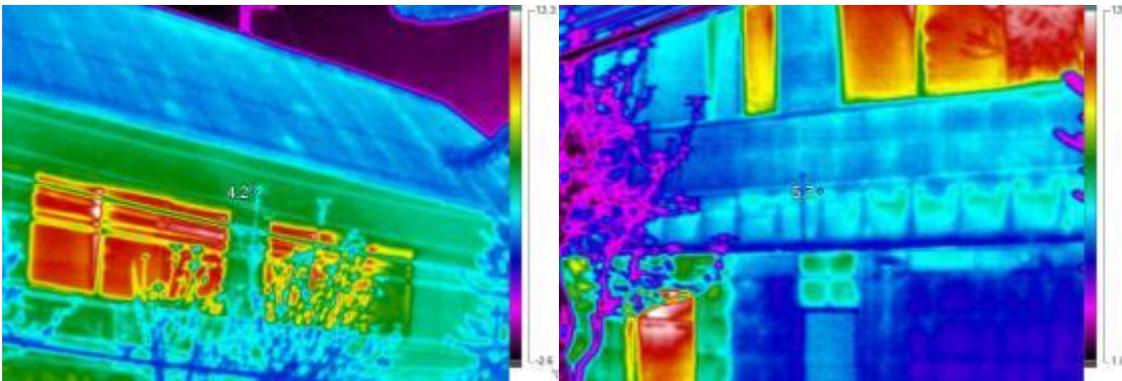


Imagen Termográfica N°13 y 14: Fachada lateral del edificio. Se observa que se producen menores temperaturas en la cubierta del edificio, por lo que las mayores pérdidas a través de elementos opacos ocurren a través de los muros de envolvente.

Análisis de cielo

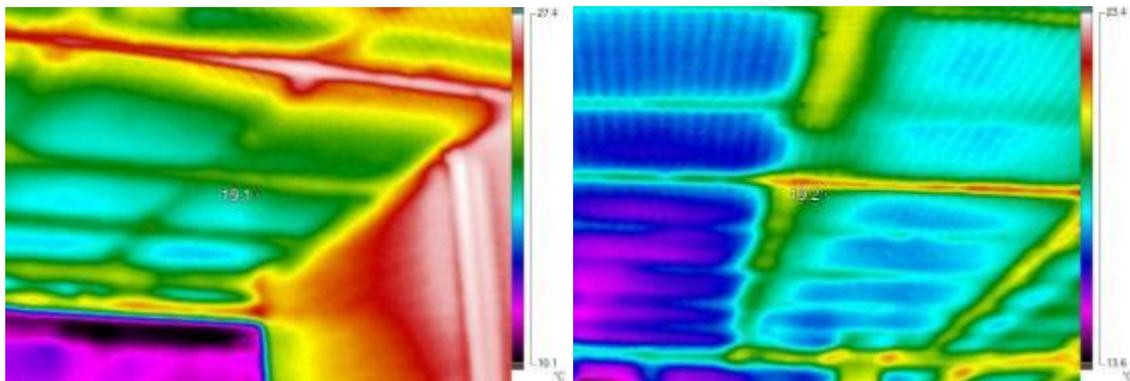


Imagen Termográfica N°15 y 16: Cielo Oficina SECPLAC. Se evidencia ausencia de aislación térmica en la solución de techumbre. Los puentes térmicos encontrados corresponden a un comportamiento común del

elemento, en donde no se presenta aislación térmica que permita disminuir las diferencias térmicas entre la estructura y la cubierta.

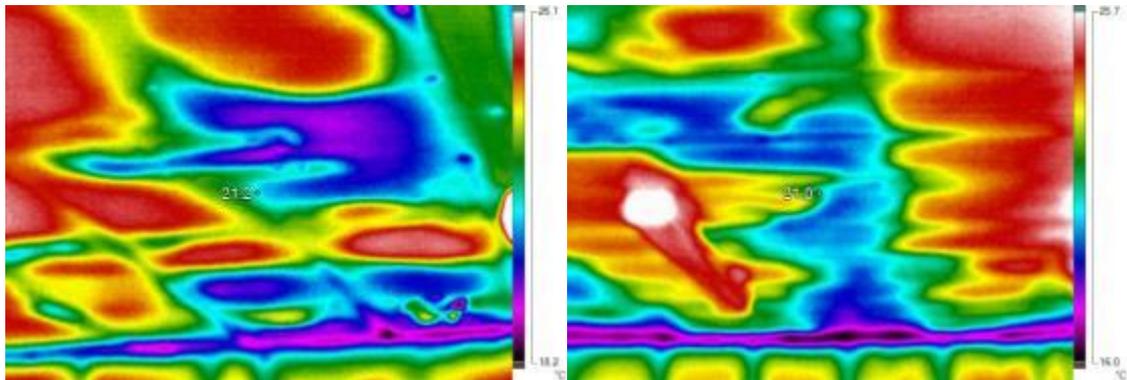


Imagen Termográfica N°15 y 16: Cielo Oficina SECLAC. Además de la ausencia de aislación, se puede ver una distribución discontinua de las temperaturas superficiales del cielo. Esto se produce particularmente debido a que cada lugar de trabajo en la oficina contaba con algún artefacto independiente de calefacción, lo que genera zonas puntuales de sobrecalentamiento en el cielo del recinto.

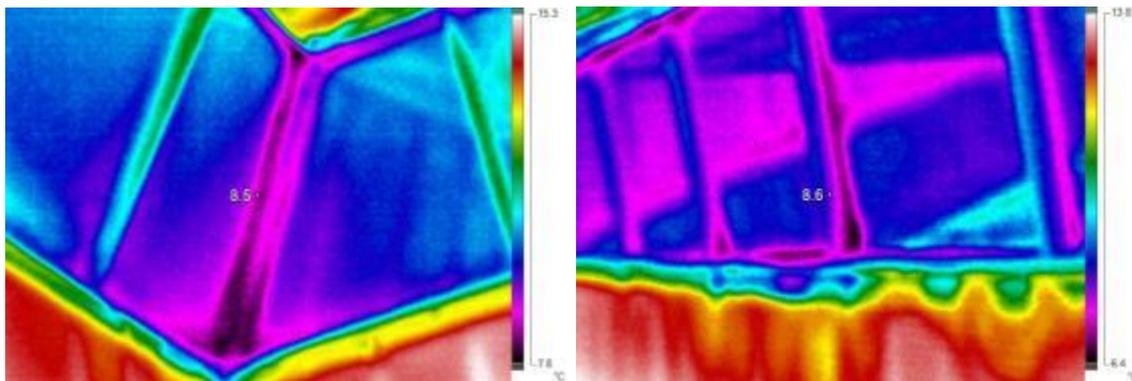


Imagen Termográfica N°17 y 18: Cielo en pasillos. En las ventanas superiores de los pasillos, se aprecian discontinuidades entre los encuentros, tanto entre los marcos y las hojas como los marcos y los muros, evidenciando puentes térmicos importantes. Como complemento, los pasillos del edificio no contaban con artefactos de climatización, y la temperatura del aire era la misma que la temperatura exterior.

Análisis de muros

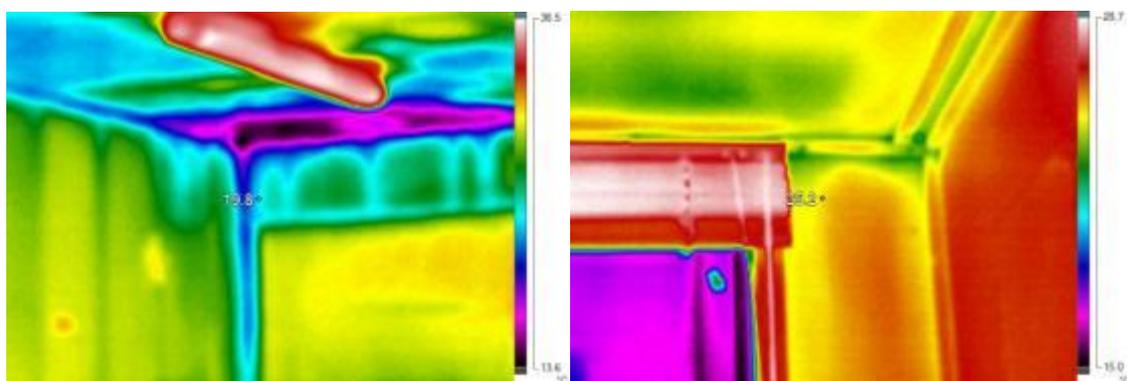


Imagen Termográfica N°19 y 20: Muro oficina SECPLAC. Se evidencian fugas en los encuentros muro-cielo producto de deficiencias en la terminación de estos encuentros.

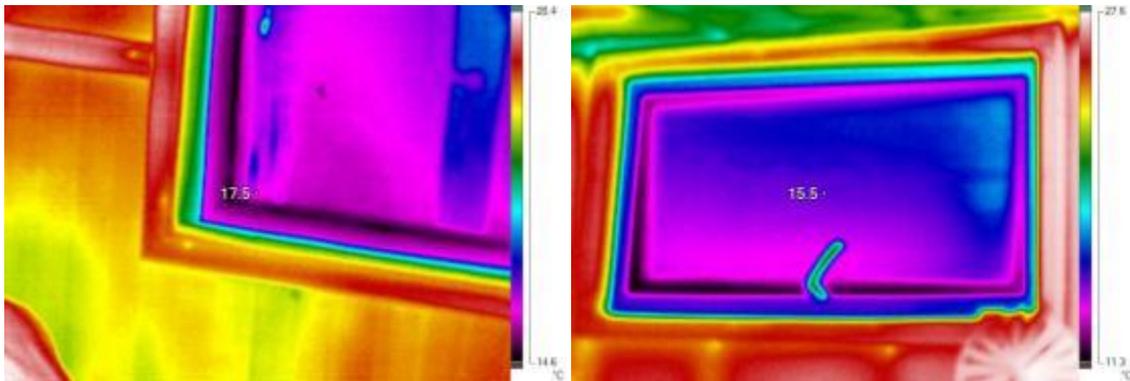


Imagen Termográfica N°21 y 22: Ventanas Informática. En ambas imágenes se aprecian discontinuidades en el comportamiento térmico de los encuentros entre las hojas y el marco. Al mismo tiempo, no se aprecian problemas en la unión de los marcos con el vano.

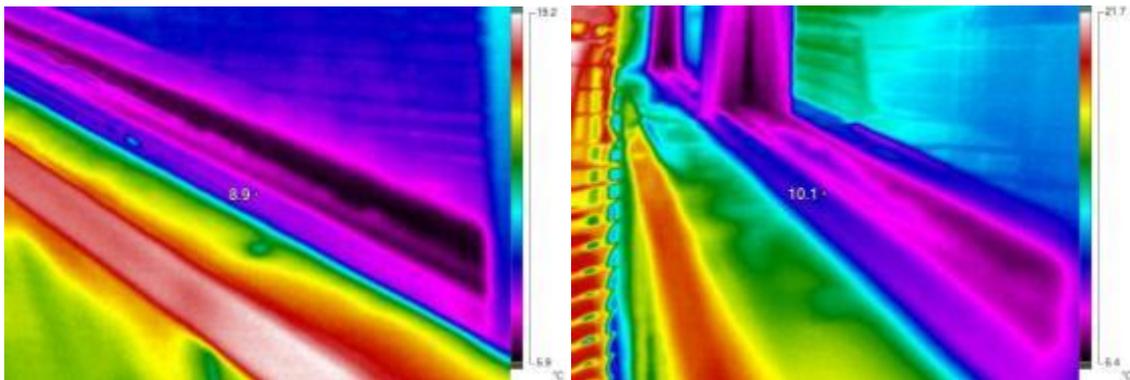


Imagen Termográfica N°21 y 22: Ventanas Jefe de Medioambiente y Director SECPLAC. En ambas imágenes se aprecian discontinuidades en el comportamiento térmico de los encuentros entre las hojas y el marco. Además, en la primera imagen se observa una fuga en la unión del marco con el vano, situación que se repite levemente en la imagen siguiente.

Las imágenes termográficas hablan de un comportamiento deficiente de la envolvente del edificio en lo que respecta a puentes térmicos. En general, los principales problemas ocurren en los encuentros de muro y cielo, a través de donde ocurren fugas importantes de aire. Y además, las ventanas presentan problemas graves en las uniones de las hojas con los marcos, y en menor medida de los marcos con el vano..

EVALUACIÓN DE HERMETICIDAD

En Puerto Aysén se evaluó un total de 4 recintos, los que abarcan una superficie de 116,2 m², correspondiente a un 14% de la superficie total del edificio municipal. A continuación se muestran imágenes del equipo montado en la puerta principal de cada recinto:

Ilustración 114: Ensayo de Blower Door en Oficina SECPLAC.



Fuente: Propia.

Ilustración 12: Ensayo de Blower Door en Oficina Director SECPLAC.



Fuente: Propia.

Ilustración 5: Ensayo de Blower Door en Oficina Jefe Medioambiente



Fuente: Propia.

Ilustración 146: Ensayo de Blower Door en Oficina SECPLAC



Fuente: Propia.

Los resultados para los recintos evaluados en la Municipalidad de Isla de Pascua son los siguientes:

Tabla 4: Resultados hermeticidad Isla de Pascua

| Recinto evaluado | n50 | n04 | ELA (m2) | Área planta (m2) | Área envolvente (m2) | Volumen (m3) |
|-----------------------|------|------|----------|------------------|----------------------|--------------|
| SECPLAC | 33.7 | 7.6 | 1419.8 | 70.4 | 115.5 | 173.8 |
| Jefe de Medioambiente | 67.9 | 15.3 | 444.6 | 11.1 | 31.7 | 27 |
| Director SECPLAC | 41.0 | 9.9 | 352.5 | 13.3 | 35.3 | 32.9 |
| Informática | 49.2 | 12.5 | 539.4 | 21.4 | 51.8 | 39.9 |

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al Manual de Hermeticidad al Aire en Edificaciones, Aysén presenta un valor teórico de n50 correspondiente a 13,7 renovaciones de aire por hora, y además, se indica un valor límite propuesto para sus edificaciones de n50 = 4 renovaciones de aire por hora.

De acuerdo a los resultados obtenidos el valor n50 está muy por sobre lo indicado en el Manual, tanto para el valor teórico como para el propuesto, lo que deriva finalmente en un uso ineficiente de los artefactos de clima. Debido a que las renovaciones de aire se producen con alta frecuencia, es necesario generar mayores consumos para abarcar la demanda energética y mantener las condiciones internas en los rangos de confort. Al mismo tiempo, al existir estas fugas de aire, el calor generado se pierde rápidamente a través de las infiltraciones de aire involuntarias, por lo que es necesario aumentar la potencia de los artefactos para contrarrestar estas pérdidas.

Prueba de Humo

La prueba de hermeticidad con humo sólo pudo ser ejecutado en el edificio municipal de Aysén, en donde se habilitó la Oficina del Jefe de Medioambiente para ser ensayada.

Ilustración 15: Prueba de Humo, imagen 1



Fuente: Propia.

Se aprecia el humo saliendo desde la estructura de techumbre del edificio y levemente a través de la zona de entrepiso.

Ilustración 7: Prueba de Humo, imagen 2



Fuente: Propia.

Se observa el humo saliendo desde los encuentros entre la ventana con muros y cielo. La intensidad es alta, por lo que se evidencia una baja hermeticidad del recinto.

Ilustración 17: Prueba de Humo, imagen 3.



Fuente: Propia.

Al igual que en el caso anterior, se observa un punto de fuga evidente a través de las ventanas, esta vez corresponde a la esquina superior del vano.

Ilustración 8: Prueba de Humo, imagen 4



Fuente: Propia.

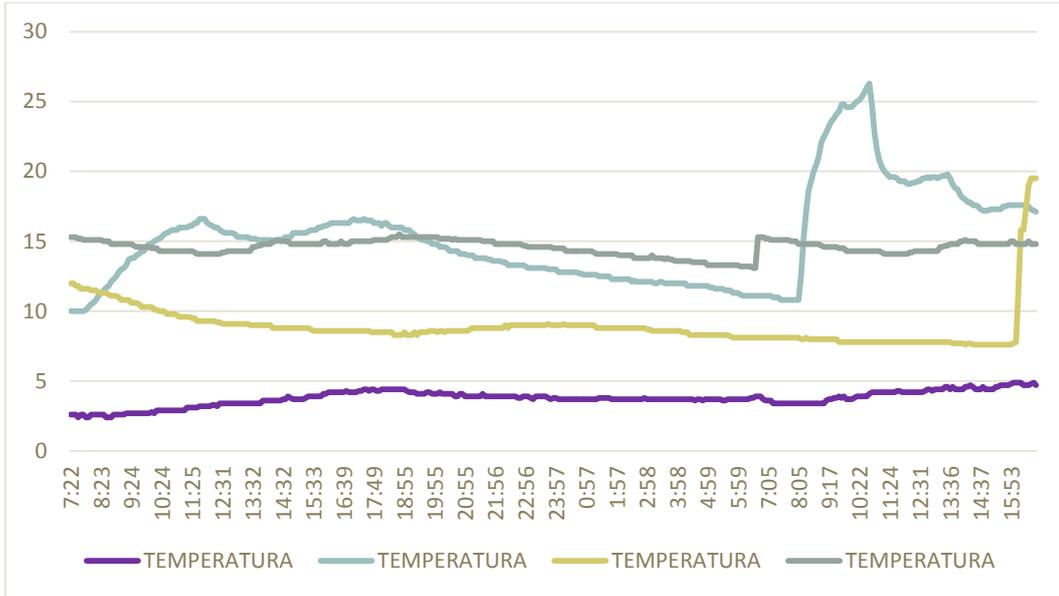
Al igual que en la primera imagen de la prueba de humo, se observa la gran pérdida de aire a través del encuentro entre el muro y el cielo, junto con la estructura de techumbre.

En general la prueba de humo constituye una medición cualitativa respecto al nivel de hermeticidad del recinto evaluado. Para este caso, ya se conocía el nivel de infiltraciones de aire previo a ejecutar esta prueba, el cual es muy elevado para un recinto habitable. Ahora bien, gracias a esta prueba es posible identificar exactamente las zonas de fuga.

REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Se registró temperatura y humedad en 4 puntos: exterior, oficina Jefe de Medioambiente, Salón de reuniones (tercer piso) y oficina de Informática. El tiempo de registro fue de 1 día y 11 horas. Los resultados se muestran a continuación:

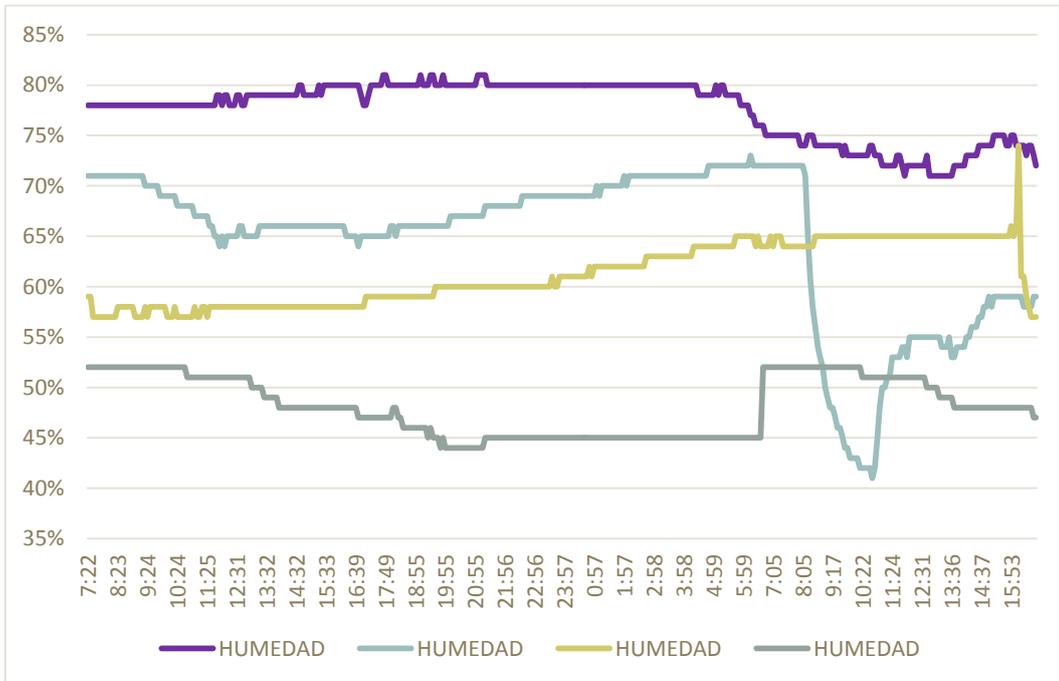
Ilustración 19: Curvas de temperatura



Fuente: Elaboración propia.

Las curvas de temperatura siguen un comportamiento similar al del exterior, con variaciones puntuales y con condiciones térmicas mayores. El edificio cuenta con un acceso abierto, existe actualmente una mampara, que por razones de tránsito, se mantiene abierta. Esto afecta directamente las temperaturas de los recintos comunes del edificio, siendo prácticamente la misma sensación térmica que en el exterior.

Ilustración 20: Curvas de temperatura



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la humedad relativa, en el exterior se observa un alto porcentaje, al igual que el tercer piso en la sala de reuniones. Esta última está ubicada bajo la estructura de techumbre, donde no existe aislación, y además, se percibe notoriamente el flujo de aire desde el exterior. Finalmente, la oficina de informática, donde se están instalados los servidores para la red de internet del edificio, es la que tiene un menor porcentaje de humedad relativa.

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y EN LA MUNICIPALIDAD CONSIDERANDO LAS DIFERENTES INSTALACIONES Y SISTEMAS.

OPORTUNIDADES DE EE

RESIDENCIAL

En la XI Región de Aysén, el clima se caracteriza por las lluvias constantes, la humedad y, sobre todo, las bajas temperaturas.

Dadas las tipologías predominantes levantadas en la encuesta aplicada en el contexto de este proyecto predominan las viviendas de un piso y de tipología de adosamiento aislada, lo cual refleja una superficie de envolvente expuesta al exterior de grandes dimensiones y por lo tanto significa un gasto mayor de energía para calefaccionar dichos recintos.

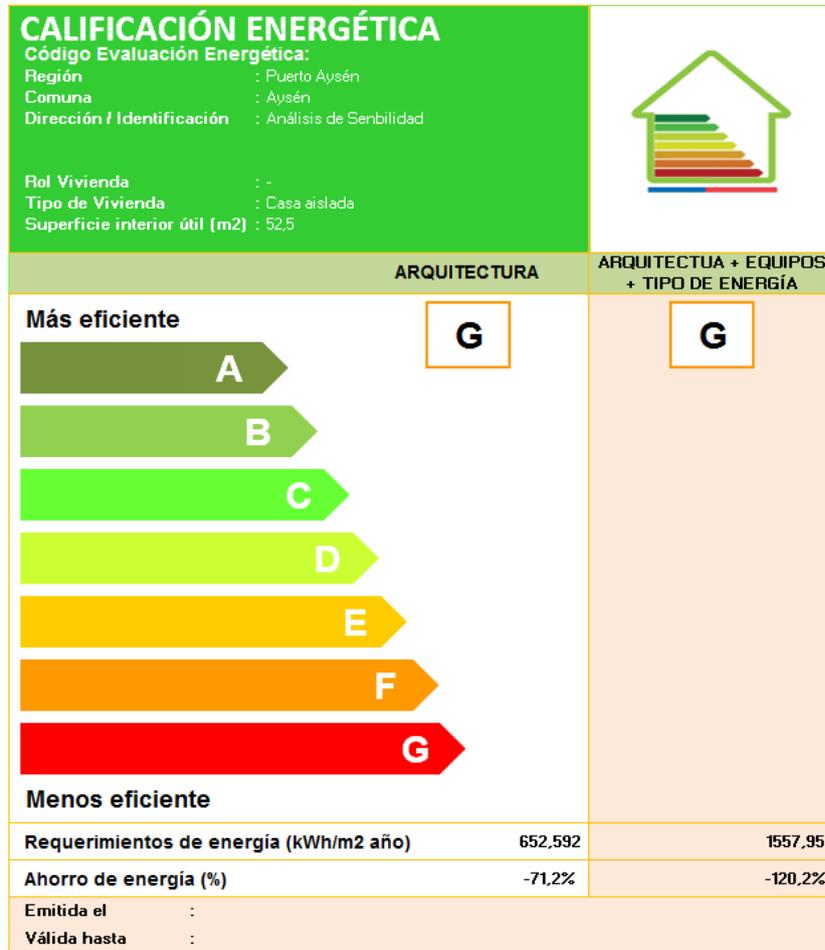
Por otra parte los encuestados manifestaron que los muros perimetrales de sus viviendas mayoritariamente no poseen aislamiento térmico, incrementando el problema descrito previamente.

Finalmente, la tipología de ventanas refleja un uso masivo de marco de aluminio, material que tiene alta transferencia de calor por su alta conductividad térmica.

Dado el escenario descrito de las tipologías constructivas de viviendas de la comuna de Aysén, se proponen las siguientes medidas para aumentar su eficiencia energética.

Incorporar aislamiento térmico en la techumbre hasta alcanzar una transmitancia térmica $U= 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ (en la zona 7 a la cual pertenece Aysén, la OGUC estable como requisito una transmitancia térmica de $U= 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$). Con esta solución se disminuye el consumo en un 24%, sin embargo, aún se mantiene la Calificación G.

Ilustración 21: Calificación energética en el Sector residencial de Aysén

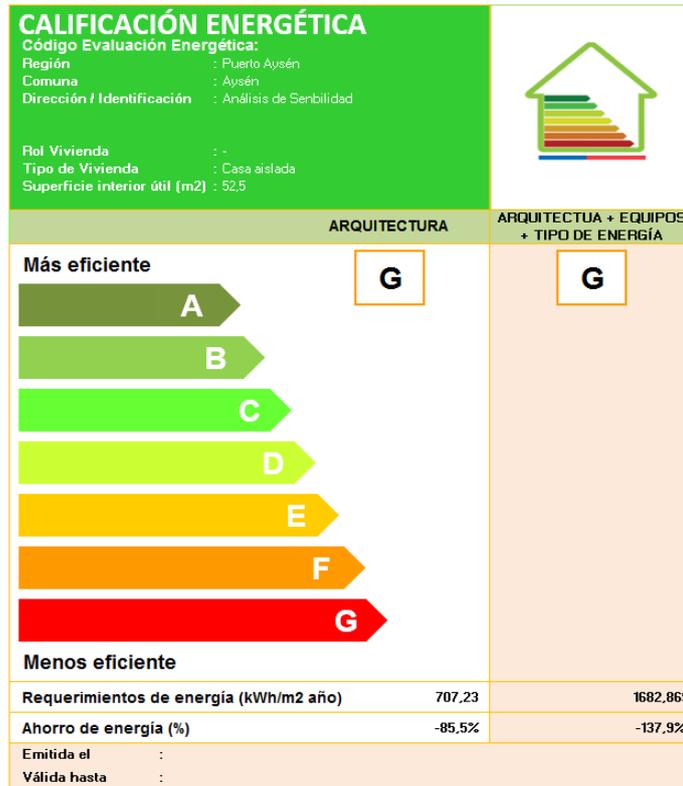


Fuente: Elaboración propia.

Se propone este estándar mayor al de la Reglamentación Térmica para lograr una disminución efectiva del consumo de energía, y no solo elevar el estándar térmico de la vivienda.

Para lograr una transmitancia térmica de $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ se debe incorporar un aislante térmico de 200 mm aproximadamente según la solución constructiva existente y el tipo de aislante térmico incorporado. Incorporar aislamiento térmico en muros hasta alcanzar una transmitancia térmica $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ (en la zona 7 a la cual pertenece Aysén, la OGUC estable como requisito una transmitancia térmica de $U = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$). Con esta solución se disminuye el consumo en un 17%, sin embargo, aún se mantiene la Calificación G.

Ilustración 22: Calificación energética en el Sector residencial de Aysén

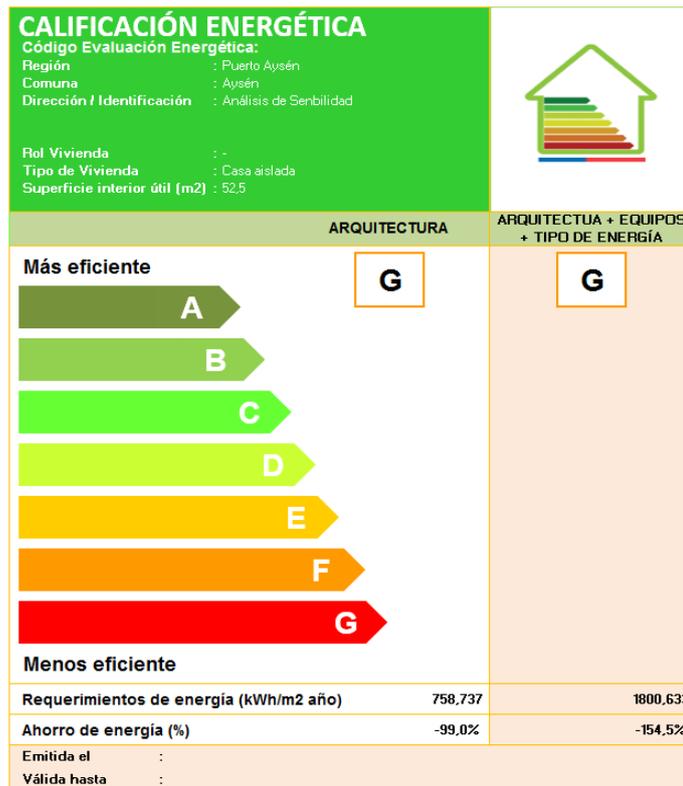


Fuente: Elaboración propia.

Bajo el mismo criterio descrito previamente se propone alcanzar un estándar mayor al de la OGUC, incorporando un aislante térmico de 80 mm aproximadamente según la solución constructiva existente y el tipo de aislante térmico incorporado.

Reemplazar algunas ventanas, considerando que es un ítem de mayor costo, se propone el reemplazo de algunas ventanas de los recintos principales de la vivienda (recintos calefaccionados) por ventanas de Doble Vidriado Hermético con marco de PVC. Con esta solución se disminuye el consumo en un 11%, sin embargo, aún se mantiene la Calificación G.

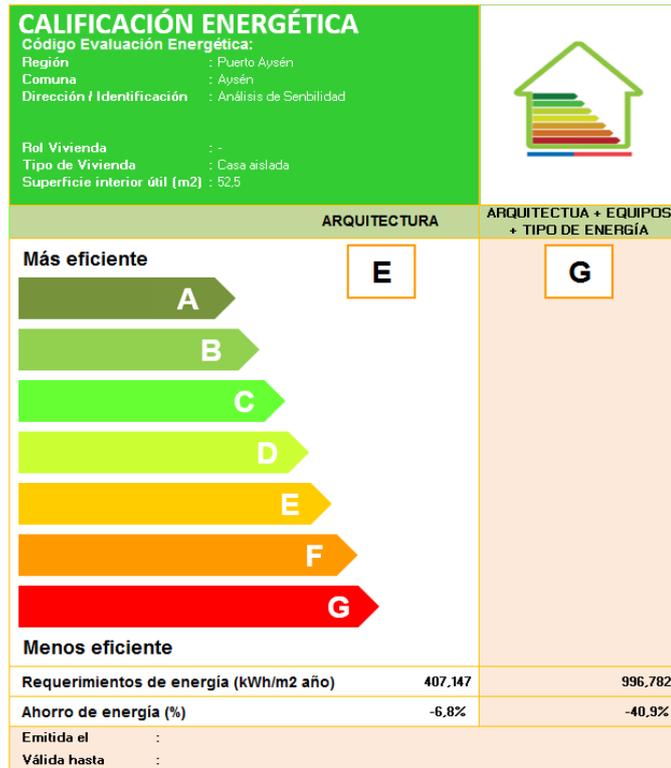
Ilustración 23: Calificación energética en el Sector residencial de Aysén



Fuente: Elaboración propia.

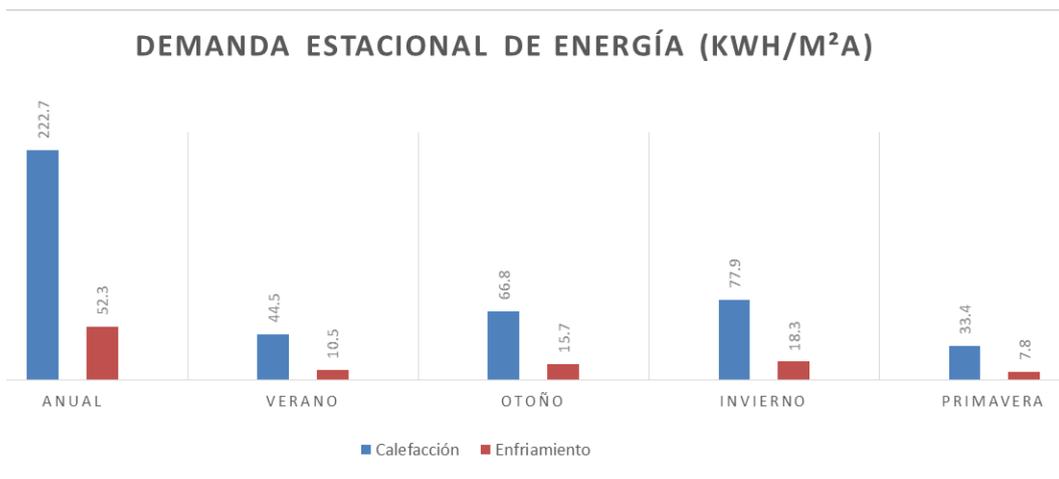
De manera alternativa, se evalúa las tres opciones en conjunto, lo que genera un ahorro en los requerimientos energéticos de un 52%, con una Calificación E.

Ilustración 24: Calificación energética en el Sector residencial de Aysén



Fuente: Elaboración propia.

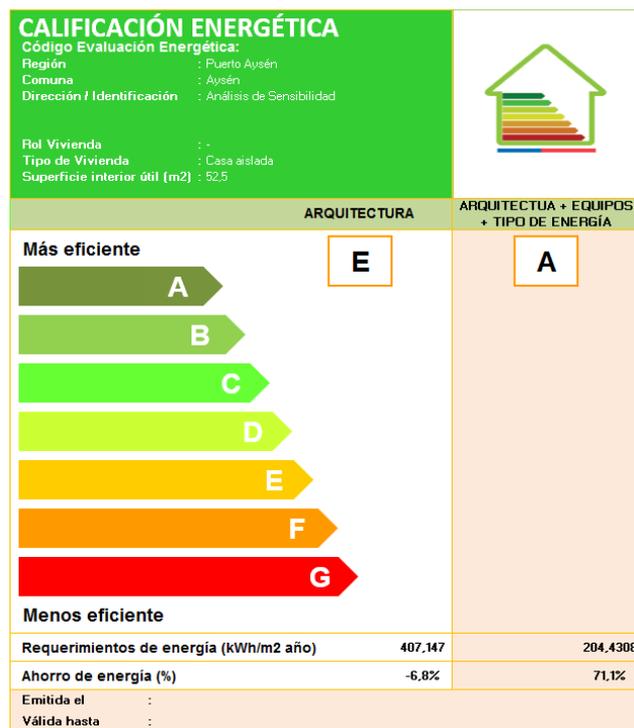
Se propone además, disminuir las renovaciones de aire por hora en las viviendas, mejorando la hermeticidad de la envolvente hasta alcanzar el valor propuesto en el Manual de Hermeticidad al Aire en Edificaciones, correspondiente a 4 renovaciones de aire por hora. Este análisis no aplica para la Calificación energética, puesto que en este sistema no se considera las infiltraciones de aire como un factor de análisis. Para cuantificarlo, se utiliza la herramienta de simulación Tas, lo que reduce la demanda de climatización en un 49%, llegando a un valor de 275kWh/m²a.



Finalmente, se propone considerar la posibilidad de recambio de calefactores exclusivamente si se han aplicado las medidas anteriores, ya que se podrá aumentar la eficiencia del sistema de calefacción pero con un requerimiento menor de consumo, en caso contrario pierde utilidad esta medida, ya que la necesidad de consumo es mayor. Las mejoras para este caso dependerán del equipo utilizado, lo que se ejemplifica a continuación:

Con Bomba de calor, se alcanza un ahorro del 79%, con una Calificación A.

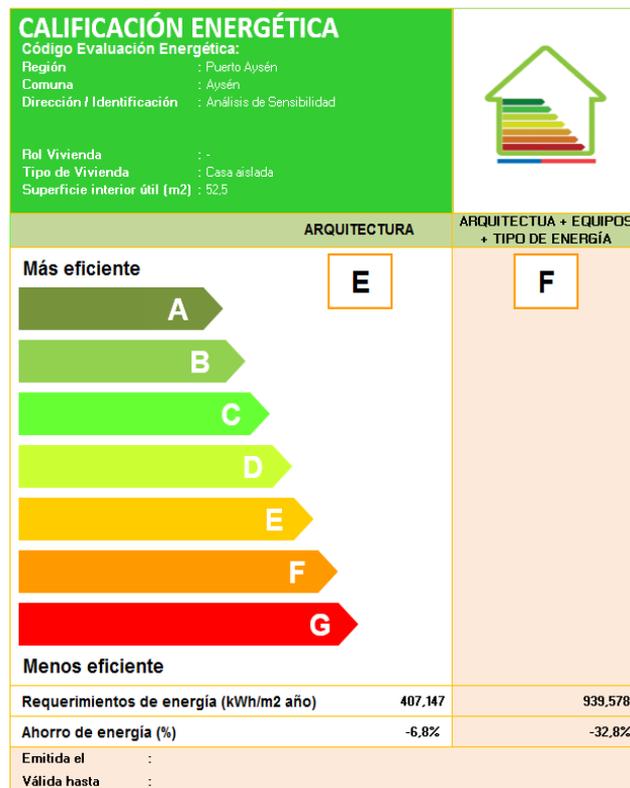
Ilustración 25: Calificación energética en el Sector residencial de Aysén



Fuente: Elaboración propia.

Con colector solar de 3,5 m2, se alcanza un ahorro del 6%, con una Calificación F.

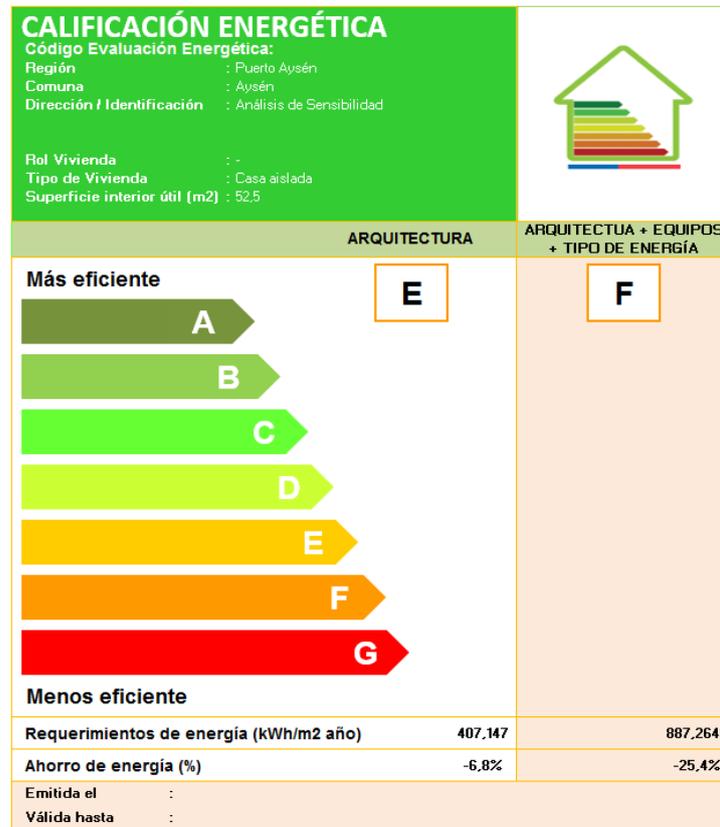
Ilustración 26: Calificación energética en el Sector residencial de Aysén



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con un equipo de calefacción con rendimiento mejorado (rendimiento total del sistema igual a 0,54, el actual es 0,47), se alcanza un ahorro del 11%, con una Calificación F.

Ilustración 27: Calificación energética en el Sector residencial de Aysén



Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN LEVANTADA DE LOS USOS ENERGÉTICOS EN SECTOR RESIDENCIAL Y PÚBLICO.

COMENTARIOS GENERALES

Los usos energéticos en ambas zonas son los usos normales en cualquier vivienda o edificación pública, solamente difieren en el tipo de consumo o energético según la disponibilidad los suministro de los energéticos o las condiciones climatológicas del sector.

El análisis que sí debemos tener en consideración corresponde a los costos que pagan en las distintas zonas. Ya que en Puerto Aysén el costo por kWh es aproximadamente un 25% sobre el valor de la Región Metropolitana; y en Isla de Pascua llegan a pagar casi 2,5 a 3 veces el valor de la Región Metropolitana.

Es por esto que se hará un análisis tarifario de la electricidad en estas zonas.

ANÁLISIS TARIFARIO

Las zonas analizadas poseen condiciones geográficas, modelos de operación, y condiciones socio políticas, que han hecho que sean ejemplos de la diversidad

Puerto Aysén corresponde a un sistema mediano regulado y tarifado por la CNE. Los precios de electricidad contemplan los costos medios de operación del sistema, operado por Edelaysen. El valor del kWh es de \$161 CLP.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LOS USOS ENERGÉTICOS Y DE LAS OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DETECTADAS EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y EN LAS MUNICIPALIDADES

COMENTARIOS GENERALES

Las zonas que se pudieron levantar tienen realidades completamente opuestas. Dos corresponden a islas con clima templado, y la otra es una zona fría lluviosa, por lo tanto los comportamientos de consumo son diametralmente opuestos, por un lado tenemos Puerto Aysén, zona donde el principal gasto de energía residencial se produce por el consumo de leña, la cual normalmente no está seca ni certificada y por lo tanto la contaminación ambiental es un tema importante tal como se aprecia en la siguiente imagen.

Ilustración 28: Calificación energética en el Sector residencial de Aysén



Fuente: Elaboración propia.

Para disminuir este consumo tenemos 2 agentes principales, el primero es cambiar las condiciones de requerimientos de calefacción, para lo cual el aislamiento térmico es preponderante y lo segundo es cambios en tecnologías.

Por otro lado tenemos a Isla de Pascua, lugar donde no se requiere calefacción, si bien en verano la humedad y temperatura son altas, existe también un viento constante que permite con el solo hecho de abrir las ventanas, generar una disminución importante en la sensación térmica. Por lo tanto los consumos energéticos son principalmente, Agua caliente sanitaria, cocina, iluminación y refrigeración.

Esto sumado a que existe una tarifa en la isla que incita a consumir menos y a la conciencia que tiene la población en el consumo y escases de los recursos por ser una isla, generan que en general la población esté con un ansia importante de acceder a ERNC.

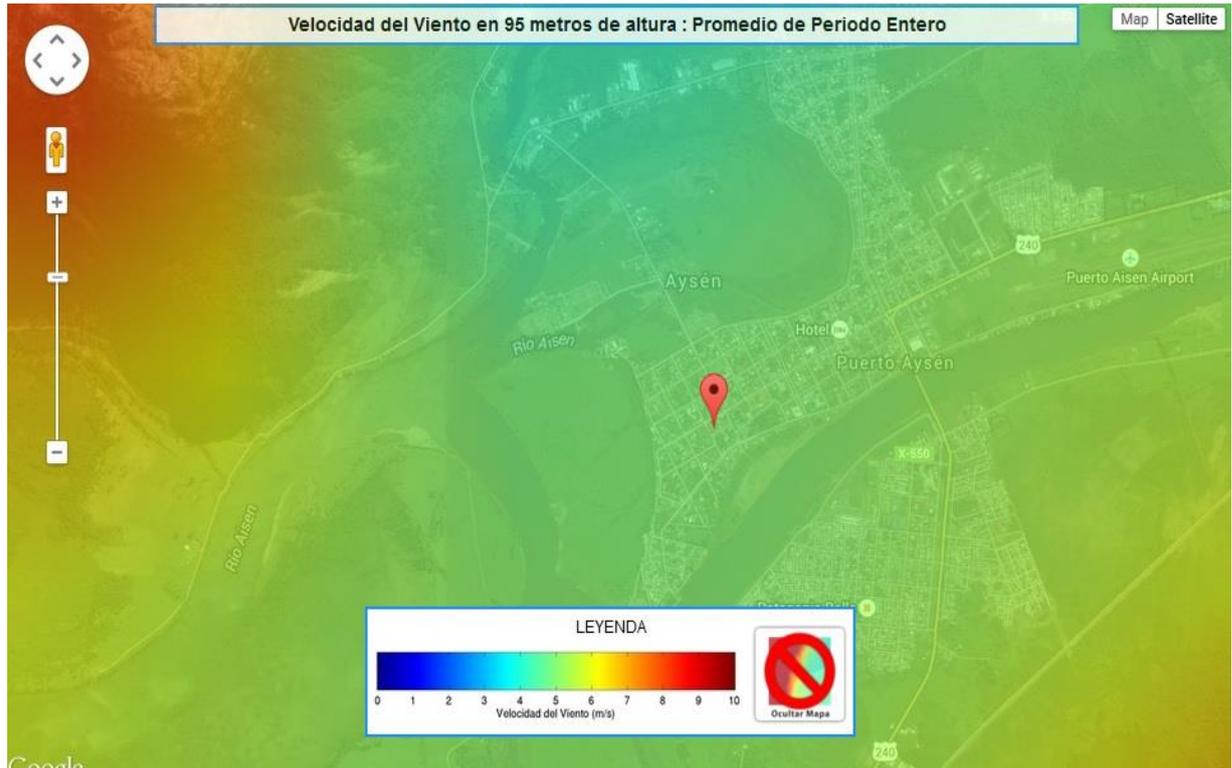
La tercera zona corresponde a Juan Fernández, lugar donde en invierno sí se requiere de uso de calefacción en menor escala y que también presenta un uso principal de energía en Agua caliente sanitaria, cocina y en tercer nivel, la calefacción. En esta Isla, también se presenta una conciencia importante en el

uso de las ERNC y por lo tanto cualquier implementación en esta área será sumamente bienvenida por la comunidad.

OPORTUNIDADES DE ERNC

RECURSO EÓLICO

Ilustración 29: Velocidad del viento 95 m de altura

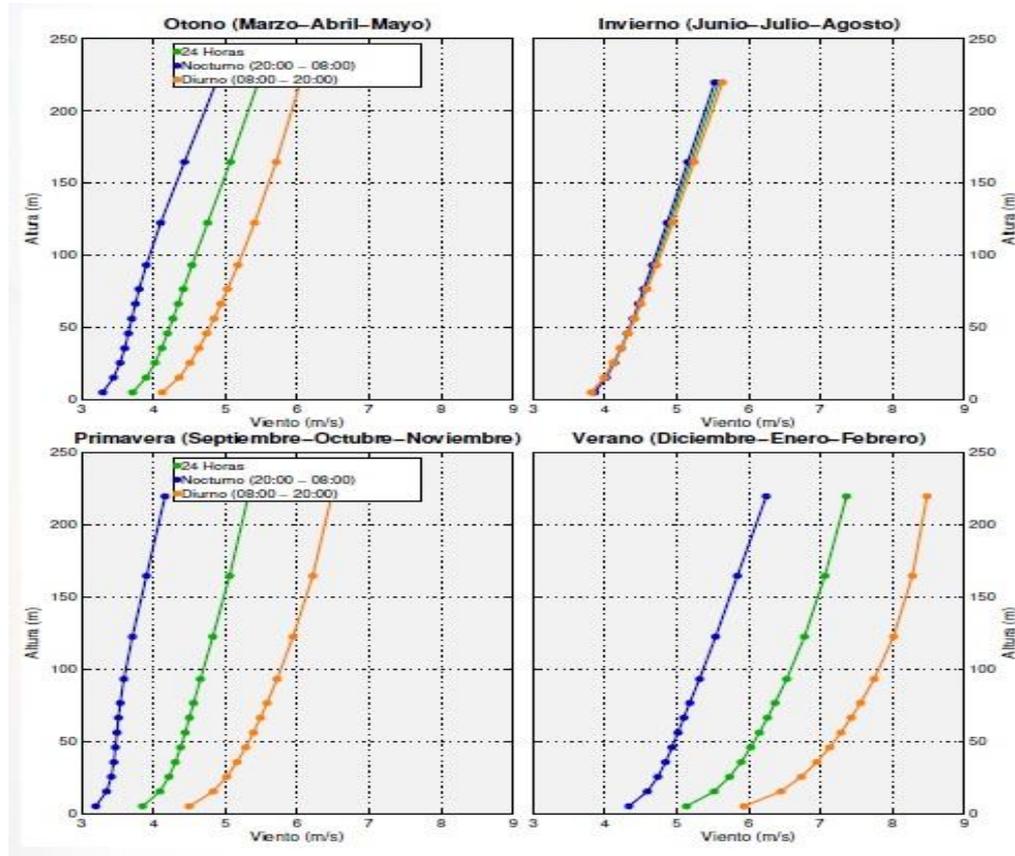


Fuente: (Universidad de Chile. Depto. Geofísica, 2012)

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecian velocidades del viento promedio en torno a los 5 m/s sobre la ciudad de Puerto Aysén a los 95 metros de altura.

El perfil en altura del recurso eólico en Puerto Aysén según el modelo desarrollado en (Universidad de Chile. Depto. Geofísica, 2012), presenta la siguiente forma:

Ilustración 30. La línea verde representa el promedio de todas las horas del día. La línea azul es el promedio durante la noche, que se considera desde las 20 horas hasta las 8 horas. El perfil naranja corresponde al perfil diurno, y éste considera desde las 8 horas hasta las 20 horas.



Fuente: (Universidad de Chile. Depto. Geofísica, 2012)

Una rápida mirada a los gráficos en la Ilustración permite ver que la velocidad del viento a alturas de aproximadamente 15 metros de altura rondan los 4 m/s y menos en todas las estaciones menos el verano, lo que permite definir que aplicaciones a escala residencial con aerogeneradores presentarían muy bajos factores de planta. Si se analizan alturas mayores, por ejemplo solo a los 50 metros de altura se alcanzan los 6 m/s y solo durante el verano. Para el resto de las estaciones (invierno, primavera, y otoño), la velocidad de 6 m/s se alcanzaría solo a una altura de 200 metros.

Por lo tanto se puede concluir que el potencial eólico presente en la zona de estudio según el Explorador de Energía Eólica del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile es muy bajo, ya sea a gran escala y sobre todo a escala residencial donde se utilizan aerogeneradores de alturas menores (15 metros de altura máximo).

RECURSO SOLAR

El recurso solar en Puerto Aysén presenta los siguientes niveles:

Ilustración 31. Irradiación global mensual y anual en diferentes inclinaciones (kWh/m²)

| Az | INCL | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|--------------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 180 al Norte | 35 | 143,1 | 120,4 | 105,6 | 75,5 | 53,0 | 49,6 | 45,4 | 71,6 | 101,0 | 128,1 | 133,1 | 151,7 | 1178,1 |
| | 45 | 134,3 | 115,1 | 103,9 | 76,7 | 55,3 | 52,8 | 47,6 | 73,7 | 100,8 | 123,7 | 125,4 | 141,4 | 1150,8 |
| | 55 | 123,0 | 107,7 | 100,2 | 76,3 | 56,3 | 54,8 | 48,8 | 74,1 | 98,5 | 117,0 | 115,4 | 128,6 | 1100,7 |
| | 65 | 110,0 | 98,4 | 94,5 | 74,2 | 56,1 | 55,5 | 48,8 | 72,9 | 94,1 | 108,1 | 103,6 | 114,7 | 1030,9 |
| | 90 | 81,9 | 74,7 | 76,6 | 64,6 | 51,3 | 52,3 | 45,0 | 64,9 | 78,7 | 83,3 | 77,9 | 84,9 | 836,0 |
| Az | INCL | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| 180 al Norte | 35 | 143,1 | 120,4 | 105,6 | 75,5 | 53,0 | 49,6 | 45,4 | 71,6 | 101,0 | 128,1 | 133,1 | 151,7 | 1178,1 |
| | 45 | 134,3 | 115,1 | 103,9 | 76,7 | 55,3 | 52,8 | 47,6 | 73,7 | 100,8 | 123,7 | 125,4 | 141,4 | 1150,8 |
| | 55 | 123,0 | 107,7 | 100,2 | 76,3 | 56,3 | 54,8 | 48,8 | 74,1 | 98,5 | 117,0 | 115,4 | 128,6 | 1100,7 |
| | 65 | 110,0 | 98,4 | 94,5 | 74,2 | 56,1 | 55,5 | 48,8 | 72,9 | 94,1 | 108,1 | 103,6 | 114,7 | 1030,9 |
| | 90 | 81,9 | 74,7 | 76,6 | 64,6 | 51,3 | 52,3 | 45,0 | 64,9 | 78,7 | 83,3 | 77,9 | 84,9 | 836,0 |

Fuente:(CNE/PNUD/UTFSM, 2008)

Desde el punto de vista de un potencial proyecto de ERNC en Puerto Aysén, la inclinación a considerarse, ya sea para un proyecto solar térmico para agua caliente sanitaria (ACS) o un proyecto de electrificación con un generador solar fotovoltaico (FV), es aquella que se acerque a la latitud de la zona, que para este caso corresponde a 45,4 grados sur.

RECURSO BIOMASA

Según el Explorador de Bioenergía Forestal (CONAF-UACH-Ministerio de Energía, 2013), la superficie de bosque nativo aprovechable en la comuna con fines energéticos es la siguiente:

Tabla 5: Resumen Explorador Bioenergía Forestal, comuna de Aysén

| | |
|--|--------------------|
| Superficie Bosque Nativo Total Comunal | 1.532.996 ha |
| Superficie Bosque Nativo Potencial Aprovechable | 667.256 ha |
| Porcentaje Superficie Aprovechable (sobre el total regional) | 43,5 % |
| Principal Tipo Forestal en la Superficie Manejable | Siempreverde |
| Principal Especie del Tipo Forestal (Nombre Común) | Coigüe de Chiloé |
| Porcentaje Principal Tipo Forestal (Sobre la Superficie Manejable) | 62,4 % |
| Estructura del Principal Tipo Forestal | Bosque adulto |
| Biomasa Aprovechable Anual | 1.960.300 TS/año |
| Potencia de Energía Eléctrica Instalable | 235,90 MWe |
| Potencial de Generación Total (MWh / año) | 5.511.227 |
| Potencial de Generación Eléctrica | 1.653.368 MWhe/año |
| Potencial de Energía Térmica Instalable (MWh th/año) | 3.857.859 |

Fuente: (CONAF-UACH-Ministerio de Energía, 2013)

RECURSO HÍDRICO

En la Región de Aysén existe un gran potencial hidroeléctrico, el que ronda alrededor de los 6.000 MW.

El Ministerio de Energía se encuentra realizando el Estudio de Potencial de Cuencas, que en su segunda etapa contempla la Región de Aysén.

Dentro de la comuna de Aysén, se encuentra el río Cuervo, donde existe el proyecto Central Río Cuervo que proyecta una potencia instalada de 640 MW (Energía Austral, 2010).

La principal hoya hidrográfica dentro de la comuna es la del río Aysén. Cuenta con una superficie de 11.674 km², de los cuales 97% se ubica en territorio chileno. Tiene un régimen de alimentación mixto: se forma de la afluencia de los ríos Mañihuales, que desagua la porción norte, y Simpson, que drena la porción sur. Su desembocadura se produce en el fiordo Aysén después de recorrer 170 kilómetros. El caudal medio es de 628 m³/segundos, en su hoya hidrográfica se localizan más de trece lagos de inigualable belleza natural y también es navegable en su curso inferior (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2015).

IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE INDICADORES ENERGÉTICOS (IDE) PARA INSTALACIONES O SISTEMAS RELEVANTES Y PROPUESTA PARA SU SEGUIMIENTO (SÓLO PARA EL CASO DE LAS MUNICIPALIDADES).

DEFINICIÓN DE INDICADORES, DESCRIPCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y CÁLCULOS PRELIMINARES.

Los índices de mayor relevancia y que nos dan una idea de la intensidad de energía consumida y la potencia demandada en instalaciones como edificios administrativos son:

Potencia instalada dividida por unidad de superficie edificada [kW/m²]: este índice es útil cuando se necesita conocer acerca de las tecnologías utilizadas en los recintos. Se utilizará este indicador para determinar la mejora en el tiempo en el estándar tecnológico de los edificios consistoriales.

La energía total anual consumida dividida por la unidad de superficie edificada [kWh/m²-año]: Este indicador se ve afectado tanto con las medidas tecnológicas, al igual que el indicador anterior, como con la forma en que estas se utilizan

El seguimiento de los Indicadores de desempeño energético antes mencionados permitirá conocer sobre el impacto tanto de medidas de inversión en tecnología eficiente como en medidas administrativas y de gestión de la energía.

Nota: Cabe hacer notar que no se recomienda realizar el seguimiento del desempeño energético a través de indicadores relacionados con el nivel de ocupación de los recintos, lo anterior debido a que este no será de fácil obtención ya que no se controla la ocupación de los edificios consistoriales.

En primera instancia se levantó la línea base en función de información a entregada por cada municipio.

La cantidad de energía por cada fuente deberá ser identificada en la misma unidad de energía, para efectos comparables será utilizada la unidad kWh (eléctricos). De esta forma cada una de las cantidades físicas de energía deberá ser transformada a su equivalente en kWh.

Tabla 6: Resumen Explorador Bioenergía Forestal, comuna de Aysén

| Fuente de energía | Unidad | Factores de conversión | |
|-------------------------------|--------|------------------------|---------|
| Electricidad | kWh | 1 | kWh/kWh |
| Gas Natural | m3 | 10,85 | kWh/m3 |
| Gas Licuado de Petróleo (GLP) | kg | 14,05 | kWh/kg |
| Gasolina | lts | 9,51 | kWh/l |
| Diésel | lts | 10,65 | kWh/l |
| Petróleo (5 o 6) | lts | 11,43 | kWh/l |
| Kerosene/Parafina | lts | 10,46 | kWh/l |
| Carbón | kg | 8,14 | kWh/kg |

Fuente: Elaboración propia.

En base a la información recibida, se puede señalar el siguiente perfil de consumo energético (no se pudo definir el consumo eléctrico, debido a que las cuentas no especifican las dependencias a donde se está midiendo el consumo, por lo tanto los números se distorsionan).

| | Mar-14 | Abr-14 | May-14 | Jun-14 | Jul-14 | Ago-14 | Sept-14 | Oct-14 | Nov-14 | Dic-14 | Ene-15 | Feb-15 | TOTAL |
|------------------|----------------|----------|----------|--------------|----------|---------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|
| Leña [m3] | 24 | | | | | | | | | | | | 24 |
| Leña [kg] | 10.800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.800 |
| Leña [kcal] | 37.800.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37.800.000 |
| Leña [kWh] | 43.953 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43.953 |
| Parafina [lt] | | | | 200 | | 4.000 | | | | | | | 4.200 |
| Parafina [kcal] | 0 | 0 | 0 | 2.220.000 | 0 | 44.400.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 46.620.000 |
| Parafina [kWh] | 0 | 0 | 0 | 2.581 | 0 | 51.628 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54.209 |
| GL [kg] | 4.800 | | | | | | 8.200 | | | | | | 13.000 |
| GL [kcal] | 58.080.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 99.220.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 157.300.000 |
| GL [kWh] | 67.535 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 115.372 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Electricidad kWh | | | | | | | | | | | | | 0 |
| Total kWh | 111.488 | 0 | 0 | 2.581 | 0 | 51.628 | 115.372 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 281.070 |

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA IDENTIFICADAS PARA LA COMUNA.

SECTOR RESIDENCIAL

En Puerto Aysén al igual que en las zonas donde existen planes de descontaminación vigentes, el principal factor a considerar es la disminución de la demanda energética y por lo tanto las medidas a aplicar deben ser las siguientes y en orden que a continuación se presentan:

- i. Acondicionamiento térmico de viviendas, como se aprecia en las simulaciones, la demanda energética de las viviendas en calefacción es muy alta y por lo tanto, la implementación de reacondicionamiento térmico es relevante. Cualquier otra medida que se intente aplicar, será

desde el punto de vista costo beneficio inferior. Esto está demostrado a nivel internacional, donde por ejemplo en España y Francia, el gobierno para disminuir el consumo energético a nivel nacional, generó un plan de reacondicionamiento térmico en donde se gastan del orden de US\$ 400 a 600 dólares anuales per cápita. En Chile estamos alcanzando aproximadamente los US\$ 2 dólares anuales per cápita.

- ii. Recambio de Artefactos. Una vez realizados los reacondicionamientos térmicos, se procede al recambio tecnológico, tanto en el cambio de equipos más eficientes con el mismo combustible (leña), como con un recambio del tipo de combustible (como por ejemplo: Pellets).

SECTOR MUNICIPAL

La forma en que el Municipio administra los energéticos desde el punto de vista de control de costos, no permite generar una propuesta de recambio tecnológico, pero si se realiza la misma recomendación que a nivel residencial con respecto a un “acondicionamiento térmico” ya que en terreno se pudo verificar mediante las mediciones y en ensayos que las condiciones de habitabilidad son perfectibles.

Se recomienda generar un taller con los principales encargados de la Municipalidad para capacitarlos sobre “Gestión de Energía”, para lo cual se propone junto una jornada de capacitación en el ámbito por parte del Consorcio, como valor agregado al proyecto.

CALCULO DE POTENCIAL DE AHORRO ENERGETICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

SECTOR RESIDENCIAL

Para el caso de Puerto Aysén, las medidas de reacondicionamiento térmico y recambio de calefactores está estudiado a nivel nacional y mundial que es rentable desde todo punto de vista. Es por esto que tanto el Ministerio de Energía como el Ministerio de Vivienda y el Ministerio de Medio Ambiente, declaran que en sus políticas de los próximos 5 años, estas 2 medidas son parte de sus ejes fundamentales y por lo tanto analizar nuevamente la rentabilidad del modelo sería redundar en una política ya validada por el Gobierno.

A modo de ejemplo, se entregan valores de distintas configuraciones de acondicionamiento térmico y su ahorro potencial.

A continuación se resumen los datos obtenidos de la calificación energética tanto para la demanda y el consumo de energía con el fin de comparar y observar el comportamiento de las mejoras propuestas, además se presenta el ahorro potencial teórico y real ajustado según la metodología propuesta en un estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica de Chile, en donde se define los precios finales de consumo de energía a nivel referencial para diferentes tipos de energía, los cuales se utilizaron para obtener el ahorro real de energía separando el consumo en 85% producto del uso de leña y 15% en gas.

Consumo y demanda de energía según mejoras.

| Descripción | Demanda kWh/m ² *año | Consumo kWh/m ² *año | Demanda kWh/año | Consumo kWh/año |
|--|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| Vivienda objeto | 855,69 | 2.022,30 | 44.923,78 | 106.170,86 |
| Mejora en cielo U= 0,25 W/m ² K | 652,59 | 1.557,95 | 34.261,08 | 81.792,38 |
| Mejora en muros U= 0,5 W/m ² K | 707,23 | 1.682,87 | 37.129,58 | 88.350,62 |

| | | | | |
|---|--------|----------|-----------|-----------|
| Mejora en ventana U= 2,8 W/m2K | 758,74 | 1.800,63 | 39.833,69 | 94.533,23 |
| Todas mejoras anteriores | 407,15 | 996,78 | 21.375,22 | 52.331,06 |
| Bomba de calor + Aislación | 407,15 | 204,43 | 21.375,22 | 10.732,63 |
| Colector solar 3,5 m2 + Aislación | 407,15 | 939,58 | 21.375,22 | 49.327,90 |
| Equipo de calefacción con rendimiento general de 0,54 + Aislación | 407,15 | 887,26 | 21.375,22 | 46.581,38 |

Ahorro potencial de acuerdo a mejoras.

| Descripción | Ahorro teórico | Ahorro real (Ajustado) | Ahorro en Leña (85%) | Ahorro en gas (15%) |
|---|----------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| Vivienda objeto | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mejora en cielo U= 0,25 W/m2K | 24.378,48 | 6.338,40 | 137.677,40 | 61.429,93 |
| Mejora en muros U= 0,5 W/m2K | 17.820,23 | 4.633,26 | 100.639,71 | 44.904,18 |
| Mejora en ventana U= 2,8 W/m2K | 11.637,62 | 3.025,78 | 65.723,44 | 29.324,98 |
| Todas mejoras anteriores | 53.839,80 | 13.998,35 | 304.060,12 | 135.667,82 |
| Bomba de calor + Aislación | 95.438,23 | 24.813,94 | 538.987,12 | 240.489,32 |
| Colector solar 3,5 m2 + Aislación | 56.842,96 | 14.779,17 | 321.020,44 | 143.235,31 |
| Equipo de calefacción con rendimiento general de 0,54 + Aislación | 59.589,48 | 15.493,26 | 336.531,41 | 150.156,11 |

SECTOR MUNICIPAL

Tal como se ha explicado anteriormente, la calidad de la información para Puerto Aysén no es la óptima para este análisis, pero se puede mencionar que de aplicar el acondicionamiento térmico propuesto, está estudiado que los ahorros en calefacción fluctúan entre un 20% y 40%. Considerando que entre leña, parafina y Gas licuado consumen anualmente \$240.000.000, el ahorro esperado sería de 72 millones en el caso normal de 30% de ahorro.

ELABORACIÓN DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PARA CADA MEDIDA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y MUNICIPALIDADES.

PROGRAMA ENERGIZACIÓN

Objetivo: Contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida principalmente de las comunidades aisladas, rurales e insulares, reducir las migraciones y fomentar el desarrollo productivo a través del financiamiento de proyectos de electrificación y eficiencia energética. Función: Coordinar y gestionar la provisión de los recursos económicos necesarios para la ejecución de proyectos del sector energía, electrificación, eficiencia energética y alumbrado público, en las distintas regiones del país, principalmente en zonas aisladas, rurales e insulares, que contribuyan a aumentar la cobertura en electrificación rural y mejorar la calidad de servicio de los beneficiarios.

En ambos fondos es factible conseguir financiamiento por parte del Gobierno para la implementación de los proyectos que se quieren materializar, y la decisión de elegir entre uno u otro se podrá validar al momento de aplicar la EEL, con lo cual se genera la sinergia completa de la implementación.

MUNICIPAL

La implementación de proyectos Municipales es igual a la propuesta de las zonas Insulares, tanto de implementación del EEL como los fondos a los cuales participar.

RESIDENCIAL

Actualmente existe un subsidio del Ministerio de Vivienda para el reacondicionamiento térmico, fondo con el cual se puede llevar a cabo la implementación de la propuesta realizada referente a disminuir la demanda de calefacción residencial.

Estos subsidios permiten:

“mejorar la aislación térmica de viviendas sociales o cuya tasación no supere las 650 UF, permitiendo que las familias beneficiadas accedan a ahorros en calefacción y que disminuyan los efectos de condensación al interior de las viviendas.

Con este subsidio se obtiene el doble del monto indicado en el Título II del Programa de Protección al Patrimonio Familiar (PPPF). El monto máximo que se puede obtener es de 100, 110, 120 ó 130 UF, de acuerdo a la comuna en la que se ubique la vivienda.

Los postulantes deben aportar un ahorro mínimo de 3 UF.”

La principal barrera para éste proyecto es que se debe agrupar a las personas y deben tener el ahorro de 3 UF solicitado, este grupo no puede ser de 5 o 10 viviendas, ya que no se hace rentable para el implementador, por lo cual los grupos deben ser de al menos 20 viviendas hacia arriba. Como segunda barrera esta la necesidad de contar con una PSAT (Prestador de Servicios de Asistencia Técnica), quienes son los que diseñan e implementan los proyectos. En caso que la Municipalidad no cuente con una PSAT de confianza, deberá gestionar la participación de alguna PSAT que trabaje con otro Municipio.

Más información sobre este subsidio, se puede encontrar en la página www.minvu.cl/opensite_det_20110502134513.aspx

DESARROLLO ESTUDIO SECTOR ISLA DE PASCUA

IDENTIFICACIÓN, DETERMINACIÓN DE USOS ENERGÉTICOS Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA DEL SECTOR RESIDENCIAL Y DE LA MUNICIPALIDAD

DESCRIPCIÓN DEL DESPLIEGUE TERRITORIAL PARA EL LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS

El primer día en que se arribó a la Isla se comenzó con los contactos tanto en la Municipalidad, como en la Gobernación y en Bienes Nacionales, en donde se tuvo reuniones con distintos encargados que entregaban información base para poder realizar una buena campaña de terreno en base a la realidad local.

De estas reuniones se obtuvo información que indica que en la Comuna de Isla de Pascua la población se encuentra principalmente en el sector conocido como Hanga Roa, la cual constituye territorialmente un % pequeño de la Isla tal como se aprecia en la siguiente ilustración:

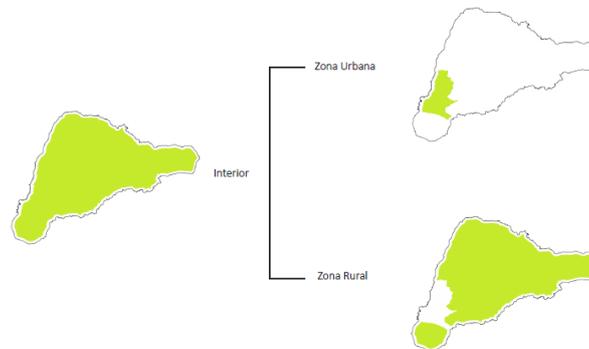


Ilustración 9: Distribución Urbana y Rural Isla de Pascua. Fuente: "Rapa Nui 5 ideas" Universidad de Chile.

En la zona urbana de la isla habita el 95% de la población, siendo la zona rural, las zonas donde se realizan actividades turísticas principalmente, pero con algunos índices de ganadería y agricultura en menor escala.

Dentro de la zona urbana la distribución de población por manzana es la siguiente:

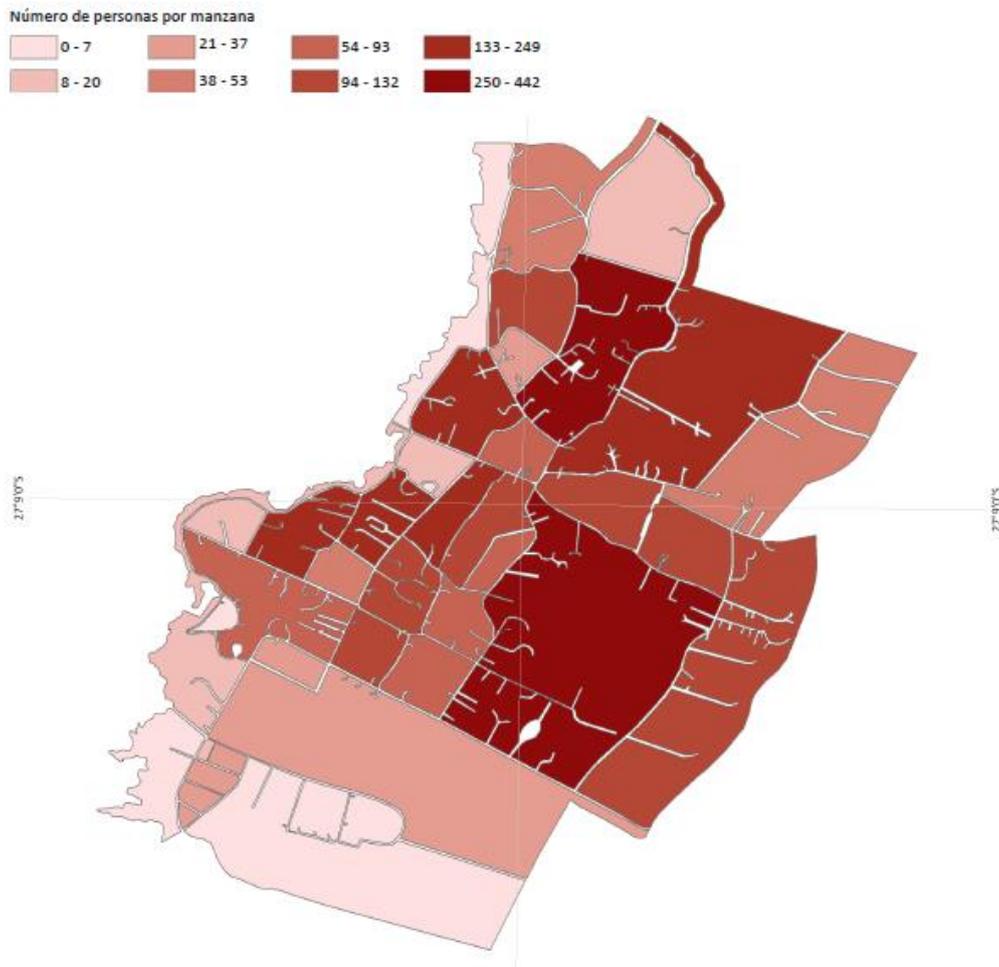


Ilustración 10: Distribución de Habitantes por Manzana. Fuente: "Rapa Nui 5 ideas" Universidad de Chile.

Con estos datos se definió el plan de acción de terreno, en donde se comenzó por las zonas de mayor densidad población para poder aumentar la probabilidad de éxito. Para posteriormente ir abarcando el resto de la isla.

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION MUNICIPAL

DESCRIPCIÓN DE ENTREVISTA EN MUNICIPALIDAD

El día 18 de Agosto, nos dirigimos a la Municipalidad a solicitar audiencia con el Alcalde en consideración a la solicitud de apoyo enviada mediante oficio por parte de Ministerio de Energía. Se nos indica en ese momento que el oficio no había llegado a la Municipalidad. Se le hace entrega de una copia del oficio a la Secretaria del Alcalde, quien nos genera una audiencia con él para el miércoles 19 a las 11:00 am.

Las reuniones que se tuvo en la Municipalidad fueron:

- i. SECLAC, se les presentó el proyecto y fueron los articuladores de la información y acceso a las otras zonas de la Municipalidad. Con ellos se coordinó el acceso para los ensayos y fueron el

vocero con el Alcalde. Cabe destacar que no se nos permitió realizar ensayos en la Municipalidad en horario laboral.

- ii. Administración Municipal, con este departamento se organizó la información referente a los gastos en consumo de energético, siendo el principal la electricidad para iluminación y uso de equipos computacionales, ya que no se utiliza climatización en ninguna temporada.
- iii. Dirección de Obras Municipales, este departamento nos coordinó la búsqueda de información planimétrica de la Municipalidad, la cual fue recibida recién el día 8 de Septiembre. Junto a esto fue de suma importancia para acceder a información de cómo funcionan el subsidio de construcción habitacional que tiene la Isla y cómo funciona el plan regulador comunal.

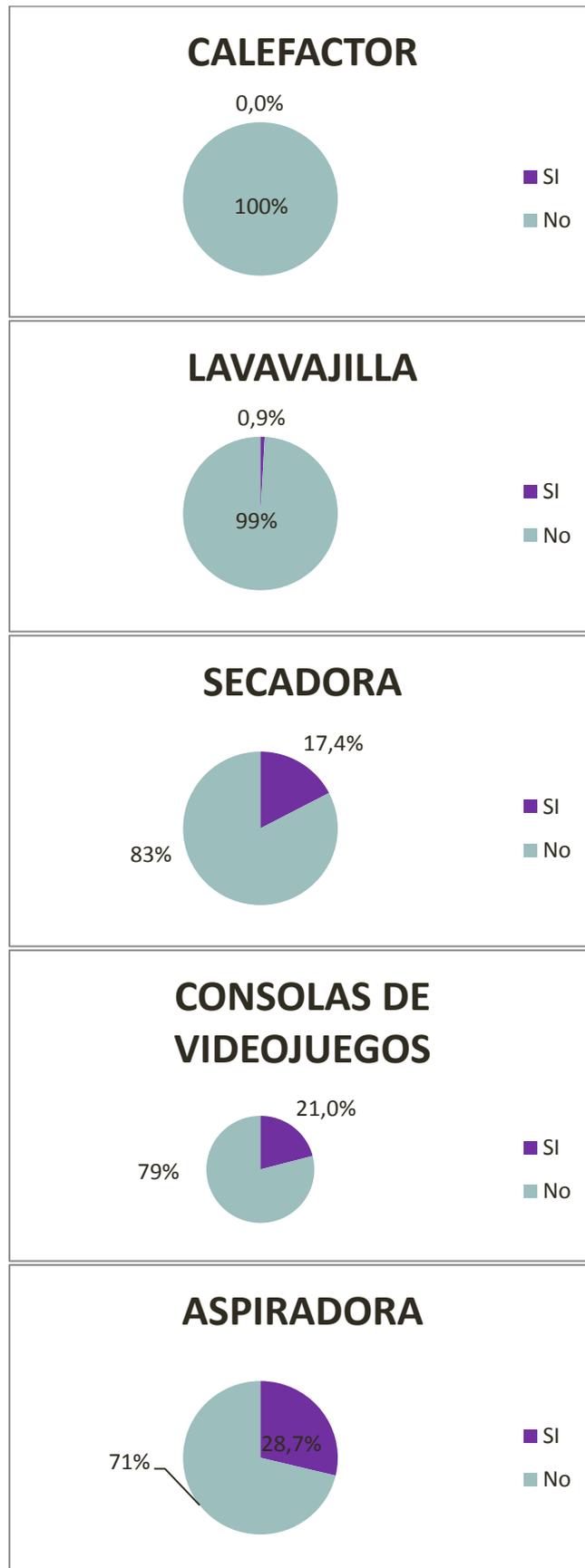
ANÁLISIS DE DATOS

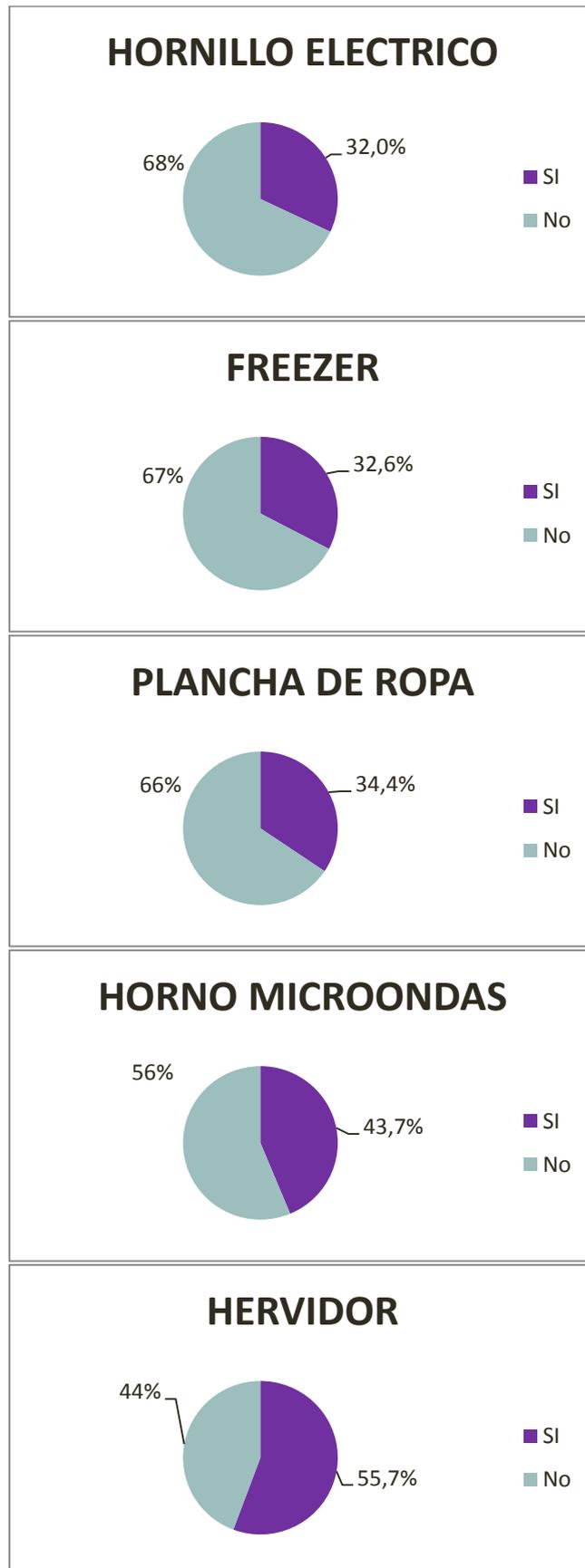
RESIDENCIAL

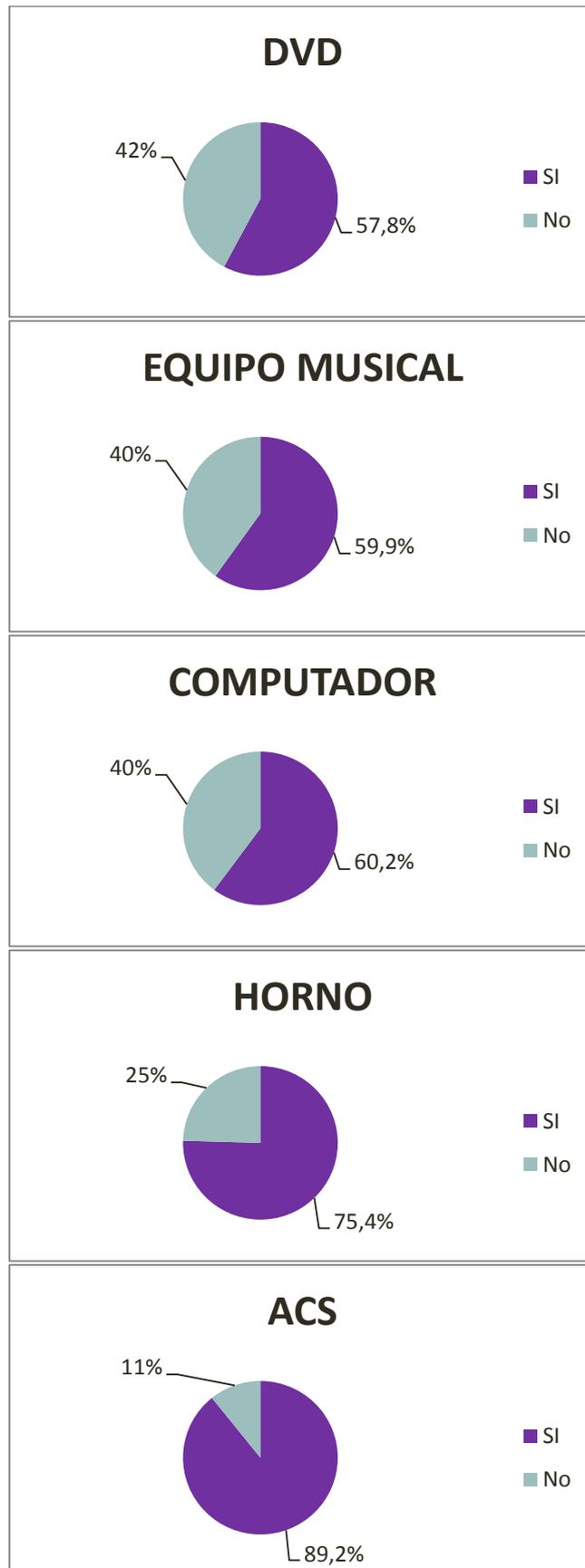
TENENCIA DE ARTEFACTOS ISLA DE PASCUA

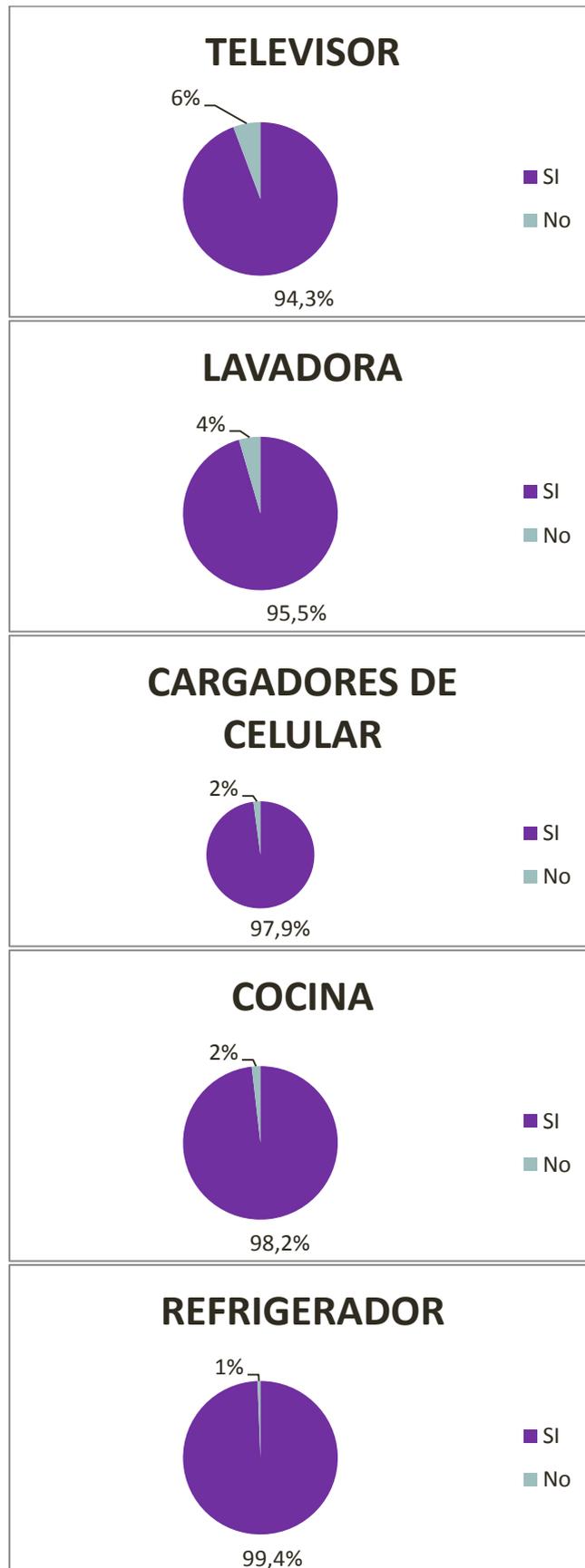
Ilustración 32: Tenencia de Equipos en Isla de Pascua











Fuente: Elaboración propia.

PERFIL DE CONSUMO RESIDENCIAL

A continuación se presenta el perfil de consumo para la comuna de Isla de Pascua.

Tabla 7: Consumo Energético Promedio Anual de Isla de Pascua, desglosado por Combustible.

| | GN | GLP | Electricidad | Leña | Carbón | Parafina | Pellet |
|--------------|------|-----|--------------|-------|--------|----------|--------|
| kWh/año | | | | | | | |
| ACS | 5390 | 0 | 4366 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COCINA | 781 | 0 | 699 | 15136 | 0 | 0 | 0 |
| HORNO | 0 | 153 | 315 | 278 | 0 | 0 | 0 |
| HORNILLO | 0 | 0 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MICROONDAS | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CALEFACCIÓN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ILUMINACIÓN | 0 | 0 | 427 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REFRIGERADOR | 0 | 0 | 458 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FREEZER | 0 | 0 | 298 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HERVIDOR | 0 | 0 | 122 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LAVAVAJILLA | 0 | 0 | 208 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LAVADORA | 0 | 0 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SECADORA | 0 | 0 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PLANCHA | 0 | 0 | 83 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COMPUTADOR | 0 | 0 | 157 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TELEVISOR | 0 | 0 | 98 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DVD | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CONSOLA | 0 | 0 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RADIO | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ASPIRADORA | 0 | 0 | 226 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CELULAR | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| STAND BY | 0 | 0 | 122 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Consumo Energético Promedio Anual en Isla de Pascua.

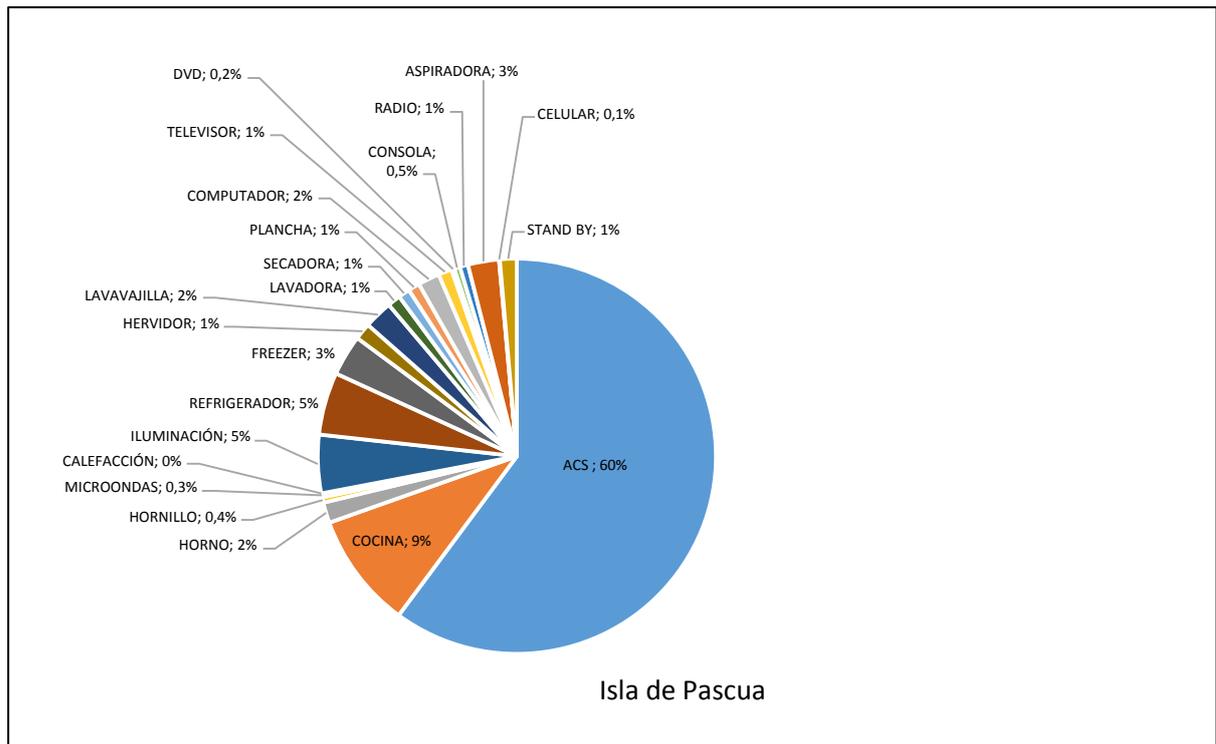
| Consumo Promedio | | |
|------------------|---------|------------|
| | kWh/año | Porcentaje |
| ACS | 5380 | 60% |
| COCINA | 844 | 9% |
| HORNO | 150 | 2% |
| HORNILLO | 39 | 0.4% |
| MICROONDAS | 30 | 0.3% |
| CALEFACCIÓN | 0 | 0% |
| ILUMINACIÓN | 427 | 5% |

| | | |
|--------------|-----|------|
| REFRIGERADOR | 458 | 5% |
| FREEZER | 298 | 3% |
| HERVIDOR | 122 | 1% |
| LAVAVAJILLA | 208 | 2% |
| LAVADORA | 95 | 1% |
| SECADORA | 84 | 1% |
| PLANCHA | 83 | 1% |
| COMPUTADOR | 157 | 2% |
| TELEVISOR | 98 | 1% |
| DVD | 22 | 0.2% |
| CONSOLA | 42 | 0.5% |
| RADIO | 60 | 1% |
| ASPIRADORA | 226 | 3% |
| CELULAR | 6 | 0.1% |
| STAND BY | 122 | 1% |

Fuente Elaboración propia.

En base a los datos presentados en la Tabla 2 se construye el siguiente gráfico:

Ilustración 33: Consumos Energéticos Promedio Anuales en Isla de Pascua.



Fuente Elaboración propia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE SIMULACIONES

Para el caso de la Isla se tomó como consideración base una vivienda con las siguientes características¹:

| Tipología | |
|----------------------------------|--|
| Agrupamiento | Aislada |
| Pisos | 1 |
| Superficie | 61,5 |
| N° de dormitorios | 3 |
| N° de baños | 1 |
| Muros | |
| Espesor (cm) | 10 |
| Materialidad | Fibro cemento 6 mm- Madera - Fibrocemento 6 mm |
| Techo | |
| Espesor (cm) | 10 |
| Materialidad | Vigas a la vista (Planchas zinc - Vigas) |
| Piso | |
| Espesor (cm) | 10 |
| Materialidad | Hormigón |
| Ventanas | |
| N° Ventanas grandes (2,3*2,1 m) | 1 |
| N° Ventanas medianas (2*1,5 m) | 4 |
| N° Ventanas pequeñas (0,8*1,3 m) | 1 |
| Materialidad | Aluminio |

Se muestra una imagen de referencia donde se puede observar las características de tipología que se utilizan en este modelo energéticamente.

¹ Esta consideración se basa en las respuestas más frecuentes obtenidas en el levantamiento realizado en terreno.

Ilustración 34: Vivienda tipo para el análisis de Isla de Pascua



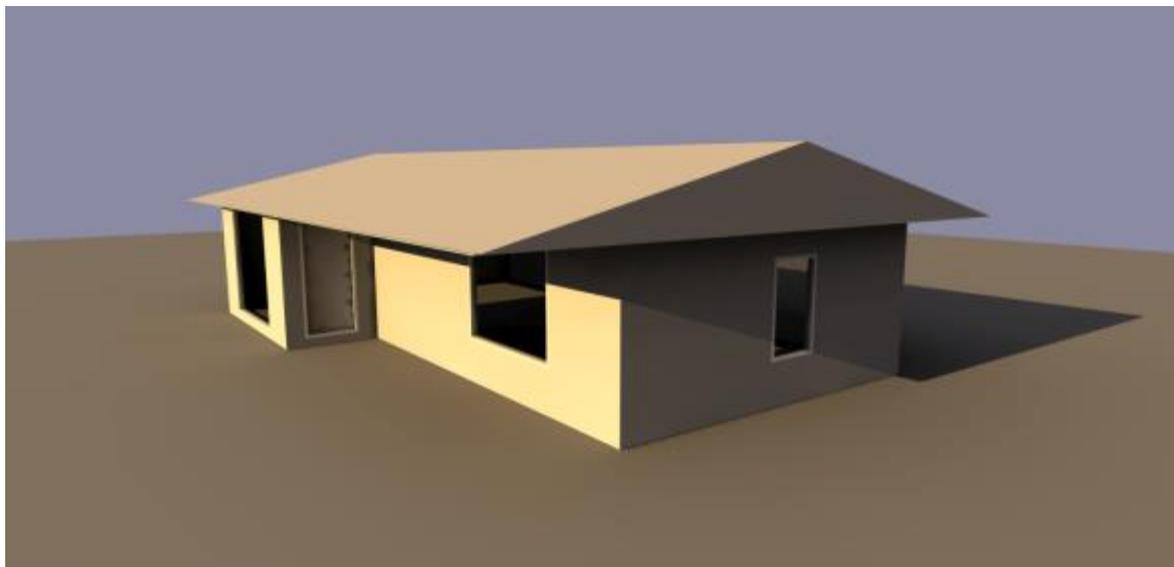
Fuente: Propia.

Para el análisis, se utilizó además, las siguientes consideraciones para las cargas internas:

| | |
|---|--------------|
| Cargas internas personas | |
| N° personas | 3 |
| Horas de ocupación día Lunes a Viernes | 16 |
| Horas de ocupación día Sábado | 19 |
| Horas de ocupación día Domingo | 24 |
| Carga internas por persona | 85 W/persona |
| Cargas internas iluminación | |
| Horas de ocupación día L-V | 6 |
| Horas de ocupación día S | 7 |
| Horas de ocupación día D | 7 |
| Carga internas por m2 | 10 W/m2 |
| Cargas internas equipos eléctricos generales | |
| Horas de ocupación día L-V | 9 |
| Horas de ocupación día S | 9 |
| Horas de ocupación día D | 9 |
| Carga internas por m2 | 4,3 W/m2 |
| Consumo aire acondicionado | |
| Horas de ocupación día Lunes a Viernes | 9 |
| Horas de ocupación día Sábado | 9 |
| Horas de ocupación día Domingo | 9 |
| Carga internas por m2 | No se usa |

Con esto definido, se modeló la vivienda, para luego incorporar todas las características de la misma, tanto de materialidades como de uso.

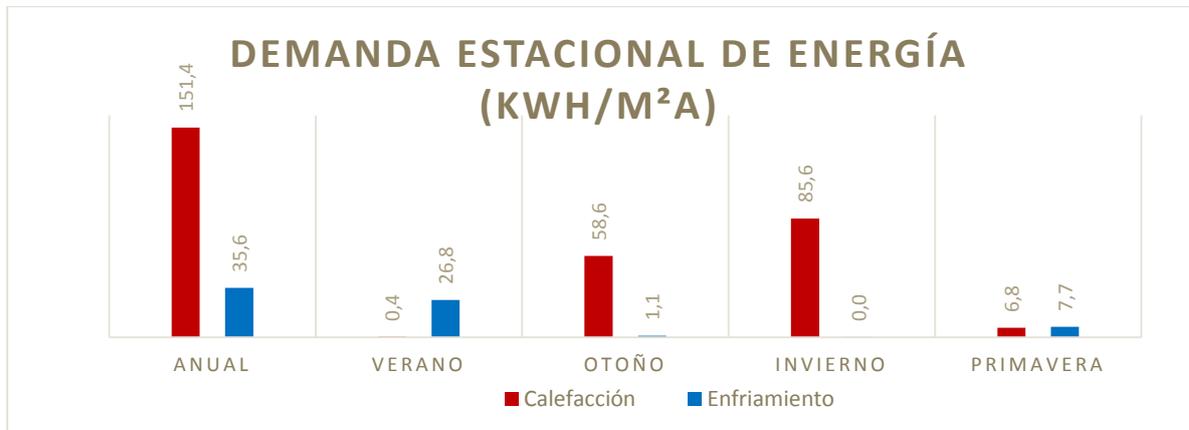
Ilustración 35: Modelo de la vivienda Tipo



Fuente Elaboración propia.

Con esto, del análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

Ilustración 3611: Demanda Energética Vivienda Tipo en Isla de Pascua.



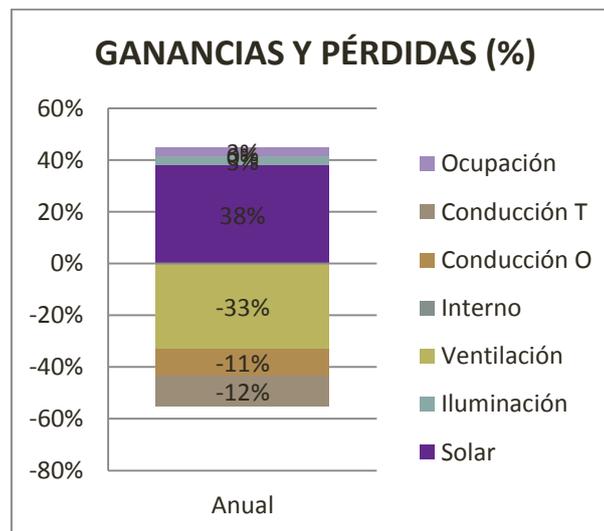
Fuente Elaboración propia.

La demanda total de energía, en el caso que se utilizaran equipos de climatización, sería de 187kWh/m²a, lo que en su mayoría corresponde a la demanda de calefacción.

Esto se puede asociar además con el Sistema de Calificación de Vivienda, en el cual, para esta casa tipo, se obtendría una calificación de:

En la actualidad, bajo los requisitos de la Reglamentación térmica, una vivienda que cumple sin especificaciones adicionales a los mínimos establecidos debería contar con una Calificación E, por lo tanto, la vivienda tipo, en las condiciones evaluadas, no cumpliría con esta normativa.

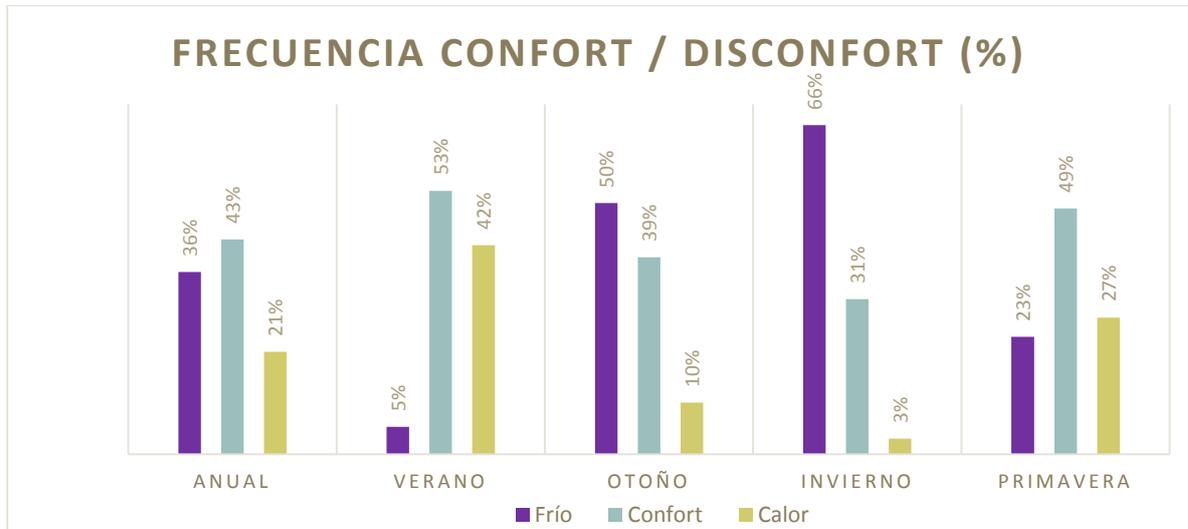
Ilustración 37: Análisis de Ganancias y Pérdidas Vivienda en Tipo Isla de Pascua.



Fuente Elaboración propia.

Del análisis se desprende que la mayor cantidad de energía se pierde a través de las ventilaciones e infiltraciones de aire. A su vez, las ganancias de calor son aportadas principalmente a través de la radiación solar.

Ilustración 38: Análisis de Frecuencia de Confort Vivienda Tipo en Isla de Pascua.



Fuente **Elaboración propia.**

Este análisis considera a una vivienda con su funcionamiento pasivo, es decir, sin instalaciones de climatización, lo que, en este caso, se extiende a la realidad de la zona. Para la vivienda evaluada, el porcentaje de tiempo, para un año completo, dentro de los rangos de confort corresponde a un 43%, alcanzando el máximo en verano (53%) y el mínimo en invierno (31%).

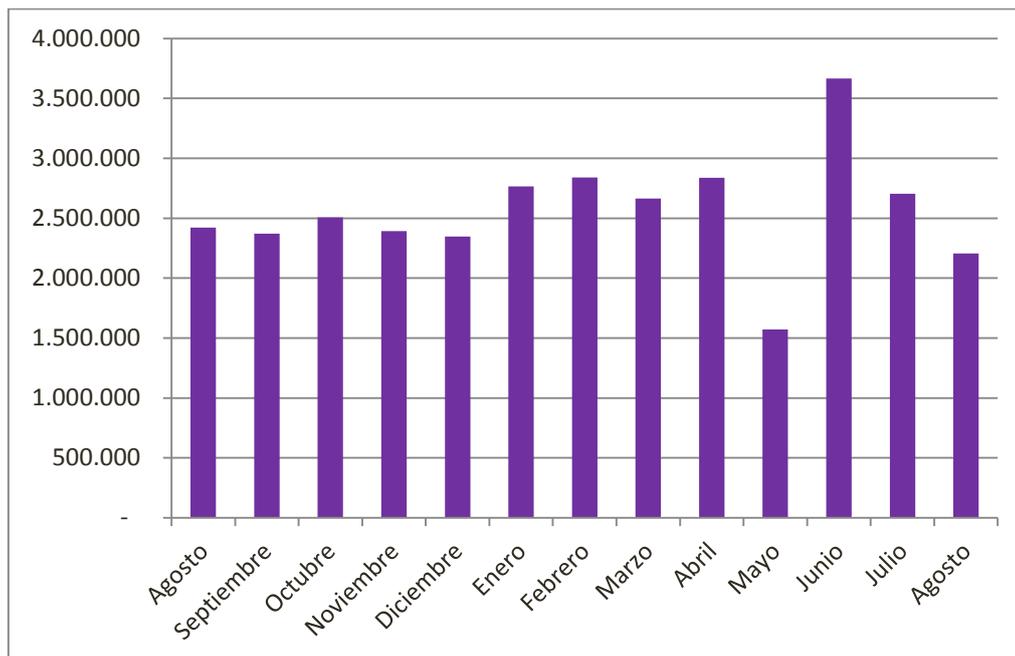
ANÁLISIS MUNICIPAL

DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

La información recopilada con respecto a los consumos del Edificio Consistorial corresponde exclusivamente a consumo eléctrico, debido a que no existe consumo de climatización de ningún tipo (salvo en la oficina del alcalde que cuenta con un equipo Split) y tampoco cuenta con instalaciones como Casino, debido a que todos los funcionarios almuerzan en sus hogares.

GRÁFICOS Y COMENTARIOS DE CONSUMO ELÉCTRICO

El perfil de consumo eléctrico del último año en la Municipalidad de Isla de Pascua se presenta en el siguiente gráfico:



El precio promedio anual de un kWh para la Municipalidad en la Isla de Pascua asciende a \$265 CLP. Esta es una tarifa plana independiente del consumo que tenga, a diferencia de lo que ocurre con la población, en donde mientras menos energía consume, más barato es el costo unitario de la energía. Este valor oscila entre los \$68 y los \$225 /kWh

GRÁFICO Y COMENTARIOS DE OTROS ENERGÉTICOS

En Isla de Pascua existe un consumo relevante para el Municipio que corresponde a Petróleo para un generador eléctrico que alimenta las torres de iluminación de la cancha de fútbol municipal, la cual tiene un uso intensivo por parte de la comunidad.

De acuerdo a lo informado por el Municipio, el consumo mensual en Petróleo asciende a 1.400 litros, con un valor actual del energético de \$594 CLP por litro, lo que genera un consumo mensual de \$836.000 CLP.

ANÁLISIS RESULTADOS Y ENSAYOS

EVALUACIÓN TERMOGRÁFICA

En terreno se registró un total de 30 fotografías térmicas, las que fueron procesadas y analizadas por el equipo de DECON UC. Se inspeccionaron muros y cielos de tres recintos específicos: Oficina de Recursos Humanos, Dirección de Obras y SECPLAC, las que cumplían con las condiciones previas mínimas para la realización del ensayo.

Debido a las condiciones ambientales, no fue posible llevar a cabo termografías de las fachadas del edificio, ya que la radiación solar interfiere en las temperaturas superficiales de los elementos, generando distorsiones en los análisis termográficos.

Análisis de Cielo

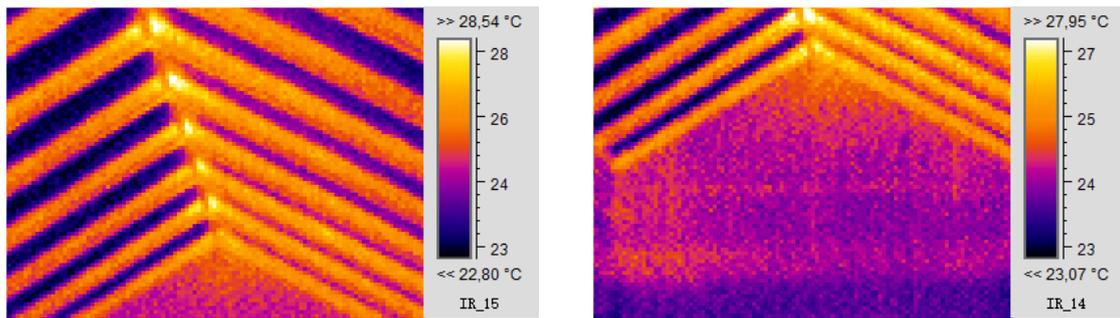


Imagen termográfica N°1 y 2: Se puede visualizar la estructura de la techumbre del edificio. Los puentes térmicos encontrados corresponden a un comportamiento común del elemento, en donde no se presenta aislación térmica que permita disminuir las diferencias térmicas entre la estructura y la cubierta.

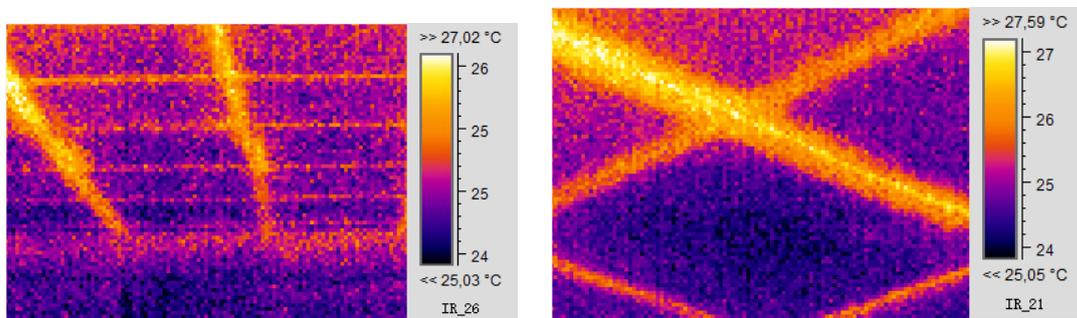


Imagen Termográfica N°3 y 4: Cielo falso de la Dirección de Obras y SECPLAC. En ambas imágenes se puede visualizar la estructura del cielo falso como un puente térmico evidente. Al igual que en el caso anterior, no se aprecia aislación que disminuya esta diferencia térmica.

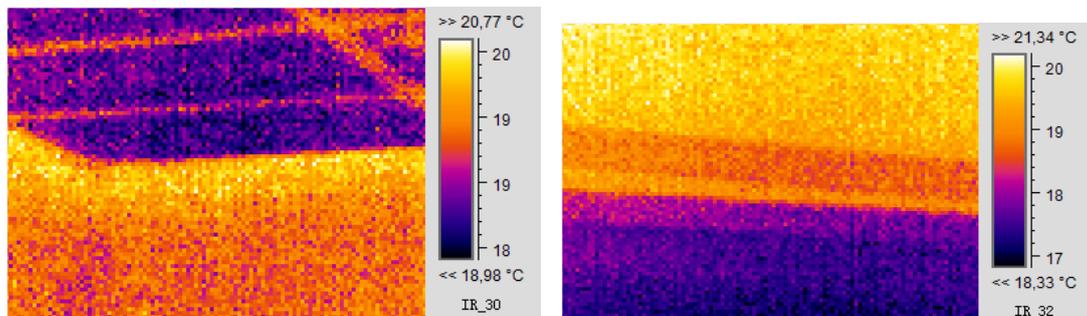


Imagen Termográfica N°5 y 6: Encuentro de muro y cielo en oficinas de Recursos Humanos y SECPLAC. No se evidencia singularidades en los encuentros, más allá de observar diferencias entre elementos, se puede concluir que no existen pérdidas de calor importantes a través de estos encuentros.

Análisis de Muros

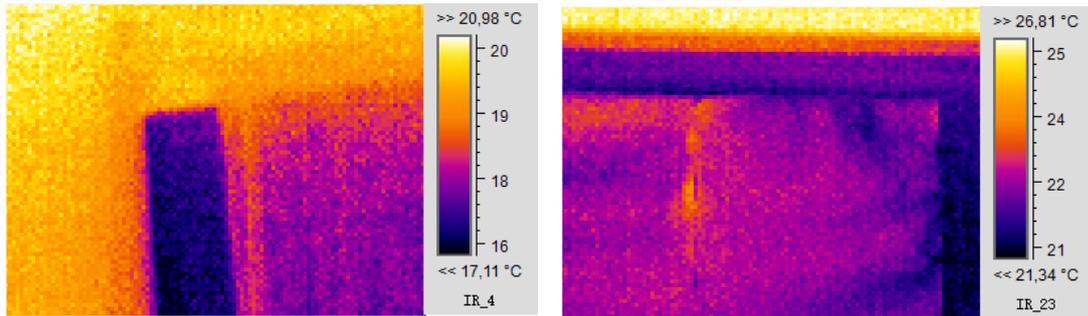


Imagen Termográfica N°7 y 8: Elementos de muro en contacto con el exterior. No se aprecian puentes térmicos relevantes.

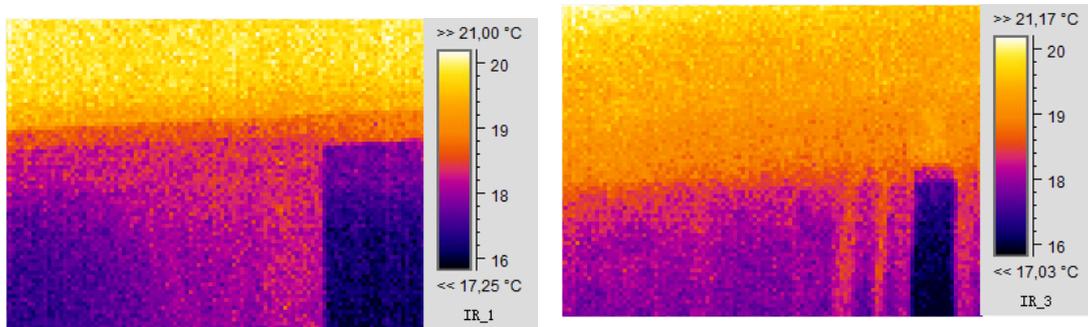


Imagen Termográfica N°9 y 10: Elementos de muro en contacto con el exterior. No se aprecian puentes térmicos relevantes.

En términos generales se observan puentes térmicos propios de un edificio sin aislación térmica, donde se encuentran fugas de calor por conducción a través de los elementos que componen la estructura. Esto es relevante para efectos del confort térmico de los usuarios, debido a que la envolvente es altamente susceptible a las condiciones ambientales exteriores. Ahora bien, en términos energéticos, el edificio no cuenta con un sistema de climatización, por lo que independiente de los requerimientos de confort de los usuarios, no se producirán mayores consumos de energía para llevar las condiciones ambientales interiores a los rangos de confort.

EVALUACIÓN HERMETICIDAD

En la Isla se evaluó un total de 3 recintos, que abarcan una superficie de 73,7 m², correspondiente al 9% de la superficie total del edificio. A continuación se muestran imágenes del equipo montado en la puerta principal de cada recinto:

Ilustración 39: Ensayo de Blower Door en Oficina de Recursos Humanos.



Fuente Elaboración propia.

Ilustración 4012: Ensayo de Blower Door en Dirección de Obras Municipales



Fuente Elaboración propia.

Ilustración 41: Ensayo de Blower Door en Oficina SECPLAC



Fuente: Elaboración propia.

Para cada ensayo realizado se registró la superficie útil y el volumen del recinto. Con esto, es posible obtener, mediante el software FanTestic, las renovaciones de aire por hora, con una diferencia de presión de 50 Pascales (n50), que corresponde al valor estandarizado del ensayo. Además, se puede obtener las renovaciones de aire a una diferencia de presión de 4 Pascales (n4), lo que corresponde a las renovaciones por hora con velocidades de viento reales.

Finalmente, el último valor obtenido en este ensayo corresponde al Área efectiva de infiltración (ELA), que indica la superficie total de infiltración de aire en el recinto. Esto quiere decir que se suman todas las pequeñas superficies a través de las cuales se generan pérdidas de aire, formando una sola gran área de infiltración.

Los resultados para los recintos evaluados en la Municipalidad de Isla de Pascua son los siguientes:

Tabla 9: Resultados hermeticidad Isla de Pascua.

| Recinto evaluado | n50 | n04 | ELA (m2) | Área planta (m2) | Área envolvente (m2) | Volumen (m3) |
|--------------------|-------|------|----------|------------------|----------------------|--------------|
| Recursos Humanos | 31.54 | 6.93 | 0.032 | 16.3 | 59.4 | 43.3 |
| Dirección de Obras | 20.50 | 5.51 | 0.017 | 11.4 | 47.4 | 29.5 |
| SECPLAC | 11.88 | 2.42 | 0.032 | 46 | 118.6 | 122.1 |

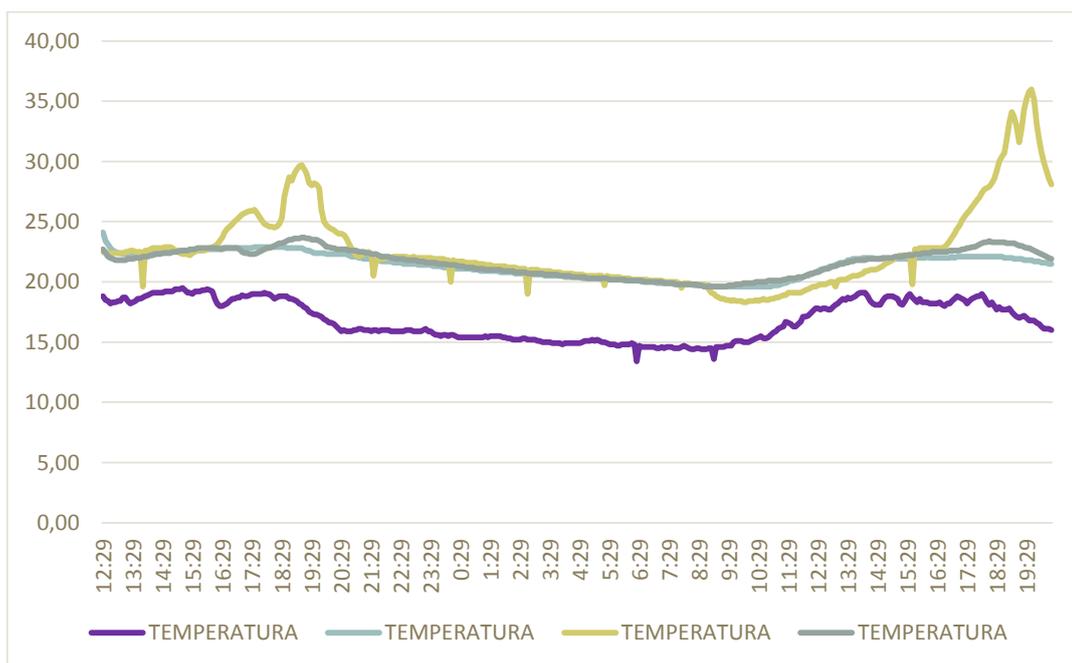
Fuente Elaboración propia.

En Chile no existen valores límites normalizados para el cumplimiento de este parámetro, sin embargo, de acuerdo al Manual de Hermeticidad al Aire en Edificaciones², se puede extraer valores de referencia. Para el caso de Hanga Roa, se establece un valor de n50 correspondiente a 16,5. Sin embargo, en dicho documento, no se propone valores límite para este parámetro, esto debido a la misma razón explicada en el caso de los análisis termográficos, ausencia de instalaciones de clima.

Al no existir instalaciones de climatización, no se afecta el consumo de energía en el edificio al ser mayores las renovaciones de aire, sin embargo, este parámetros sí tendrá efectos directos en la percepción térmica de los usuarios, debido a que el edificio renovará con una frecuencia muy alta su volumen de aire, no existiendo capacidad de mantener condiciones internas independientes a las condiciones ambientales exteriores.

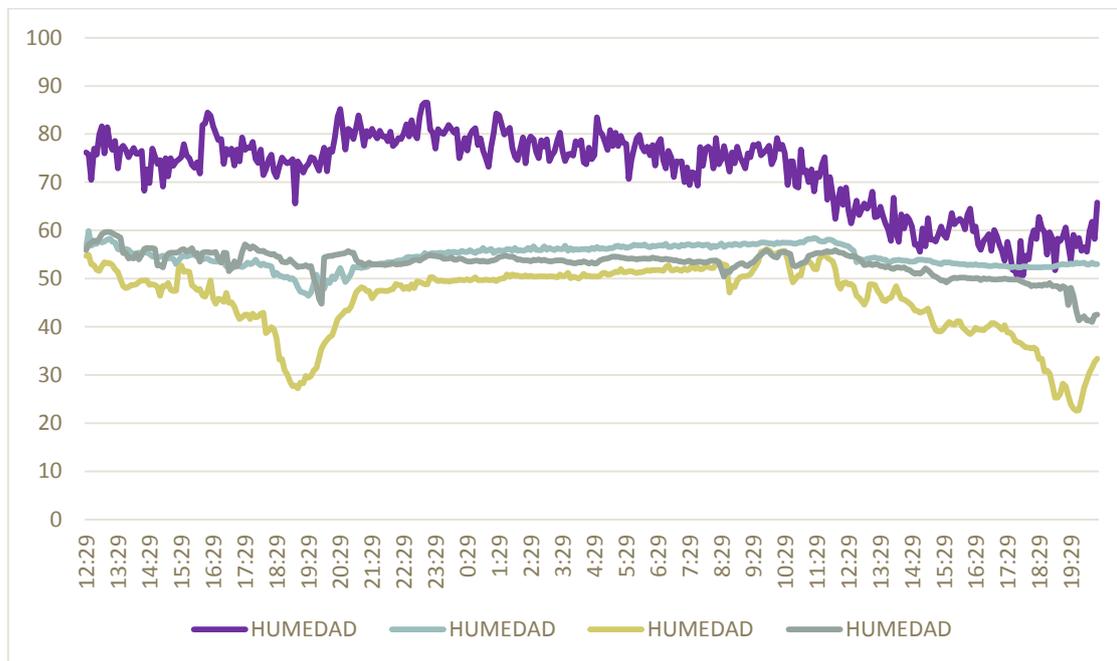
REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Se registró temperatura y humedad en 4 puntos: exterior, Oficina SECPLAC, Recursos Humanos y Dirección de Obras Municipales. El tiempo de registro fue de 1 día y 7 horas, debido a las dificultades encontradas en el edificio municipal para acceder a los recintos estudiados e instalar el equipamiento. Los resultados se muestran a continuación:



² Documento elaborado por CITEC y DECON UC, en el contexto del proyecto Fondef.

Para el edificio municipal, las temperaturas interiores siguen la misma dinámica de comportamiento que la temperatura exterior, salvo ciertas singularidades en el caso de la oficina de SECPLAC, en que alrededor de las 18 horas, se evidencia una tendencia de aumento de temperaturas sobre los 25°C.



Al igual que las temperaturas, la humedad relativa de los recintos se comporta de manera similar al exterior, sin embargo, debido a las condiciones térmicas más altas en las zonas interiores, se aprecia una notoria diferencia respecto al nivel de humedad. Se observa además, una disminución drástica para el caso de la oficina de SECPLAC, que coincide con el aumento de temperatura a las 18 horas.

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y EN LA MUNICIPALIDAD CONSIDERANDO LAS DIFERENTES INSTALACIONES Y SISTEMAS.

OPORTUNIDADES DE EE

RESIDENCIAL

El clima de Isla de Pascua es templado, con veranos cálidos e inviernos de frío moderado con escasa lluvia. Al no existir instalaciones de climatización, las mejoras propuestas deben ir desde el punto de vista del recambio tecnológico.

Se puede apreciar en los resultados de la encuesta, que el consumo en energía principalmente esta generado por agua caliente sanitaria, refrigeradores, iluminación y lavadoras.

Con respecto a la iluminación, hace 2 años existió un recambio masivo de ampolletas a bajo consumo, por lo tanto esta área en general está cubierta, lo que se refleja en que aproximadamente un 75% de la población tiene ampolletas eficientes.

Desde el punto de vista de refrigeradores, si existe una brecha que se puede cubrir y es que sobre el 37% de los refrigeradores tienen 6 años o más y además un 48% de la población no sabe que etiqueta es su refrigerador.

Desde el punto de vista de la edificación, si bien se puede hacer mejoras, estas impactarán solamente en mejoras en las condiciones de confort de los usuarios.

En este escenario se proponen las siguientes medidas:

- i. Instalar sistema solares de acumulación de agua y/o de generación Fotovoltaica.
- ii. Facilitar la renovación de aire, de modo de aumentar la sensación de menor temperatura por una evaporación mayor de la transpiración.
- iii. Aumentar las protecciones solares en orientación a la trayectoria solar (Norte en el caso de Isla de Pascua) de modo de disminuir la radiación solar directa al interior de la vivienda

MUNICIPAL

Para el caso de la Isla de Pascua se han identificado las siguientes oportunidades a ser desarrolladas en detalle:

Eficiencia energética en iluminación eficiente en Cancha de Futbol: En la actualidad existe un importante consumo de energía asociado a iluminación el cual es abastecido a través de generación DIESEL, se buscará disminuir considerablemente el consumo de energía a través de cambio tecnológico y de esta forma poder obtener la energía desde la red de distribución de energía eléctrica.

Mejora en la aislación de la techumbre del edificio consistorial: Se ha determinado a través de mediciones que existe una importante baja en la aislación térmica en la techumbre del edificio, lo que se traduce en pérdidas de confort, si bien no genera ahorros en consumo energético si ayuda a mejorar el confort de la instalación.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN LEVANTADA DE LOS USOS ENERGÉTICOS EN AMBOS SECTORES.

ANÁLISIS TARIFARIO

ELECTRICIDAD

El sistema eléctrico de Isla de Pascua, posee un modelo particular de operación, que es gestionado por la empresa del Estado SASIPA.

SASIPA no sólo cumple rol de generador (a cargo de la operación de los generadores diésel de la Isla), operador del sistema, distribuir la electricidad y facturar los consumos, sino también funciones para el mundo del agro, distribuye el agua potable de la Isla, y a su vez es su principal cliente eléctrico, dado que es responsable de generar la energía para la extracción de agua de los pozos profundos que alimentan la isla.

Existe el concepto generalizado en la población local, acerca que la potencia de generación de la Isla esta subdimensionada, y que no hay capacidad instalada suficiente, por ello los problemas de calidad de servicio. No obstante, la isla posee capacidad instalada de 5 MW operativos y una demanda peak de 2,1 MW (Entrevista SASIPA)

La red de distribución de SASIPA, es declarada como el principal problema de la distribución por el propio SASIPA, están solicitando apoyo gubernamental para la modernización de la red, y elevar la tensión de distribución, en una red que tiene un largo total de 70 km en 6,6 kV (en tendido eléctrico total), y donde las pérdidas de la red alcanzan el 17% de la generación, lo cual es importante para teniendo en cuenta lo pequeña en extensión de la red de distribución, y que corresponde a distribución principalmente urbana.

De acuerdo a información levantada en terreno, sin respaldo de mediciones, las variaciones de voltaje serian importantes en la red, requiriéndose reguladores de voltaje, o estabilizadores en la zona o en las viviendas, con el fin de incorporar tecnologías renovables y sensibles a estos aspectos como por ejemplo energía solar fotovoltaica.

Existen carencias de energización, la Isla no posee distribución eléctrica en las nuevas zonas de crecimiento rurales. La zona urbana se encuentra separada geográficamente de la zona rural por hitos geográficos y de relevancia para la cultura Rapa Nui, que impiden el paso de líneas eléctricas desde una zona a la otra. Existe un conflicto de desarrollo de la isla, que impide aun a la fecha a SASIPA poseer terrenos para acceder a dicha zona, y desarrollar una nueva red.

El diésel recibido en la Isla, alcanza un precio cercano a los \$600 chilenos sin IVA (la isla se encuentra exenta del pago de este impuesto). SASIPA recibe las mismas condiciones de compra, que los habitantes de Rapa Nui, comprando el diésel en la estación de servicio local, pero con distribución a sus estanques.

Isla de Pascua no cobra a sus usuarios la inversión en generación, estos son aporte gubernamental, solo los costos de operación y diésel. El pago de la tarifa es plana todo el año y exclusivamente por energía, para cubrir los costos de operación con diésel.

Adicionalmente la tarifa esta subsidiada por tramos según el consumo de energía. Los tramos con subsidio no cubren los costos de operación.

El precio final de energía sin el descuento por tramos, alcanza los \$225 CLP por kWh, probablemente el más alto de Chile, sin contemplar que dicho precio al cliente se encuentra ya subsidiado por no contemplar inversión (pagos por potencia y costos de infraestructura), e IVA (+19%), para hacerlo comparables. En este escenario de precios, proyectos solares individuales alcanzan rentabilidad debajo de los 10 años de inversión, y soluciones como microredes se vuelven viables económicamente.

El proyecto de Ley de Equidad Tarifaria deja fuera Isla de Pascua del cálculo.

De manera práctica, una casa con iluminación y refrigerador paga una cuenta de electricidad por sobre los \$30.000 CLP mensuales.

COMBUSTIBLES

El acceso a combustibles, conlleva los costos de transporte desde el continente a la Isla. Dicho barco visita la isla cada 3 meses, por lo cual existe una preocupación al desabastecimiento frente a condiciones climáticas que impidan o retrasen la llegada del barco.

Los combustibles disponibles son GLP en cilindros de 45 kg, con un costo de \$42..700 CLP, de acuerdo a gas en línea, comparado con un costo de \$37..000 CLP en la RM.

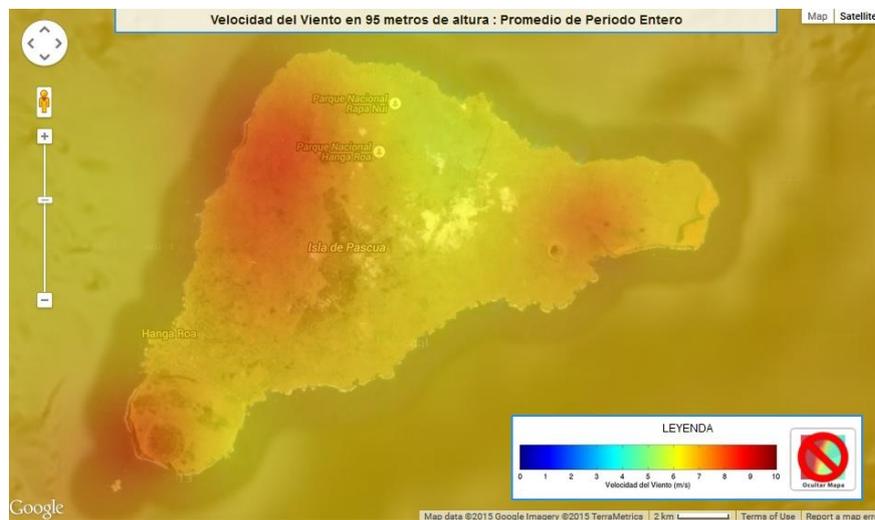
El precio del diésel y combustibles gasolinas al no tener impuestos específicos e IVA, a pesar de su costo de transporte alcanza precios similares a los de Chile continental.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LOS USOS ENERGÉTICOS Y DE LAS OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DETECTADAS EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y EN LAS MUNICIPALIDADES

OPORTUNIDADES DE ERNC

RECURSO EÓLICO

Fuente Ilustración 42: Velocidad del viento 95 m de altura.

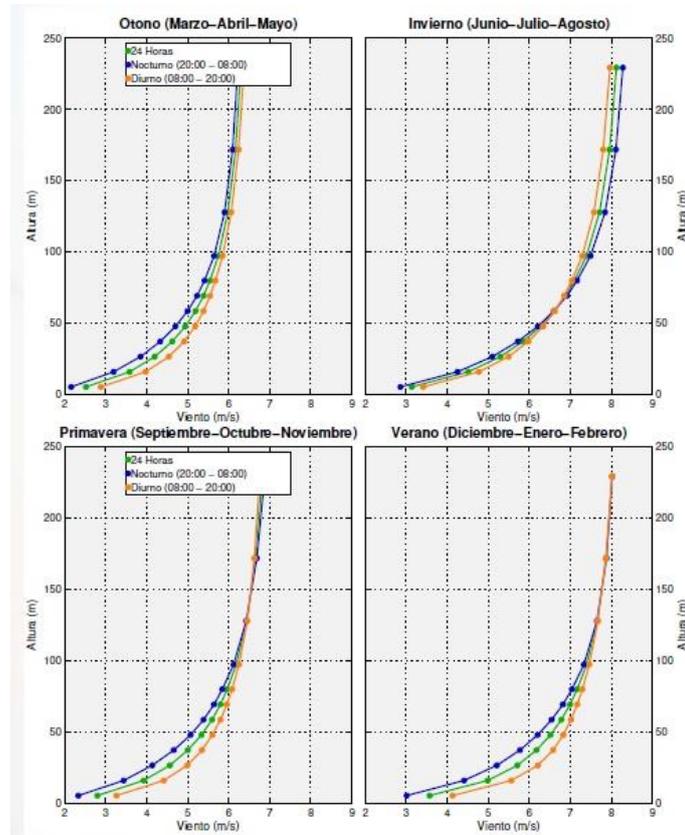


Fuente: (Universidad de Chile. Depto. Geofísica, 2012)

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecian velocidades del viento sobre los 8 m/s en zonas costeras de la Isla de Pascua, pero a los 95 metros de altura.

El perfil en altura del recurso eólico en Isla de Pascua según el modelo desarrollado en (Universidad de Chile. Depto. Geofísica, 2012), presenta la siguiente forma:

Ilustración 43: La línea verde representa el promedio de todas las horas del día. La línea azul es el promedio durante la noche, que se considera desde las 20 horas hasta las 8 horas. El perfil naranja corresponde al perfil diurno, y éste considera desde las 8 horas hasta las 20 horas.



Fuente: (Universidad de Chile. Depto. Geofísica, 2012)

Una rápida mirada a los gráficos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** permite ver que la velocidad del viento a alturas de aproximadamente 15 metros de altura rondan los 4 m/s, lo que permite definir que aplicaciones a escala residencial con aerogeneradores presentarían muy bajos factores de planta. Sin embargo, los gráficos también permiten visualizar que la velocidad promedio del viento de 6 m/s se logra a alturas de 25-30 metros en invierno y verano y a una altura aproximada de 60-75 metros para otoño y primavera.

Por lo tanto se puede concluir que el potencial eólico presente en la zona de estudio según el Explorador de Energía Eólica del Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, indica vientos promedios superiores a 10 m/s a una altura aproximada de 75 metros en zonas costeras, lo que permite factibilidad de instalación de aerogeneradores de gran escala, pero no a escala residencial.

RECURSO SOLAR

El recurso solar en Isla de Pascua presenta los siguientes niveles:

Tabla 10. Irradiación global mensual y anual en diferentes inclinaciones (kWh/m2)

| Az | INCL | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 180 al Norte | 17 | 168,1 | 147,5 | 145,2 | 117,5 | 104,6 | 83,0 | 100,6 | 116,0 | 145,7 | 161,4 | 163,0 | 167,7 | 1620,4 |
| | 27 | 159,5 | 142,6 | 144,2 | 120,4 | 110,0 | 87,9 | 106,5 | 120,1 | 146,7 | 157,4 | 155,4 | 158,4 | 1609,2 |
| | 37 | 148,0 | 134,9 | 140,4 | 120,7 | 113,0 | 90,9 | 110,1 | 121,7 | 144,7 | 150,2 | 144,7 | 146,1 | 1565,4 |
| | 47 | 133,8 | 124,7 | 133,8 | 118,5 | 113,4 | 92,0 | 111,2 | 120,6 | 139,5 | 140,0 | 131,4 | 131,3 | 1490,2 |
| | 90 | 68,2 | 67,0 | 83,0 | 85,9 | 90,6 | 76,0 | 90,9 | 91,2 | 91,8 | 77,2 | 67,4 | 66,7 | 956,0 |
| Az | INCL | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| 180 al Norte | 17 | 168,1 | 147,5 | 145,2 | 117,5 | 104,6 | 83,0 | 100,6 | 116,0 | 145,7 | 161,4 | 163,0 | 167,7 | 1620,4 |
| | 27 | 159,5 | 142,6 | 144,2 | 120,4 | 110,0 | 87,9 | 106,5 | 120,1 | 146,7 | 157,4 | 155,4 | 158,4 | 1609,2 |
| | 37 | 148,0 | 134,9 | 140,4 | 120,7 | 113,0 | 90,9 | 110,1 | 121,7 | 144,7 | 150,2 | 144,7 | 146,1 | 1565,4 |
| | 47 | 133,8 | 124,7 | 133,8 | 118,5 | 113,4 | 92,0 | 111,2 | 120,6 | 139,5 | 140,0 | 131,4 | 131,3 | 1490,2 |
| | 90 | 68,2 | 67,0 | 83,0 | 85,9 | 90,6 | 76,0 | 90,9 | 91,2 | 91,8 | 77,2 | 67,4 | 66,7 | 956,0 |

Fuente:(CNE/PNUD/UTFSM, 2008)

Desde el punto de vista de un potencial proyecto de ERNC en la Isla, la inclinación a considerarse, ya sea para un proyecto solar térmico para agua caliente sanitaria (ACS) o un proyecto de electrificación con un generador solar fotovoltaico (FV), es aquella que se acerque a la latitud de la zona, que para este caso corresponde a 27,17 grados sur.

La utilización de tecnologías solares, ya sea para la generación eléctrica (fotovoltaica) así como aquella para calentar agua de uso sanitario, por ejemplo mediante la instalación de estos equipos en los techos de las viviendas (techos solares) es una opción con buen potencial debido a la disponibilidad de radiación solar en la Isla de Pascua.

RECURSO BIOMASA

La biomasa forestal presente en la Isla de Pascua son plantaciones de *Eucaliptus sp.* los que bajo un esquema de manejo forestal orientado a la producción de biomasa, podrían ser susceptibles de ser utilizado en algún proyecto para la generación de energía, utilizando alguna tecnología de conversión de la biomasa en energía (combustión, termoquímica, principalmente).

RECURSO HÍDRICO

El recurso hídrico en la Isla de Pascua se estima considerando los niveles de pluviometría y la escorrentía superficial. En este sentido, el promedio de lluvias históricas desde 1961 al 2009 en la estación pluviométrica Mataveri son las siguientes:

Tabla 11. Precipitación promedio en Estación Pluviométrica Mataveri, Isla de Pascua

| Mes | Precipitación promedio (mm) |
|---------|-----------------------------|
| Enero | 73,1 |
| Febrero | 81,9 |
| Marzo | 96,7 |
| Abril | 139,9 |
| Mayo | 141 |
| Junio | 107,5 |
| Julio | 115,3 |
| Agosto | 109,4 |

| | |
|--------------|----------------|
| Septiembre | 105,6 |
| Octubre | 87,2 |
| Noviembre | 71 |
| Diciembre | 90,6 |
| Total | 1.219,2 |

Fuente: (DGA, 2010)

Por otro lado, se menciona que la componente de escorrentía superficial en la Isla sería nula, siendo de este modo toda la escorrentía de carácter subterránea. Sin embargo, es probable que en algunos de estos eventos extremos se generen escorrentías superficiales temporales con desagües directos en la costa, por lo que sería necesario descontar una porción de escorrentía al flujo subterráneo, valor que no ha sido registrado (DGA, 2010).

Tomando en cuenta lo anterior, un proyecto de generación hidroeléctrica se hace poco factible.

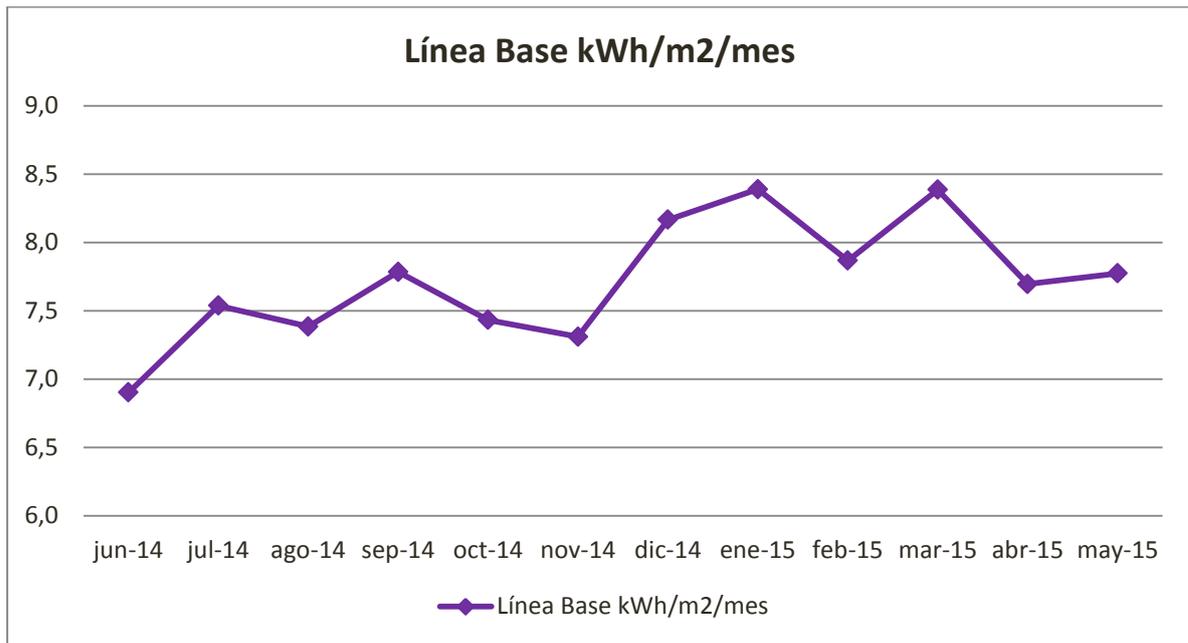
Sin embargo, algunas opciones de utilización del recurso hídrico corresponden a la captura de aguas lluvias para su uso sanitario. Además, utilizando tecnología de bombeo solar con paneles solares fotovoltaicos, puede ser una opción interesante de utilización de ERNC en la Isla.

IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE INDICADORES ENERGÉTICOS (IDE) PARA INSTALACIONES O SISTEMAS RELEVANTES Y PROPUESTA PARA SU SEGUIMIENTO (SÓLO PARA EL CASO DE LAS MUNICIPALIDADES).

DEFINICIÓN DE INDICADORES, DESCRIPCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y CÁLCULOS PRELIMINARES.

Se tiene información de los consumos de energía eléctrica del edificio consistorial mes a mes, por lo tanto la construcción del indicador se puede realizar mensualmente como se muestra en la siguiente tabla y gráfico.

| 1.278,1 | m2 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|-------------|----------------|--|
| | | Jun-14 | Jul-14 | Ago-14 | Sept-14 | Oct-14 | Nov-14 | Dic-14 | Ene-15 | Feb-15 | Mar-15 | Abr-15 | May-15 | TOTAL año | | |
| kWh/mes | | 8.823 | 9.635 | 9.438 | 9.950 | 9.501 | 9.343 | 10.438 | 10.723 | 10.055 | 10.718 | 9.836 | 9.936 | [kWh/año] | 118.395 | |
| Línea Base kWh/m2/mes | 6,9 | 7,5 | 7,4 | 7,8 | 7,4 | 7,3 | 8,2 | 8,4 | 7,9 | 8,4 | 7,7 | 7,8 | [kWh/m2/año] | 92,6 | | |



Al tener los datos detallados mensualmente, este genera que el indicador no sea solo anual, sino que además se pueda realizar un seguimiento de manera mensual a los consumos energéticos.

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA IDENTIFICADAS PARA LA COMUNA.

SECTOR RESIDENCIAL

La implementación de una política pública no solamente se puede medir desde el punto de vista económico, si bien los análisis de VAN social si tratan de tomar esta variable en consideración, es importante mencionar que por ejemplo Isla de Pascua por ser una zona aislada y con una cultura de “supervivencia” busca principalmente la no dependencia y por lo tanto la autogeneración en estos casos presenta prácticamente el escenario ideal.

Es por esto que la implementación de medidas en este caso debe pasar principalmente por la instalación de sistema solares fotovoltaicos, y no por sistemas de ACS. Si bien económicamente el ACS tendería a presentar un VAN social mayor, si tiene el gran problema de que no existe en la isla mano de obra calificada para la mantención de estos equipos, los cuales a diferencia de los sistemas fotovoltaicos, si presentan una necesidad de mantención por parte de especialistas. Esto se pudo apreciar directamente en terreno, al constatar que los proyectos de ACS instalados, no estuvieron operativos más de 6 meses debido a la falta de mantención.

SECTOR MUNICIPAL

El edificio consistorial no presenta consumos de energía por climatización, siendo principal consumo la iluminación. En terreno se verificó que las instalaciones municipales cuentan en un 95% con luminarias led y/o de bajo consumo, por lo tanto no es factible disminuir costos en este ítem tampoco.

Si se detectó la oportunidad de mejora en el sistema de iluminación de la cancha de fútbol. Actualmente la iluminación de la Cancha de Isla de Pascua se realiza de manera convencional, se asume que la iluminación es del tipo Haluro Metálico o Sodio, al no poder contar con información específica de las luminarias, sin perjuicio de lo anterior se cuenta con información del consumo de energía eléctrica de parte del recinto por concepto de iluminación de cancha, lo anterior permitirá realizar las estimaciones necesarias para evaluar una propuesta de recambio por tecnología LED. La energía eléctrica es suministrada a través de un generador de Diésel por lo que el valor de la energía eléctrica estará asociado a esta condición.

Adicionalmente se pudo constatar que esta cancha es utilizada intensamente casi todos los días del año para actividades de la comunidad, lo anterior también de noche, existen focos que requieren de reparación, no se cuenta con los elementos para poder realizar el mantenimiento adecuado requerido para tecnología convencional, un cambio tecnológico a tecnología LED, además de aportar al ahorro energético, requerirá de un mantenimiento considerablemente menor, lo anterior se suma a una vida útil superior por luminaria. La condición de Zona Extrema resulta relevante para considerar de forma importante lo anterior.

Existen antecedentes de proyectos similares, como por ejemplo en la Comuna de Los Sauces, al norte de la región de la Araucanía, cancha iluminada con tecnología LED también consta de cuatro torres lo que genera aún mayor similitud con el caso de Isla de Pascua.

Comuna de Alto Hospicio, consiste en una cancha con tecnología LED con cuatro estructuras de iluminación, al igual al caso isla de Pascua, este utiliza 7 focos led de 350W por estructura, lo anterior será considerado el proyecto base a ser replicado en Isla de Pascua.

Ambos proyectos fueron realizados en el primer semestre del año 2014.

CALCULO DE POTENCIAL DE AHORRO ENERGETICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

SECTOR RESIDENCIAL

Para la modelación del sistema se considera el uso de un Kit tipo de Generación On Grid de 400 watts, el cual se hará generar por 6, 8 y 10 horas para sensibilizar el retorno de la inversión. Se considera dentro de los costos, la mano de obra de la instalación y el sobre costo asociado a transporte y mano de obra a la isla. El costo de kWh ahorrado se utilizará el valor promedio encontrado en la isla y que corresponde a \$171 CLP por kWh.

Con estos antecedentes la modelación resulta de la siguiente forma:

| Escenario Pesimista - 6 horas de generación | Consumo Red | Proyectada (Fotovoltaico) |
|--|--------------------|----------------------------------|
| Potencia por luminaria kW | 0,40 | 0,40 |
| Horas de funcionamiento día | 6 | 6 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |
| kWh consumidos por mes | 72 | 72 |
| Precio por kWh | 171 | 0 |

| | | |
|---|--------|------------------|
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 12.312 | 0 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 12.312 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 147.744 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 1.133.000 |
| Periodo de Retorno Simple de la Inversión | | 7,7 |

| Escenario Normal - 8 horas de generación | Consumo Red | Proyectada (Fotovoltaico) |
|---|-------------|---------------------------|
| Potencia por luminaria kW | 0,40 | 0,40 |
| Horas de funcionamiento día | 8 | 8 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |
| kWh consumidos por mes | 96 | 96 |
| Precio por kWh | 171 | 0 |
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 16.416 | 0 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 16.416 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 196.992 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 1.133.000 |
| Periodo de Retorno Simple de la Inversión | | 5,8 |

| Escenario Optimista - 10 horas de generación | Consumo Red | Proyectada (Fotovoltaico) |
|--|-------------|---------------------------|
| Potencia por luminaria kW | 0,40 | 0,40 |
| Horas de funcionamiento día | 10 | 10 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |
| kWh consumidos por mes | 120 | 120 |
| Precio por kWh | 171 | 0 |
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 20.520 | 0 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 20.520 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 246.240 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 1.133.000 |
| Periodo de Retorno Simple de la Inversión | | 4,6 |

Ante los periodos de retorno definidos, se demuestra que la rentabilidad de aplicar este modelo, sumado con el interés de la comunidad, generará una política pública de alto impacto.

SECTOR MUNICIPAL

Serán utilizados los del proyecto de la comuna de Alto Hospicio obtenidos desde Mercado Público para la estimación de un cambio tecnológico en la cancha de Futbol de Isla de Pascua.

Inversión en iluminación: \$24.080.000 CLP

Montaje y transporte a Isla: 35% del monto de inversión en iluminación

Monto total de inversión en proyecto de recambio LED: \$32.508.000 CLP

Ilustración 13: Vista Cancha de Futbol de día.



Fuente: Propia

Ilustración 14: Vista Cancha de Futbol de noche.



Fuente: Propia

Cálculo del precio de la energía por concepto de utilización de Diésel.

Cálculo del valor de kWh por generación Diésel

| | |
|---|------------|
| Consumo al 100% lt/h | 40 |
| kWh/lt | 10,65 |
| Equivalencia en kWh | 426 |
| Generación al 100% hora (modo continuo) kWh | 163,7 |
| Rendimiento al 100% carga | 38% |
| Precio Diésel \$/lt | 594 |
| Consumo al 100% lt/h en \$ | 23.760 |
| \$/kWh generado | 145 |

Cabe señalar que el valor desde la distribuidora de energía es cercano a los 225 pesos/kWh, por esta razón no se recomienda conexión a la red aun disminuyendo el consumo de energía.

Serán analizados tres escenarios, sensibilizados a las horas de uso diario de la iluminación de la cancha.

| Escenario Normal - 5 horas de uso día | Actual (HM) o Sodio | Proyectada (LED) |
|---|--------------------------------|-------------------------|
| Luminarias | 40 | 28 |
| Potencia por luminaria kW | 1,0 | 0,35 |
| Horas de funcionamiento día | 5 | 5 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |
| kWh consumidos por mes | 6.000 | 1.470 |
| Precio por kWh generado (puro) | 145 | 145 |
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 870.861 | 213.361 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 657.500 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 7.890.004 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 32.508.000 |
| Periodo de Retorno Simple de la Inversión | | 4,1 |
| Escenario Pesimista - 4 horas de uso día (20% menos de uso) | Actual (HM) o Sodio | Proyectada (LED) |
| Luminarias | 40 | 28 |
| Potencia por luminaria kW | 1,0 | 0,35 |
| Horas de funcionamiento día | 4 | 4 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |
| kWh consumidos por mes | 4.800 | 1.176 |
| Precio por kWh generado (puro) | 145 | 145 |
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 696.689 | 170.689 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 526.000 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 6.312.003 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 32.508.000 |
| Periodo de Retorno Simple de la Inversión | | 5,2 |
| Escenario Pesimista - 6 horas de uso día (20% uso adicional) | Actual (HM) o Sodio | Proyectada (LED) |
| Luminarias | 40 | 28 |
| Potencia por luminaria kW | 1,0 | 0,35 |
| Horas de funcionamiento día | 6 | 6 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |
| kWh consumidos por mes | 7.200 | 1.764 |
| Precio por kWh generado (puro) | 145 | 145 |
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 1.045.034 | 256.033 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 789.000 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 9.468.004 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 32.508.000 |

Periodo de Retorno Simple de la Inversión

3,4

Del análisis realizado cabe hacer notar que el periodo de retorno de la inversión en el peor escenario es del orden de los 5 años, lo anterior resulta en una recomendación de evaluar el recambio tecnológico propuesto.

Se recomienda avanzar en el desarrollo de esta oportunidad en detalle, ya que en la actualidad existe dificultad para mantener las instalaciones por lo requerido por la tecnología actual, lo anterior significa que se arriesga el mantener el estándar de calidad necesario para la correcta operación de la cancha en uso nocturno. La tecnología LED aportaría en ese ámbito minimizando la mantención requerida. Adicionalmente se aportaría a la disminución de GEI.

ELABORACIÓN DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PARA CADA MEDIDA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y MUNICIPALIDADES.

RESIDENCIAL Y MUNICIPAL

Para estos casos se recomienda realizar el siguiente modelo de implementación

Como primer paso, se recomienda concursar a los Fondos del Programa Estrategias Energéticas Locales, impulsado por el Ministerio de Energía. De acuerdo a lo que indica la página web del programa, estos fondos son:

“La Estrategia Energética Local (EEL) es una herramienta que sirve para que los Municipios puedan analizar el escenario energético y estimar el potencial de energía renovable y eficiencia energética que se puede aprovechar en su territorio, definiendo una visión energética e involucrando de forma activa a la comunidad en el desarrollo energético de la comuna.

Este instrumento permite, a las distintas autoridades locales, tomar decisiones en base a datos concretos de la realidad energética de sus comunas y así promover una mayor eficiencia energética y el uso de las energías renovables en el corto, mediano y largo plazo.

La implementación de este tipo de estrategias permite sensibilizar e involucrar más a la ciudadanía en cuanto al proceso de desarrollo energético en las comunas que residen. En ese sentido, las Estrategias Energéticas Locales fomentan la participación de la ciudadanía en la adopción de una cultura de generación energética descentralizada, potenciando la eficiencia energética y la incorporación de los recursos energéticos del territorio en el modelo de desarrollo”.

Con la implementación de la EEL y conociendo la idiosincrasia de los habitantes de estas zonas gracias a las visitas a terreno realizadas, se puede afirmar que la implementación de los proyectos será 100% exitosa.

Más información sobre las EEL y su mecanismo de funcionamiento en www.minenergia.cl/estrategialocal

Como segundo paso se debe conseguir los fondos para la implementación, lo cual se propone hacer a través de dos fondos:

FNDR:

Es el principal instrumento financiero, mediante el cual el Gobierno Central transfiere recursos fiscales a cada una de las regiones, para la materialización de proyectos y obras de desarrollo e impacto regional, provincial y local. Su administración corresponde principalmente a los Gobiernos Regionales y a la Subsecretaría de Desarrollo regional y Administrativo.

En la actualidad, las principales provisiones son:

- i. Saneamiento Sanitario
- ii. Residuos Sólidos
- iii. Puesta en Valor del Patrimonio
- iv. Fondo de Infraestructura Educativa (FIE)
- v. Transantiago (Ley Nº 20.378, Art. 4º Transitorio y 5º Permanente)
- vi. Fondo de Inversión y Reversión Regional (Royalty Minero)
- vii. Fondo para la Innovación y Competitividad (FIC)
- viii. Energización

En esta última glosa (energización), es donde aplican los proyectos a los cuales se requiere conseguir fondos.

DESARROLLO ESTUDIO SECTOR JUAN FERNANDEZ

IDENTIFICACIÓN, DETERMINACIÓN DE USOS ENERGÉTICOS Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA DEL SECTOR RESIDENCIAL Y DE LA MUNICIPALIDAD

DESCRIPCIÓN DEL DESPLIEGUE TERRITORIAL PARA EL LEVANTAMIENTO DE ENCUESTAS

El despliegue territorial para el levantamiento de encuestas a nivel residencial se efectuó en la zona urbana del poblado San Juan Bautista de la Isla Robinson Crusoe del Archipiélago de Juan Fernández, que forma parte de la comuna de Juan Fernández. Para este cometido, y con el apoyo de la Municipalidad de Juan Fernández, se efectuó un reconocimiento previo, en gabinete y en terreno, de la situación constructiva del poblado.



En conjunto con la Municipalidad se estableció los lugares que se debían recorrer para tener una muestra representativa de todos los tipos de vivienda que existen en el poblado. Producto de esta revisión se estableció los siguientes sectores:

- i. Sector Cementerio
- ii. Sector Calle La Pólvara
- iii. Sector El Palillo
- iv. Sector Vicente González
- v. Sector El Escoces
- vi. Sector Santa Clara
- vii. Sector Plazoleta el Yunque
- viii. Sector Cerro La Cruz
- ix. Villa Quarzo (Villa de la Armada)
- x. Sector calle La Hotelera
- xi. Subida Mirador Selkirk
- xii. Sector CONAF

La campaña de levantamiento de encuestas a nivel residencial se realizó entre los días 05 de octubre hasta el 15 de octubre de 2015, recorriendo la totalidad del pueblo.

Se estima que en total se golpeó la puerta de alrededor de 360 viviendas, solicitando la realización de la encuesta, del cual se logró, en total, el 33,9% de respuestas afirmativas, lo que da un total de 122 encuestas realizadas durante el despliegue en terreno.

La tasa de respuesta se vio perjudicada principalmente por el inicio de la temporada de captura de la langosta, pues gran parte del pueblo modifica su lugar de habitación hacia Isla Alejandro Selkirk, estimándose que unas 70 personas se trasladaron a esta isla, y otras 15 se trasladaron hacia el sector de Islas Desventuradas (Isla San Félix e Isla San Ambrosio); esto de acuerdo a lo informado por la Tenencia de Carabineros del poblado.

Con esto se estima que el número de casas desocupadas era cercano a las 50 viviendas.

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION MUNICIPAL

DESCRIPCIÓN DE ENTREVISTA EN MUNICIPALIDAD

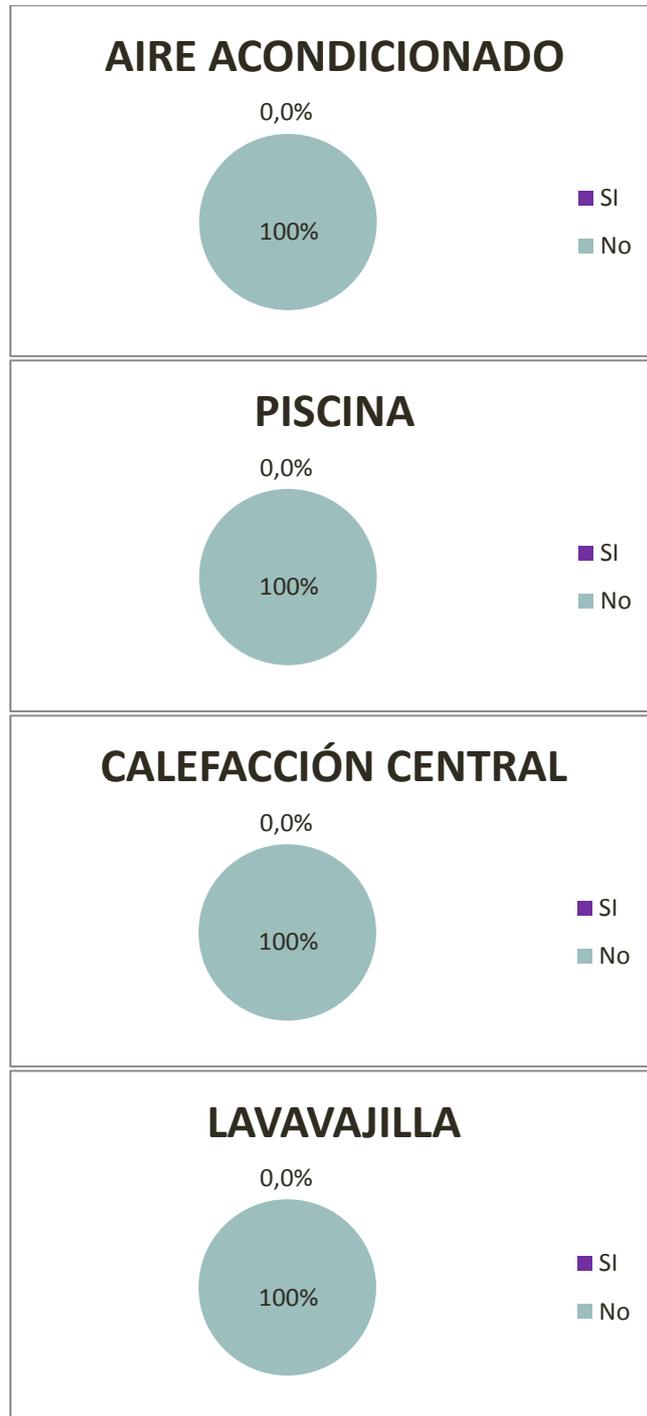
La contraparte que nos recibió en la isla fue la Srta. Carol Chamorro López, Encargada Unidad Gestión Ambiental Municipal, la cual nos indicó la problemática de las instalaciones Municipales, referentes a la inexistencia de dependencias que pertenecen al Municipio debido a que estas fueron arrasadas por el tsunami del año 2010 y a la fecha siguen sin ser construidas las nuevas dependencias.

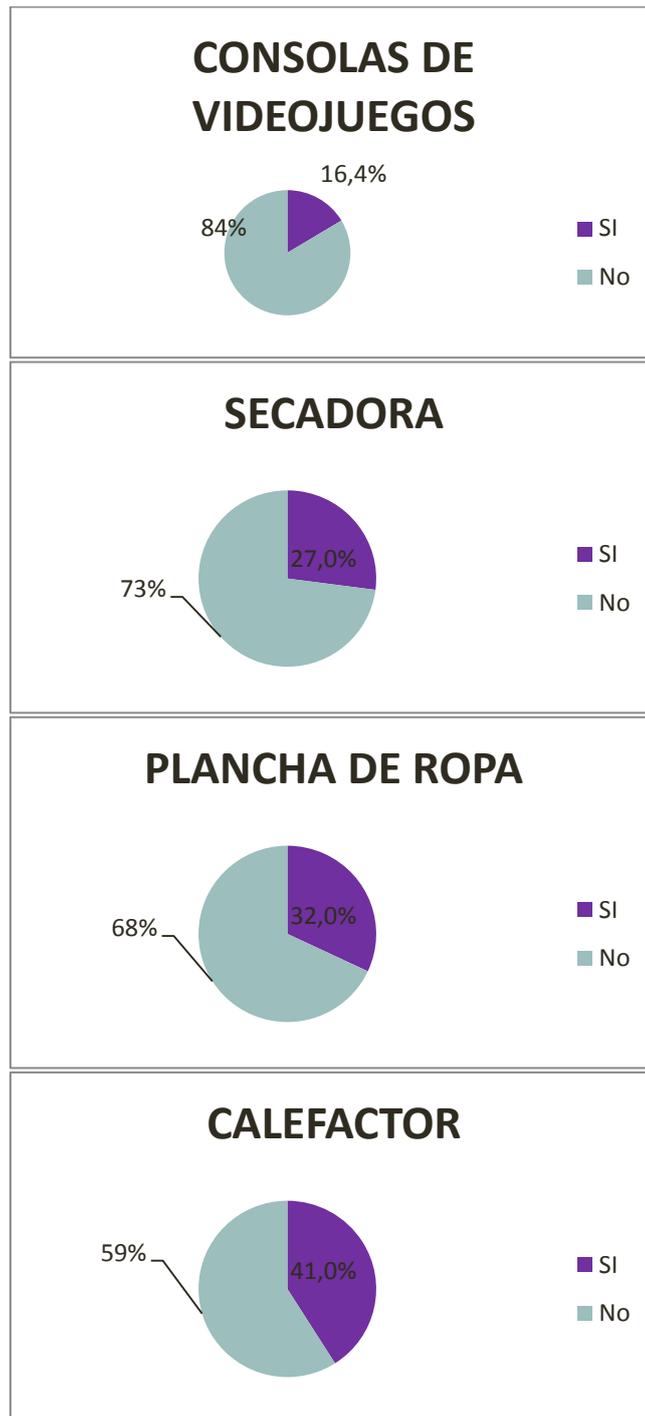
ANÁLISIS DE DATOS

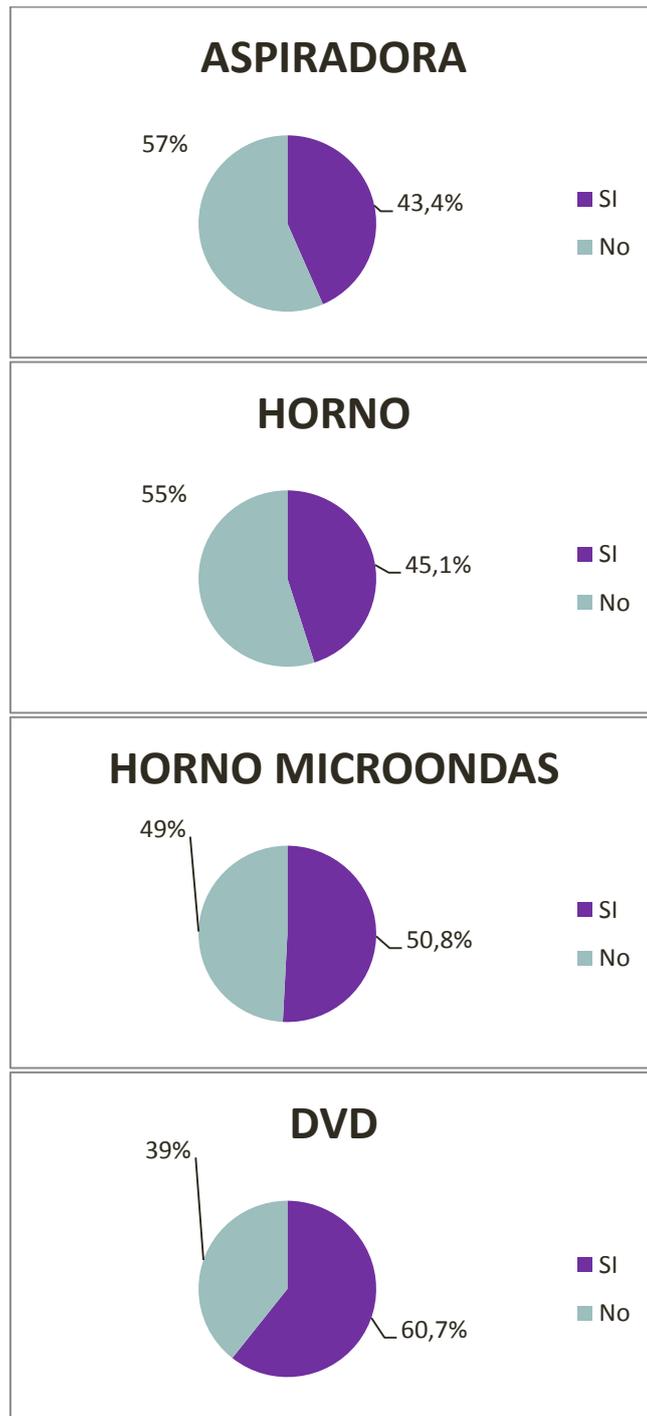
RESIDENCIAL

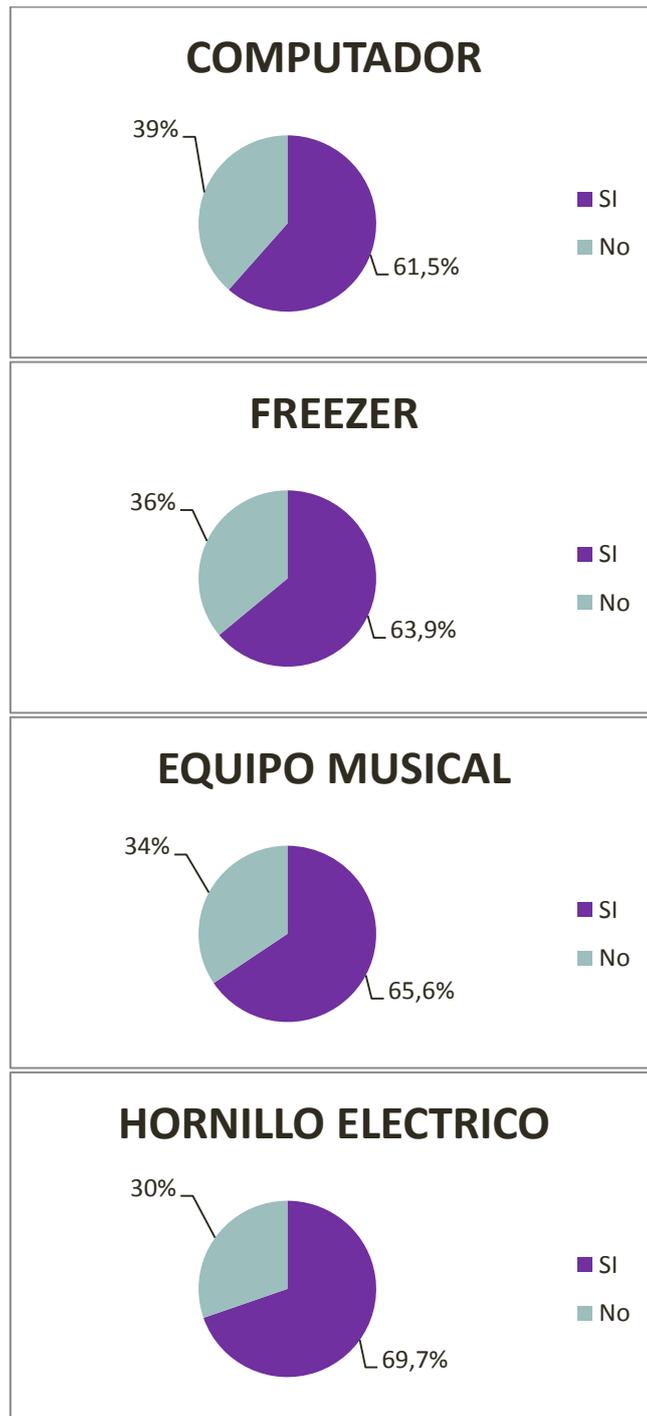
TENENCIA DE ARTEFACTOS JUAN FERNÁNDEZ

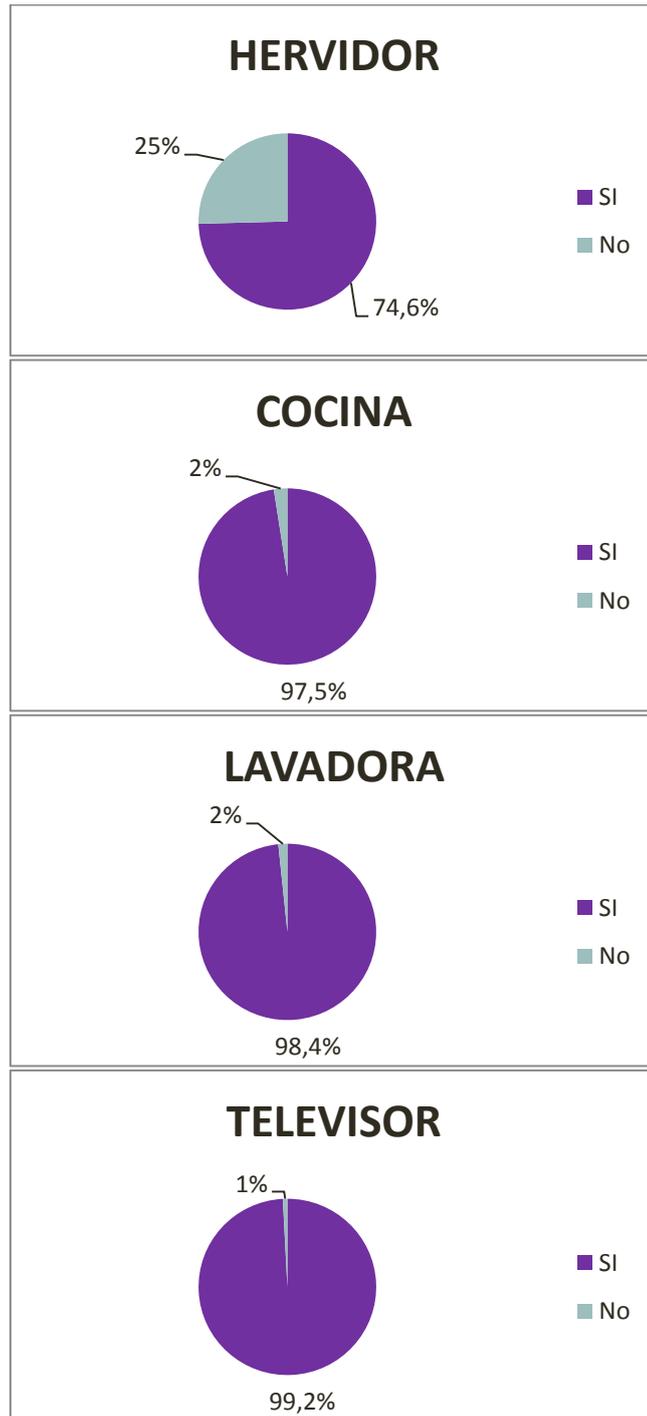
Ilustración 46: Tenencia de Equipos en Juan Fernández

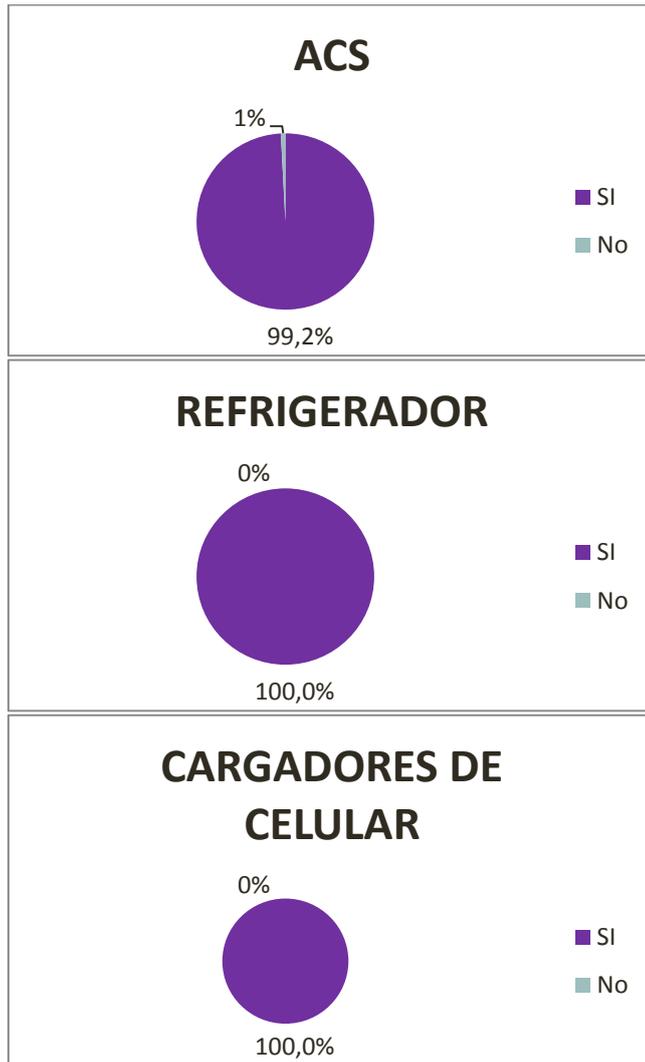






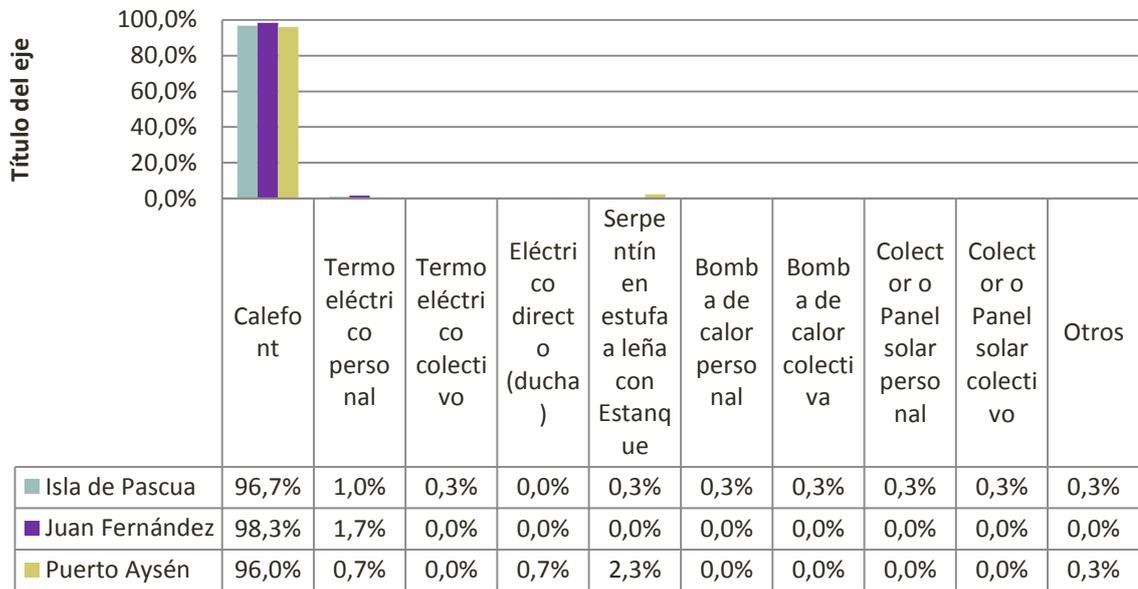




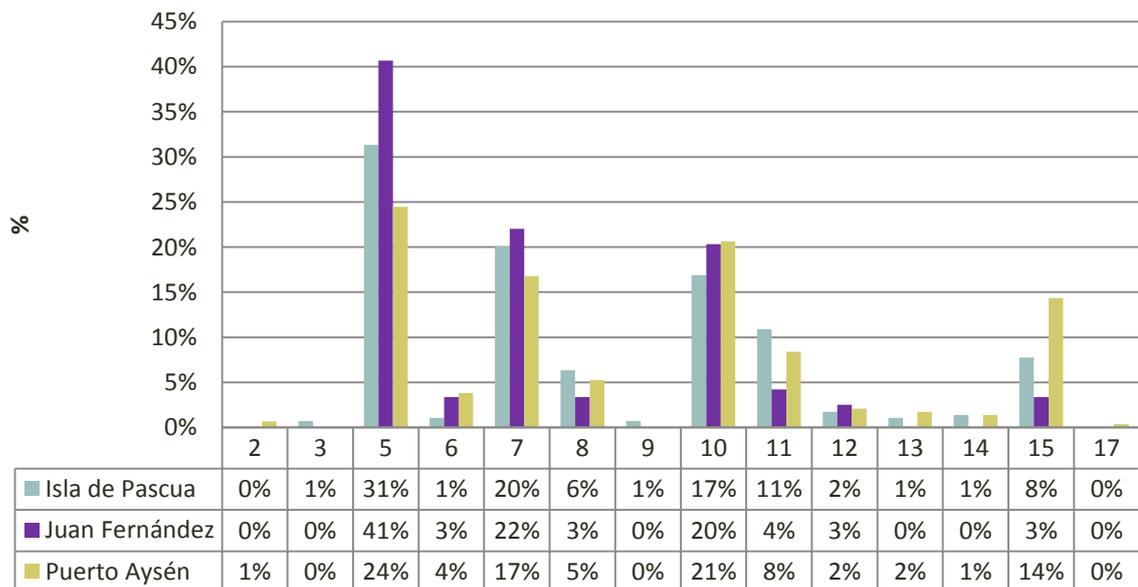


Fuente: Elaboración propia en base a encuesta.

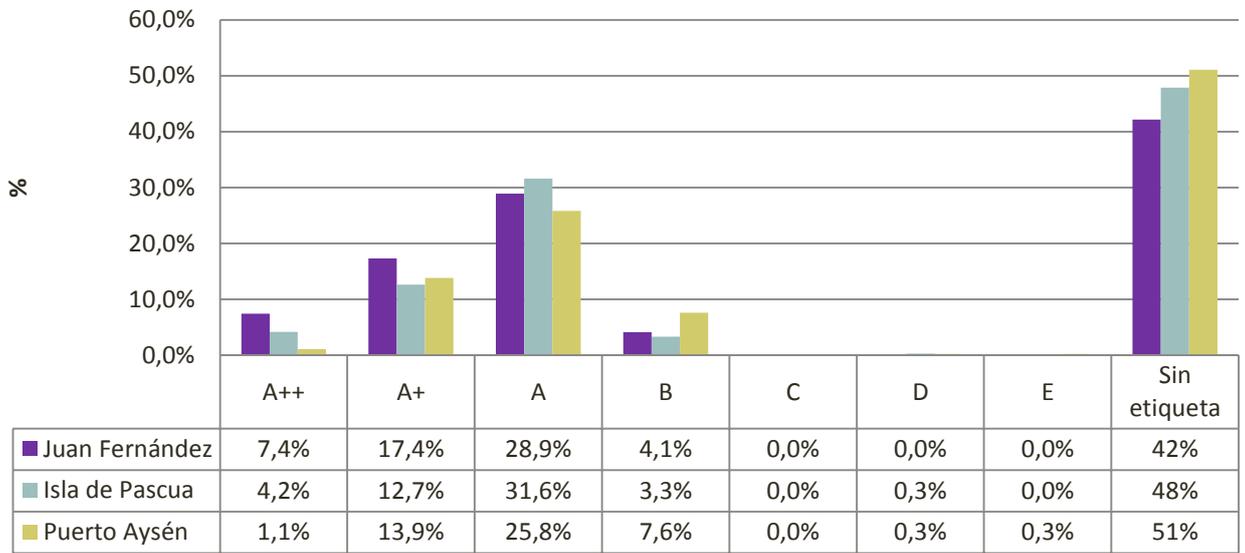
Artefactos ACS



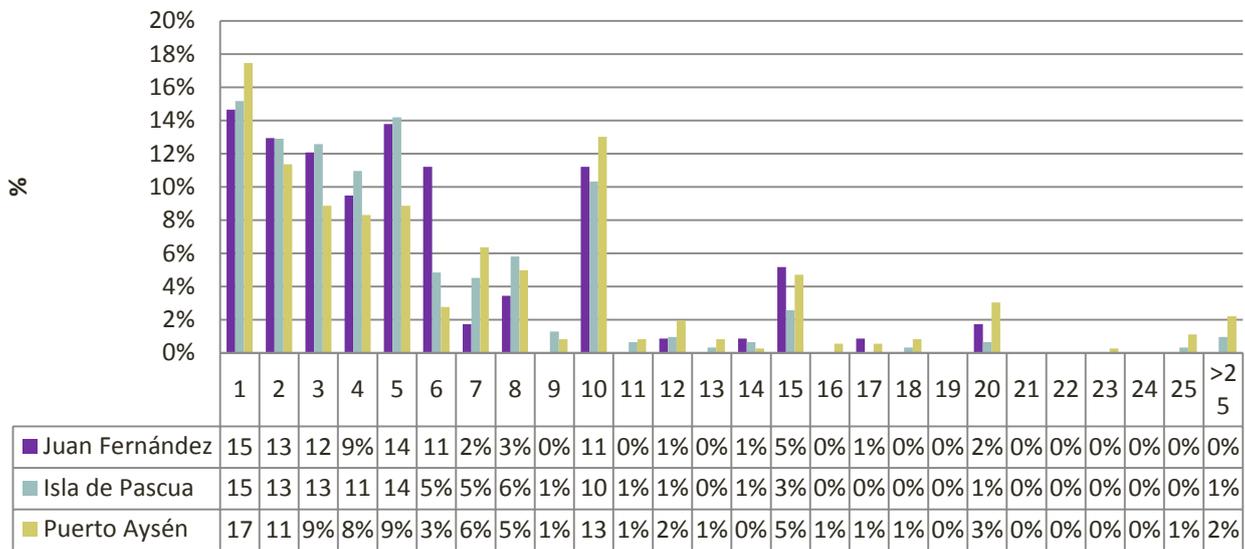
Tamaño de calefon en litros



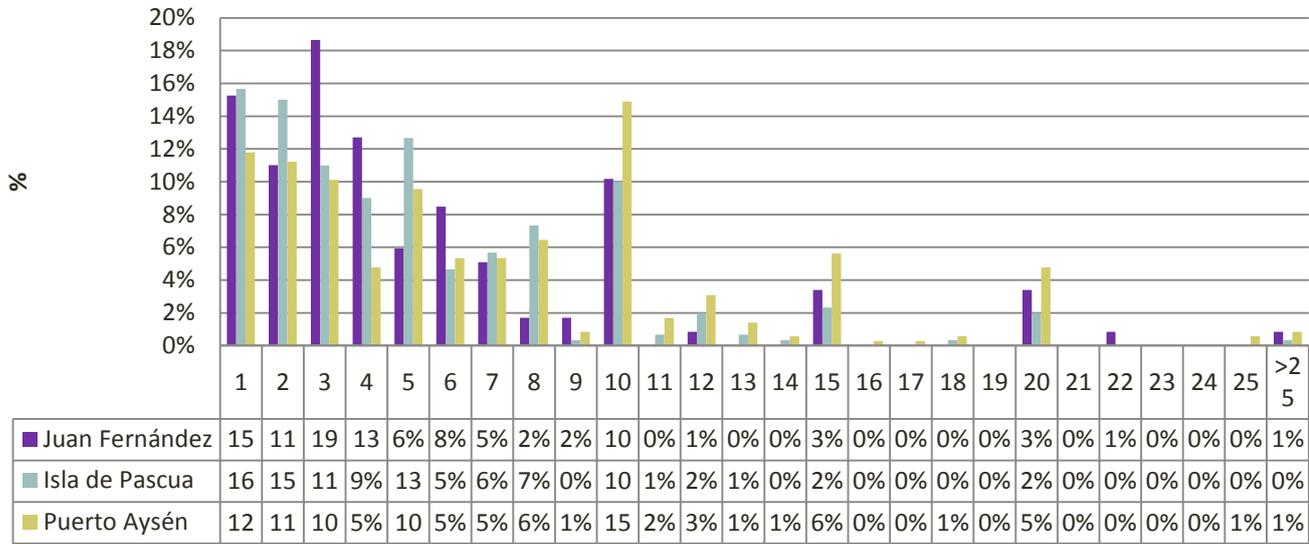
Etiquetado de refrigeradores



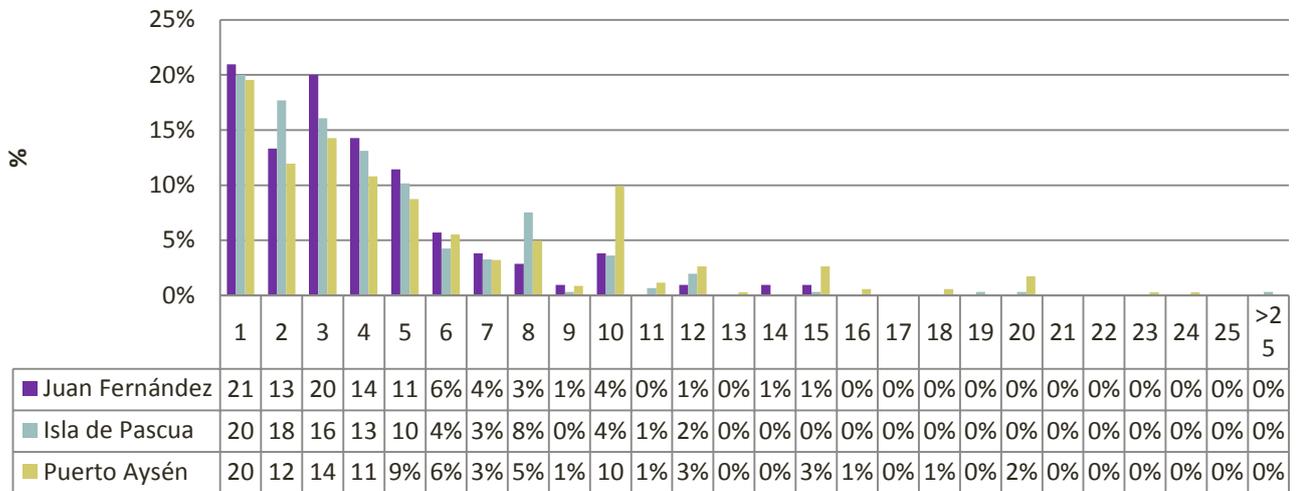
Antigüedad en Años Cocina



Antigüedad en Años Refrigerador



Antigüedad en Años Lavadora



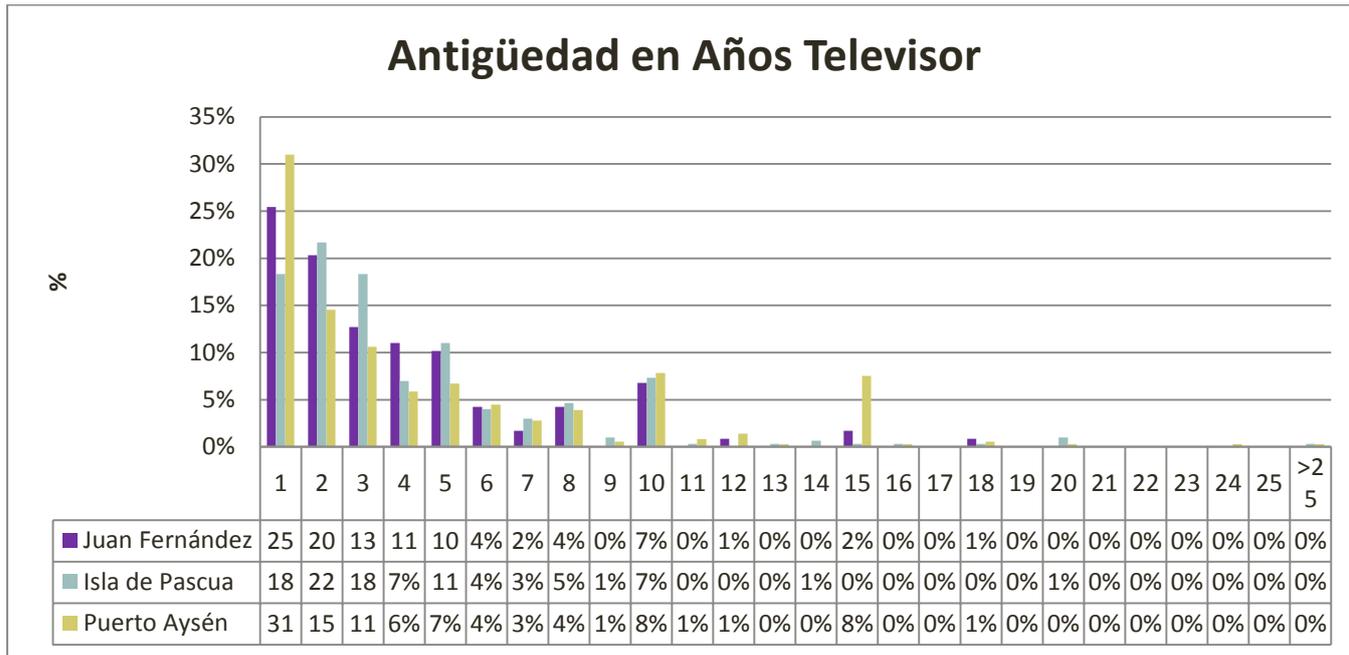


Tabla 12: Clasificación de tenencia de ampolletas por comuna.

| Ampolletas | | Juan Fernández | Isla de Pascua | Aysén |
|---|------------|----------------|----------------|--------------|
| Número de ampolletas promedio en el hogar | | 8,20 | 10,22 | 9,91 |
| Ampolletas eficientes | | 5,75 | 7,23 | 6,15 |
| Ampolletas incandescentes de 60w y menos | | 0,20 | 0,73 | 1,31 |
| Ampolletas incandescentes mayor a 60w | | 1,83 | 1,66 | 1,03 |
| Ampolletas Fluorescentes compactas (FLC) | | 0,18 | 0,24 | 0,97 |
| Focos dicroicos | | 0,11 | 0,13 | 0,12 |
| Ampolletas LED | | 0,15 | 0,23 | 0,34 |
| Ampolletas Ineficientes | Media | 2,13 | 2,52 | 2,46 |
| | Porcentaje | 26,0% | 24,7% | 24,8% |
| Ampolletas Eficientes | Media | 6,07 | 7,69 | 7,45 |
| | Porcentaje | 74,0% | 75,3% | 75,2% |

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta.

A continuación se presentan, en formato gráfico, la tenencia de equipos en las comunas de Aysén, Isla de Pascua y Juan Fernández:

Gráfico de tenencia de equipos Isla de Pascua

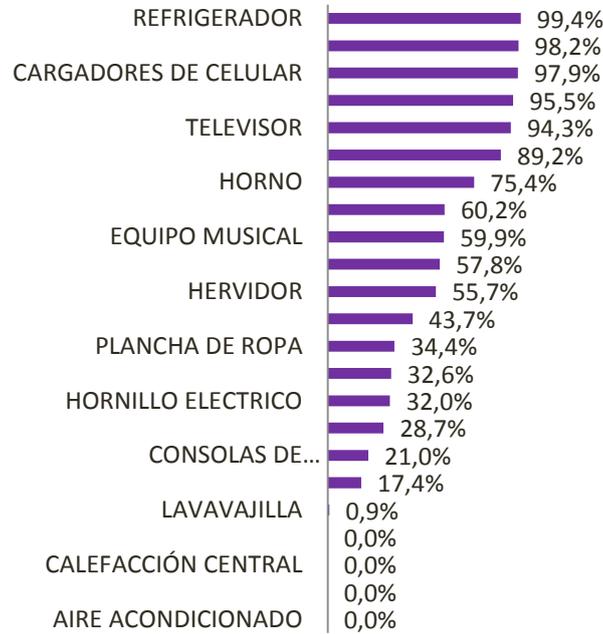
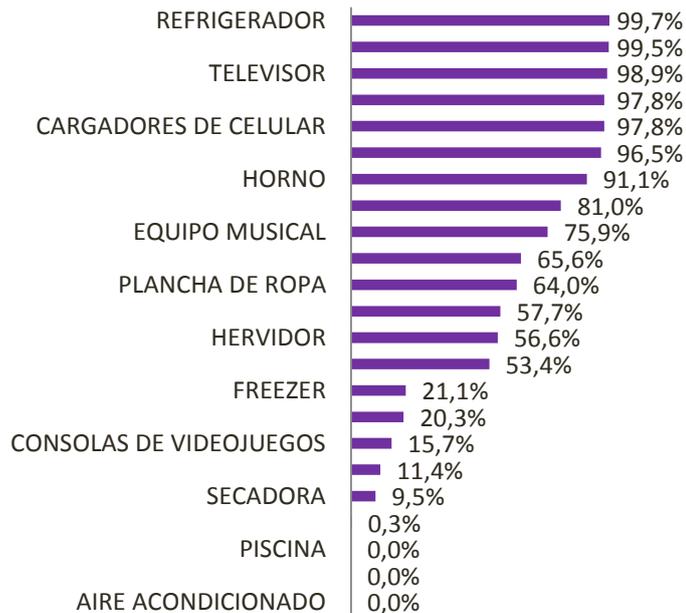
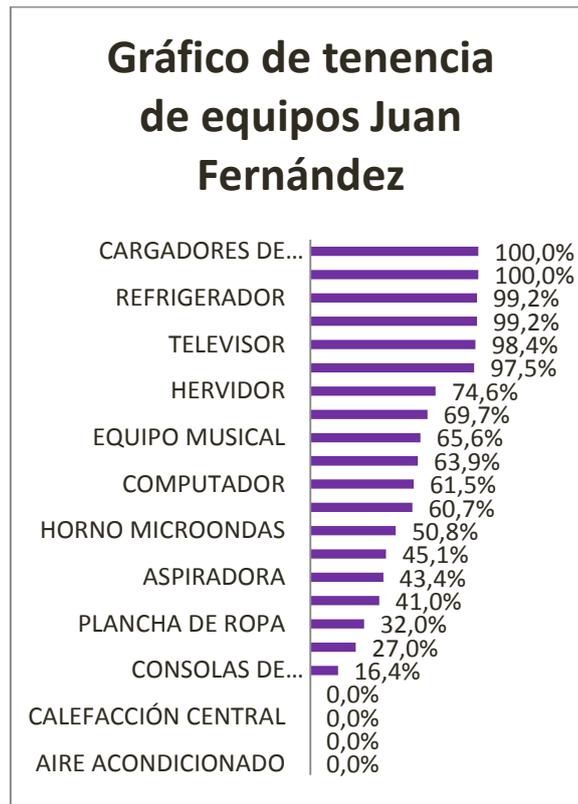


Gráfico de tenencia de equipos Aysén





PERFIL DE CONSUMO RESIDENCIAL

A continuación se presenta el perfil de consumos para la comuna de Juan Fernández.

Tabla 11: Consumo Energético Promedio Anual en Juan Fernández, desglosado por Combustible.

| | GN | GLP | Electricidad | Leña | Carbón | Parafina | Pellet |
|--------------|---------|------|--------------|-------|--------|----------|--------|
| | kWh/año | | | | | | |
| ACS | 0 | 6741 | 9515 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COCINA | 1294 | 0 | 0 | 10167 | 0 | 0 | 0 |
| HORNO | 0 | 212 | 0 | 513 | 0 | 0 | 0 |
| HORNILLO | 0 | 0 | 113 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MICROONDAS | 0 | 0 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CALEFACCIÓN | 0 | 870 | 399 | 765 | 0 | 813 | 0 |
| ILUMINACIÓN | 0 | 0 | 348 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| REFRIGERADOR | 0 | 0 | 476 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FREEZER | 0 | 0 | 381 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HERVIDOR | 0 | 0 | 142 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LAVAVAJILLA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LAVADORA | 0 | 0 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SECADORA | 0 | 0 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PLANCHA | 0 | 0 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| COMPUTADOR | 0 | 0 | 79 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | |
|------------|---|---|-----|---|---|---|---|
| TELEVISOR | 0 | 0 | 209 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DVD | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CONSOLA | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RADIO | 0 | 0 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ASPIRADORA | 0 | 0 | 138 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CELULAR | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| STAND BY | 0 | 0 | 106 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

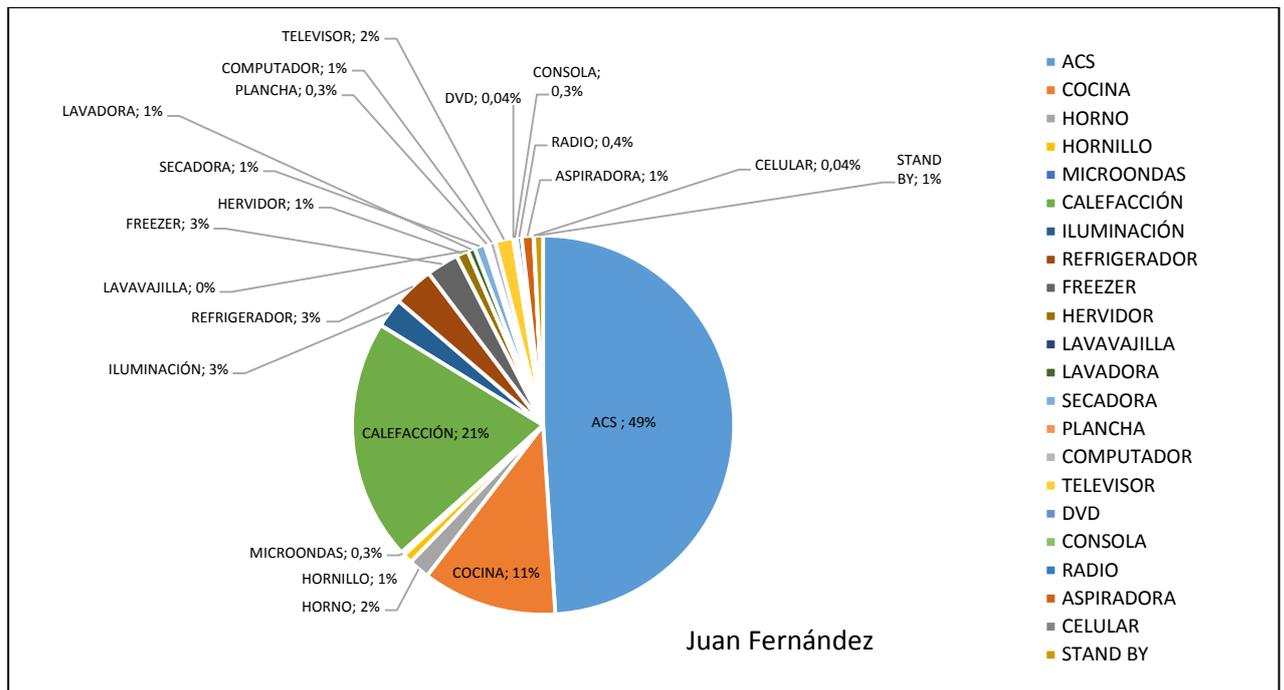
Tabla 12: Consumo Energético Promedio Anual en Juan Fernández.

| | Consumo Promedio | |
|--------------|------------------|------------|
| | kWh/año | Porcentaje |
| ACS | 6787 | 49% |
| COCINA | 1580 | 11% |
| HORNO | 246 | 2% |
| HORNILLO | 113 | 1% |
| MICROONDAS | 43 | 0.3% |
| CALEFACCIÓN | 2847 | 21% |
| ILUMINACIÓN | 348 | 3% |
| REFRIGERADOR | 476 | 3% |
| FREEZER | 381 | 3% |
| HERVIDOR | 142 | 1% |
| LAVAVAJILLA | 0 | 0% |
| LAVADORA | 84 | 1% |
| SECADORA | 125 | 1% |
| PLANCHA | 47 | 0.3% |
| COMPUTADOR | 79 | 1% |
| TELEVISOR | 209 | 2% |
| DVD | 6 | 0.04% |
| CONSOLA | 37 | 0.3% |
| RADIO | 57 | 0.4% |
| ASPIRADORA | 138 | 1% |
| CELULAR | 5 | 0.04% |
| STAND BY | 106 | 1% |

Fuente: Elaboración propia.

En base a los datos presentados en la Tabla 14, se confecciona el siguiente gráfico:

Ilustración 47: Consumos Energéticos Promedio Anuales en Juan Fernández.



Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS MUNICIPAL

DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

Posterior al terremoto y maremoto del año 2010 que azotó a Concepción y que posteriormente llegó al archipiélago de Juan Fernández, el edificio consistorial con el que contaba el Municipio fue devastado por el maremoto y desde ese momento, no existen oficinas regulares para la Municipalidad.

El año 2012 se inició la construcción del nuevo edificio consistorial, el cual fue abandonado por la constructora que tenía a cargo el proyecto el año 2013, indicando que había caído en quiebra.

El año 2014 se realizó una licitación para el “rediseño” del edificio consistorial, la cual fue declarada desierta y a la fecha aún no se cuenta con un proyecto definitivo para poder llamar a licitación para la construcción del nuevo edificio consistorial.

Por estas razones es que las dependencias municipales están dispuestas en distintas instituciones de la isla, como por ejemplo en estos instantes están en oficinas de la armada y de la planta generadora eléctrica y por lo tanto, no existen registros de consumos para estas dependencias.

GRÁFICOS Y COMENTARIOS DE CONSUMO ELÉCTRICO

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, no existen registros de consumo para la comuna de Juan Fernández.

GRÁFICO Y COMENTARIOS DE OTROS ENERGÉTICO

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, no existen registros de consumo para otros energéticos en la comuna de Juan Fernández.

ANÁLISIS RESULTADOS Y ENSAYOS

EVALUACIÓN TERMOGRÁFICA

Debido a lo expresado anteriormente, no es posible realizar termografías ya que no existen dependencias Municipales propias.

EVALUACIÓN HERMETICIDAD

Debido a lo expresado anteriormente, no es posible realizar termografías ya que no existen dependencias Municipales propias.

REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Debido a la no existencia de dependencias Municipales, no existe es posible realizar este ensayo.

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y EN LA MUNICIPALIDAD CONSIDERANDO LAS DIFERENTES INSTALACIONES Y SISTEMAS.

OPORTUNIDADES DE EE

RESIDENCIAL

MUNICIPAL

Al no existir dependencias Municipales, no es posible realizar este análisis.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN LEVANTADA DE LOS USOS ENERGÉTICOS EN AMBOS SECTORES.

ANÁLISIS TARIFARIO

Opera con 3 generadores diésel al alero de la Municipalidad, la cual genera, distribuye y factura. El precio de la electricidad es plana, el cobro alcanza \$129 CLP por kWh, una tarifa un 30% más cara que en la Región Metropolitana.

La red de distribución es relativamente nueva y en tensiones superiores a las observadas en Isla de Pascua.

No existen fuertes reclamos con respecto a materias de calidad y servicio, excepto en época de mayor afluencia de turistas.

Los habitantes reciben además subsidios directos, como ejemplo:

Subsidios en kWh por boleta de la cuenta de electricidad a adultos mayores. Ejemplos observados, subsidio de 40 kWh por mes a familias vulnerables.

La Municipalidad también distribuye el diésel, la cual se entrega en un punto cercano al almacenamiento de diésel para la planta de energía.

El gas licuado llega en barco, en cilindros de 11 kg, 15 kg y 45 kg principalmente, distribuido por Lipigas.

Un cilindro de 45 kg alcanza un precio de mercado de \$50.000 CLP. Diez mil pesos más alto que en RM, y más caro que en Isla de Pascua a pesar del transporte por efecto IVA.

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LOS USOS ENERGÉTICOS Y DE LAS OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DETECTADAS EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y EN LAS MUNICIPALIDADES

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA IDENTIFICADAS PARA LA COMUNA.

SECTOR RESIDENCIAL

Para Juan Fernández, el análisis es prácticamente idéntico y por lo tanto la recomendación de implementación de ERNC es lo óptimo.

SECTOR MUNICIPAL

No existe edificio municipal, por lo cual no es posible realizar análisis al respecto. Solamente se hace un análisis a la arquitectura del nuevo edificio consistorial que detuvo su construcción y se realizan algunas recomendaciones para el diseño del futuro proyecto a desarrollar. Por no ser parte del estudio, sino que por ser un valor agregado al proyecto, se agrega en el anexo N°5 del presente informe.

CALCULO DE POTENCIAL DE AHORRO ENERGETICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

SECTOR RESIDENCIAL

Los resultados para el caso de Juan Fernández varían solamente en el valor del kWh a pagar, el cual para este caso corresponde a una tarifa plana de \$129 CLP por kWh. Con este valor el resultado de la modelación es la siguiente:

| Escenario Pesimista - 6 horas de generación | Consumo Red | Proyectada (Fotovoltaico) |
|--|--------------------|----------------------------------|
| Potencia por luminaria kW | 0,40 | 0,40 |
| Horas de funcionamiento día | 6 | 6 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |

| | | |
|---|-------|------------------|
| kWh consumidos por mes | 72 | 72 |
| Precio por kWh | 129 | 0 |
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 9.288 | 0 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 9.288 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 111.456 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 1.133.000 |
| Periodo de Retorno Simple de la Inversión | | 10,2 |

| Escenario Normal - 8 horas de generación | Consumo Red | Proyectada (Fotovoltaico) |
|---|-------------|---------------------------|
| Potencia por luminaria kW | 0,40 | 0,40 |
| Horas de funcionamiento día | 8 | 8 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |
| kWh consumidos por mes | 96 | 96 |
| Precio por kWh | 129 | 0 |
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 12.384 | 0 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 12.384 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 148.608 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 1.133.000 |
| Periodo de Retorno Simple de la Inversión | | 7,6 |

| Escenario Optimista - 10 horas de generación | Consumo Red | Proyectada (Fotovoltaico) |
|--|-------------|---------------------------|
| Potencia por luminaria kW | 0,40 | 0,40 |
| Horas de funcionamiento día | 10 | 10 |
| Días de funcionamiento mes | 30 | 30 |
| kWh consumidos por mes | 120 | 120 |
| Precio por kWh | 129 | 0 |
| Costo de generación de energía \$ (mes) | 15.480 | 0 |
| Ahorro económico potencial \$ (mes) | | 15.480 |
| Ahorro económico potencial \$ (año) | | 185.760 |
| Inversión inicial en pesos chilenos | | 1.133.000 |
| Periodo de Retorno Simple de la Inversión | | 6,1 |

Pese a la disminución del valor de la energía con respecto a Isla de Pascua, se observa que aun en el caso pesimista, sigue siendo una opción con alta rentabilidad e impacto social.

SECTOR MUNICIPAL

ELABORACIÓN DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PARA CADA MEDIDA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL Y MUNICIPALIDADES.

RESIDENCIAL Y MUNICIPAL

RECOMENDACIONES RELACIONADAS A LA MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN DE LOS AHORROS ENERGÉTICOS.

En todos los casos propuestos, las variables de validación pasan por el ahorro en cuentas de consumo, por lo cual la medición y verificación es un mecanismo simple de seguimiento a las facturas de los beneficiarios.

Esto no necesariamente aplicará a la implementación de acondicionamiento térmico, ya que el energético que se utiliza en estos casos normalmente corresponde a leña, la cual no siempre es comprada en negocios establecidos y que entreguen boleta por la compra. En este caso se puede realizar una validación en terreno de la aplicación de las mejoras y realizar una simulación calibrada de los casos antes y después de la implementación.

POSIBILIDADES/NECESIDADES DE FINANCIAMIENTO POR PARTE DEL SECTOR RESIDENCIAL O DE LAS MUNICIPALIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE INVERSIÓN. ESTAS ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO PUEDEN CONTENER CONTRATO ESCO.

La implementación de los proyectos indicados requiere de aporte de privados solo para el caso del subsidio de acondicionamiento térmico, en donde el beneficiario deberá contar con un ahorro previo de UF 3 para poder postular al subsidio.

En lo que respecta a modelo ESCO, este es un modelo que internacionalmente se usa mucho, pero en Chile no ha podido penetrar de la forma esperada. El año 2014, Sustentank realizó un estudio sobre los modelos ESCO en Chile y su implementación en a nivel de Gobierno.

El Estudio "Análisis y propuestas para la consolidación de empresas de servicios energéticos en Chile", analizó la factibilidad de desarrollo de proyectos de EE en base a contratos de desempeño desarrollados por las ESCOs en entidades públicas, bajo el modelo de contratación formulados y la normativa aplicable al sector público.

Este informe analizó diferentes fuentes en el caso de modelos de contratos:

- i. Energy performance Contracting. Contratación de servicios energéticos. Guía para el éxito, Berliner Energie Agentur
- ii. Contrato Propuesto por Dalkia al Hospital Luis Calvo Mackenna (2009)
- iii. Modelos de Contratos de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética desarrollados en el marco del Fondo de Garantía de Eficiencia Energética

Respecto de la normativa pertinente del sector público el foco estuvo en analizar la regulación de compras públicas, sin desatender el marco regulatorio general que determina el actuar del Estado.

Dada esta revisión, resultaron las siguientes conclusiones específicas:

En atención a los montos involucrados en este tipo de contratos y las causales de excepción que establece la regulación de compras públicas, se estima que para la contratación de un “contrato de desempeño” debe procederse vía licitación pública.

En dichas licitaciones deberían seguirse criterios formulados por la Fiscalía Nacional Económica para la licitación de servicios de recolección, transporte y disposición de Residuos Sólidos Domiciliarios, en pos de garantizar la libre competencia.

No obstante lo anterior, resulta perfectamente factible considerar dentro de las modalidades de contratación el que exista un convenio marco para este tipo de contratos. No hay restricciones para tal efecto.

En el caso de los municipios, las actuaciones del Alcalde como administrador principal del gobierno comunal se encuentran limitadas por la necesidad de que el Concejo le autorice a proceder en determinadas operaciones. En atención a los montos involucrados en este tipo de contratos (mayores a \$20.000.000 de pesos), parece ser que siempre se requerirá dicha aprobación. En la misma línea, si el respectivo contrato excede el periodo alcaldicio, el quórum de aprobación requerido es mayor (dos tercios).

Por último, cabe tener presente que en el caso de los municipios las resoluciones que aprueben bases de licitación y contratos están exentas del trámite de toma de razón, lo que genera un trade-off, por un lado mayor rapidez del trámite, por otro, el riesgo de cuestionamientos posteriores por parte de la Contraloría General de la República (CGR), toda vez que las actuaciones de los municipios están sujetas a la fiscalización ex post del órgano contralor. De esto se desprende que puede ser de suma utilidad trabajar en la línea de un contrato tipo para entidades públicas en conjunto con la CGR. En el caso de la Administración Central la utilidad de una medida de este tipo es más evidente pues la existencia de un contrato (y bases) modelo para esta clase de servicios haría más expedito el control preventivo de la CGR.

De las anteriores conclusiones específicas del estudio al respecto, se desprende, en forma general, que sí es factible el desarrollo de proyectos de EE en base a contratos de desempeño desarrollados por las Escos en entidades públicas con ciertas limitaciones que van más bien por el lado de la normativa y legislación vigente para el sector Públicos que por el modelo de negocio.

Este mismo estudio presenta un borrador de contrato para el Modelo Esco aplicado a gobierno.