



Documento: DI/17
Item Agenda: GROL 8
Presentado por: Chile

“USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LA ANTÁRTICA”



USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LA ANTÁRTICA

Durante los últimos años, ha sido una prioridad del Instituto Antártico Chileno, organismo gubernamental responsable del Programa Científico Antártico Chileno, la implementación de alternativas energéticas, ambientalmente amigables, con la finalidad de disminuir los costos en combustible y el posible impacto sobre el medio ambiente antártico debido al traslado y almacenaje de ellos.

Es así que durante el año 2004 se comenzó a definir la idea de instalar generadores eólicos en las bases y refugios del INACH, con la finalidad de promover el uso de energías renovables en ese continente, proyecto que fue presentado al Gobierno Regional de Magallanes, por financiamiento. Además, durante la temporada antártica 2004-2005 el Departamento Logístico del INACH implementó un sistema eléctrico a base de baterías que ha permitido disminuir el uso de combustibles en uno de sus refugios en la isla Livingston.

A continuación se presentan ambos casos, para conocimiento de la comunidad antártica latinoamericana.



CASO 1: RESUMEN PROYECTO “CONSTRUCCION DE SISTEMA DE GENERACION EÓLICA ANTÁRTICA”

Ing. Jorge Osorio Veas.

1. Antecedentes

El debate sobre el uso de combustibles fósiles en la Antártica, los costos asociados y los riesgos para el medio ambiente producto de su utilización, ha aumentado en los últimos años, generando numerosas controversias en el mundo político y científico. Cada año se inician nuevos estudios que permiten introducir nuevas y mejores alternativas a las ya existentes; así, cada vez son más las instituciones, centros universitarios, de investigación e Institutos Antárticos que promueven el uso de fuentes de energía renovables.

Con el fin de solucionar el abastecimiento de energía eléctrica para las instalaciones que posee el Instituto Antártico Chileno en la Antártica, se ha propuesto implementar aerogeneradores de pequeña potencia, que permitan por un lado satisfacer las demandas de energía de las instalaciones y por otro, estudiar el comportamiento de pequeñas máquinas en territorio Antártico.

2. Justificación

La entrada en vigencia del Protocolo de Protección del Medio Ambiente Antártico (ratificada por Chile en enero de 1995) obligó a los Administradores de Programas Nacionales a adquirir e instalar tecnologías alternativas para el cuidado y protección del medio ambiente. Entre éstas se encuentra la energía eléctrica producida por generadores eólicos, los cuales presentan ventajas importantes en relación al uso de generadores convencionales.

El desarrollo de esta propuesta permitirá eliminar la adquisición, transporte y uso de aproximadamente 15.000 litros de petróleo, necesarios para la operación de campamentos y refugios cada temporada. Adicionalmente, se evitará la adquisición, uso y transporte de insumos como aceites, aditivos, lubricantes, repuestos y otros elementos asociados al uso de generadores convencionales.

Por otra parte, este proyecto consolidará uno de los principales objetivos tecnológicos del INACH, como es el uso de energías limpias para la actividad científica en la Antártica, evitando la contaminación producto de la eliminación de dióxidos y material particulado o por combustión del petróleo, ruidos asociados y otros.



Cabe recordar que los lugares seleccionados para la instalación de esta tecnología corresponder a Zonas Antárticas Especialmente Protegidas (ZAEP), debido a los valores de la flora y fauna presentes, con la finalidad de conjugar la adecuada armonía entre ciencia y tecnología, generando un precedente de la más alta importancia para las futuras construcciones nacionales y extranjeras.

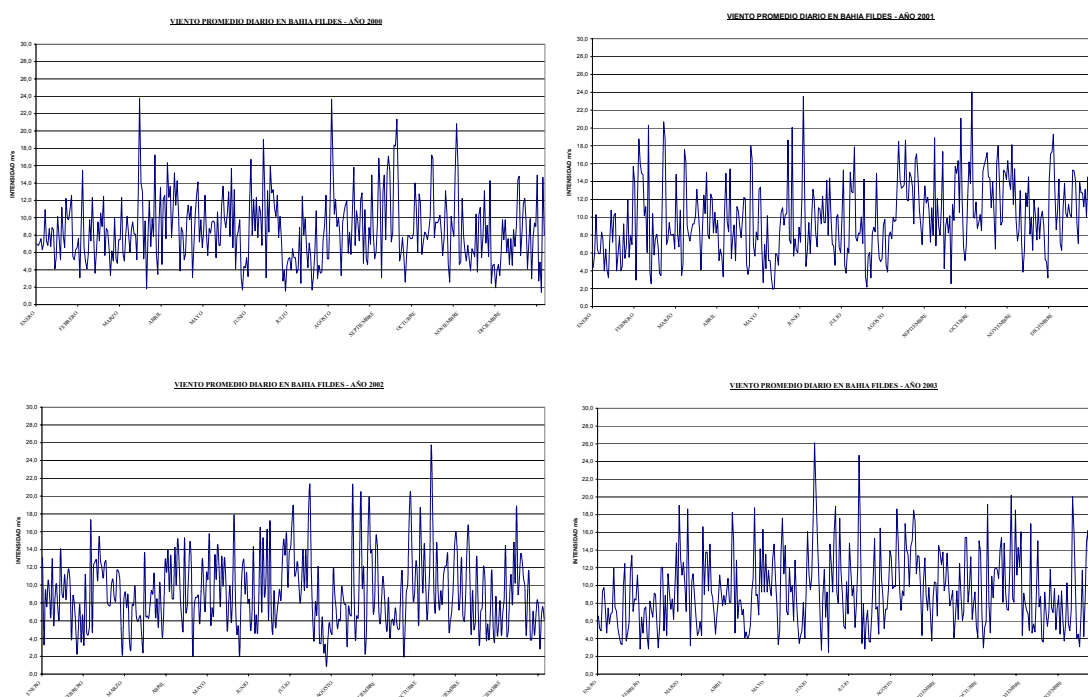
3. Proyecto

El financiamiento asignado a esta iniciativa, mediante del Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena, permitirá adquirir tres aerogeneradores de potencias que van de los 2 a los 6 Kw, incorporando tecnologías de generación diferentes, por medio de turbinas verticales y horizontales.

3.1 Recolección de datos

Los registros de viento disponibles, y que se utilizaron para evaluar el recurso, corresponden a datos adquiridos entre los años 2000 y 2003, a 8 metros de altura, correspondiendo cada registro al promedio de los últimos 10 minutos, con muestras tomadas cada minuto, para obtener un total de 4 valores sinópticos diarios, a las 00, 06, 12 y 18Z.

El registro y monitoreo de la dirección e intensidad del viento fue realizado utilizando un anemómetro digital VAISALA modelo WAD21S.





Los datos meteorológicos fueron procesados, correlacionados y evaluados estadísticamente, con el propósito de diseñar el sistema del generación.

Cada localidad fue evaluada en término de sus consumos: actuales, reales y proyectados, para concluir con una distribución acotada de las cargas.

Cuadro 1. Balance diario de energía en el refugio Ripamonti, isla Ardley, con los consumos acotados, incluyendo las pérdidas asociadas a los procesos de generación y conversión a tensión alterna, medidas en enero y febrero.

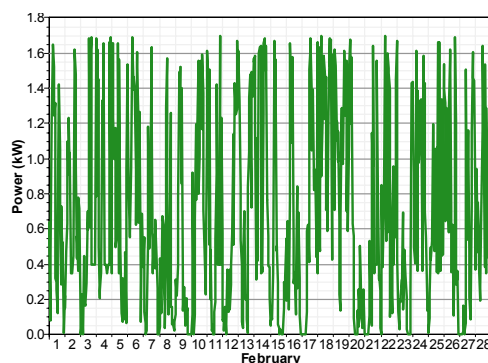
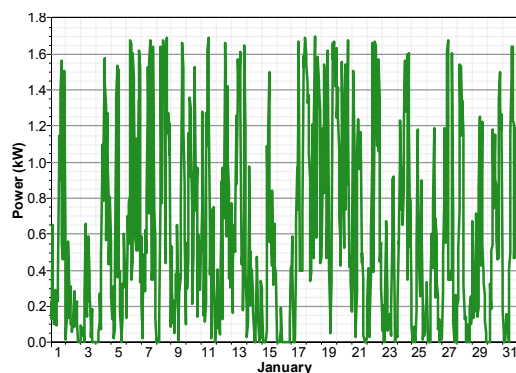
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	PROMEDIO
ENERO	7,75	5,34	7,91	7,75	8,13	7,39	7,59	8,84	5,50	7,65	6,98	7,88	7,43	9,00	6,75	8,29	8,20	5,21	9,45	10,03	6,04	6,30	8,42	8,68	9,16	8,47	6,20	7,33	7,01	9,19	8,88	7,64
	0,49	0,16	0,51	0,49	0,55	0,43	0,46	0,89	0,18	0,47	0,36	0,51	0,43	0,72	0,33	0,58	0,57	0,15	0,80	0,91	0,24	0,27	0,61	0,66	0,75	0,61	0,26	0,42	0,37	0,75	0,35	0,47
Promedio kwh/día	11,64	3,91	12,31	11,64	13,28	10,23	10,99	16,47	4,29	11,25	8,68	12,18	10,35	17,21	7,90	13,99	13,56	3,62	19,30	21,91	5,72	6,47	14,56	15,73	17,96	14,75	6,18	9,98	8,79	18,11	8,34	11,19
Consumo kwh/día	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Balance diario - kwh/día	11,46	3,73	12,14	11,46	13,10	10,05	10,81	16,29	4,11	11,07	8,50	12,00	10,18	17,03	7,72	13,81	13,38	3,44	19,12	21,73	5,54	6,29	14,38	15,55	17,78	14,57	6,00	9,80	8,61	17,93	8,16	
FEBRERO	5,92	7,65	11,48	8,94	10,38	6,62	9,07	10,19	8,17	13,09	8,94	6,14	7,91	7,88	9,84	10,87	7,14	8,20	5,30	10,48	12,25	10,26	6,75	7,88	9,00	10,87	6,37	8,53				8,79
	0,22	0,47	1,14	0,70	0,98	0,31	0,73	0,94	0,56	1,24	0,70	0,25	0,51	0,51	0,88	1,05	0,39	0,57	0,16	0,99	1,21	0,95	0,33	0,51	0,72	1,05	0,28	0,63				0,68
Promedio kwh/día	5,37	11,25	27,27	16,91	23,41	7,48	17,51	22,60	13,42	29,86	16,91	5,99	12,31	12,18	21,05	25,28	9,26	13,56	3,84	23,80	29,02	22,87	7,90	12,18	17,21	25,28	6,66	15,04				16,22
Consumo kwh/día	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Balance diario - kwh/día	5,19	11,1	27,1	16,7	23,2	7,3	17,3	22,4	13,2	29,7	16,7	5,82	12,1	12	20,9	25,1	9,08	13,4	3,66	23,6	28,8	22,7	7,72	12	17	25,1	6,5	14,9				

El procedimiento descrito fue empleado en cada localidad evaluada, obteniéndose en cada caso los balances de energía para diseñar el subsistema de almacenamiento.

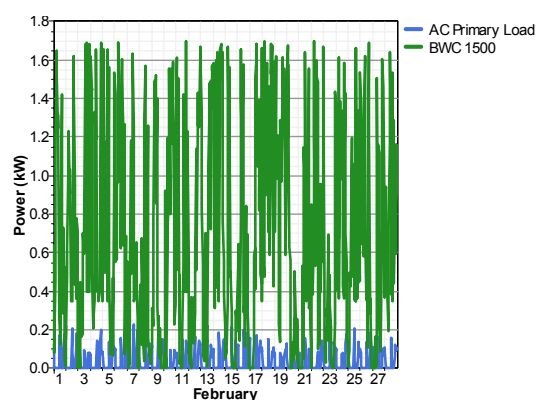
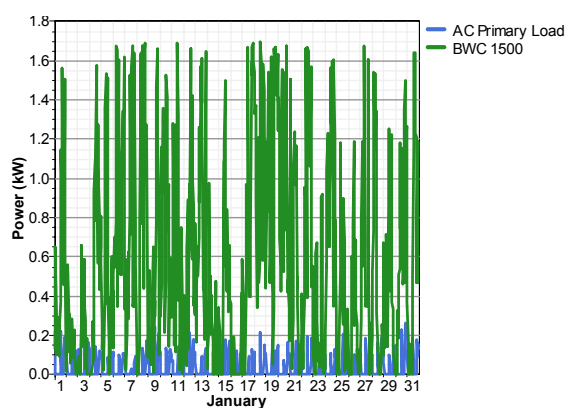
3.2 Integración del sistema

Las soluciones propuestas para las localidades en estudio se han diseñado sobre la base de sistemas de funcionamiento automático, empleados para suministrar carga a un banco de baterías que permita proveer de energía en ausencia del recurso eólico.

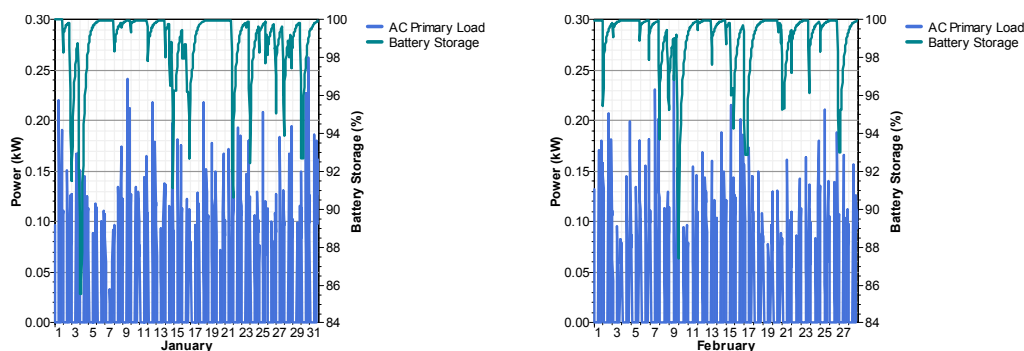
Las recolección de datos disponibles permitió trazar las curvas de generación estimadas para cada turbina. Las siguientes gráficas muestran las curvas estimadas para los datos recolectados en península Fildes, isla Rey Jorge, para una turbina Bergey 1500.



Además, se trazaron las curvas de consumo v/s potencia generada, las que se muestran a continuación.



A partir de estas curvas, se logró cuantificar el superávit o el déficit para cada período estudiado. Esta información fue relevante al momento de dimensionar el banco de baterías, cuyo cálculo preliminar fue simulado utilizando el programa computacional HOMER, poniendo a prueba la robustez del sistema sometiéndolo a diferentes condiciones, especialmente a aquellas destinadas a establecer la autonomía estimada del banco dimensionado.



Estas curvas corresponden al diseño de un banco de batería de 5,3 Kw sometido a evaluación para isla Ardley. El arreglo permite inferir, en función de las estimaciones de energía disponible, las fluctuaciones del banco. El detallado estudio de estas curvas asegura un banco de baterías correctamente dimensionado, ni muy grande (poco eficiente y económicamente inapropiado), ni muy pequeño (con una autonomía limitada por debajo de las necesidades de la localidad).

El proceso de integración del sistema de generación propuesto consideró la experiencia de otras instalaciones eólicas presentes en el Territorio Antártico. De esta forma, se evaluaron y conocieron de las instalaciones de España, Sudáfrica, Estados Unidos, Alemania e Italia.

Hasta fines de julio de 2003, al menos cinco estaciones habían instalado aerogeneradores en la Antártica, con potencias desde los 100 hasta los 2.000 W.

3.2.1 BASE JUAN CARLOS I (ESPAÑA)

El Programa Antártico Español realizó durante el período 2001 – 2002 un estudio de vientos cerca de la estación Juan Carlos I (62° 39' S, 60° 23'W), isla Livingston. El objetivo fue investigar la posibilidad de usar energía eólica para cubrir parte de su demanda de energía.

El equipo a cargo del estudio concluyó, luego de recopilar información durante un año, con la instalación de dos aerogeneradores (1,5 Kw y 3,0 Kw) de fabricación Española, que fueron adquiridos a la empresa BORNAY.



3.2.2 BASE MAWSON (AUSTRALIA)

La División Antártica Australiana ha trabajado durante los últimos 10 años en diferentes programas tendientes a reemplazar el uso de fuentes de energía que usan combustibles fósiles, por otros sistemas que usen fuentes renovables. El año 1993 se comenzaron a monitorear las condiciones medioambientales para iniciar un programa que permitiera la instalación de grandes generadores eólicos, capaces de entregar una potencia promedio de 200 a 300 Kw.

La compañía que suministró esas turbinas fue la empresa Alemana ENERCON, que en marzo del 2003 puso en operaciones la primera turbina, una Enercon E-30 de 300 Kw.

3.2.3 ESTACION ANTARTICA NEUMAYER (ALEMANIA)

Desde principios del año 1991 que se encuentra operando en Neumayer un aerogenerador vertical marca Heidelberg HMW-56, el que suministra una potencia promedio de salida de 20 Kw.

3.2.4 ESTACION MCMURDO (ESTADOS UNIDOS)

Con la finalidad de solucionar los problemas originados por los blackout de sus sistemas de radio, fue necesario mover el transmisor hasta isla Black, localizada a 30 km de McMurdo, pudiendo acceder al lugar solamente en helicóptero o por tierra, cruzando la plataforma de hielo Ross. En ese lugar se instalaron cuatro aerogeneradores de 3 kW cada uno, con un sistema fotovoltaico de 7,8 Kw y un set de tres generadores diesel de respaldo. El híbrido fue desarrollado por Northern Power System en 1985 y reacondicionado en 1995.

3.2.5 SANAE IV (SUDAFRICA)

Esta estación funciona durante todo el año con una dotación permanente de 20 personas que se incrementa durante el verano austral hasta 80. La base es alimentada por tres generadores diesel de 250 kW, optimizando su funcionamiento mediante un sistema automático que controla la partida sincronizada de las máquinas cuando el consumo alcanza los 162 kW.

Durante el año 2002 se realizó un estudio para evaluar los aspectos técnicos y económicos de una base que tiene una demanda de energía de 215 Kwh, considerando



los altos costos de operación, originados fundamentalmente en el transporte y almacenamiento del combustible.

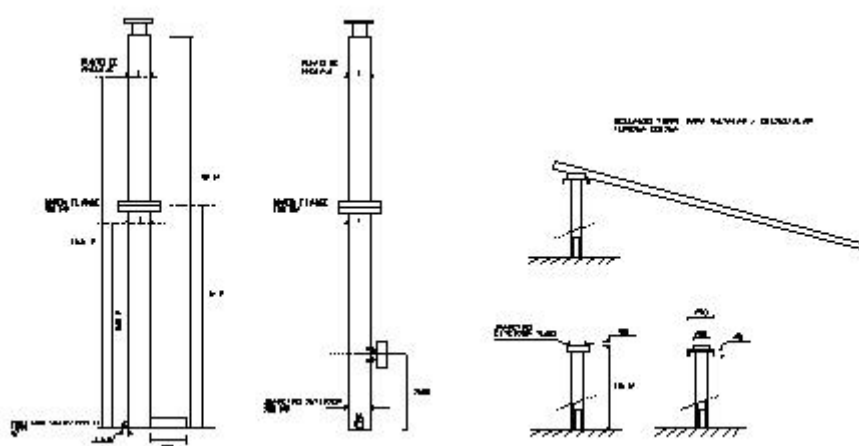
Luego de realizar un estudio de las condiciones medioambientales para diferentes localizaciones, y diferentes superficies, concluyeron con la instalación de un aerogenerador de 100 kW, marca Northern Wind NW100/19, lo que permitió cubrir el 35% de la demanda de energía, contribuyendo significativamente en la disminución del combustible fósil que es transportado a la zona.

Se revisó toda la información disponible de instalaciones en Antártica, estudiando los proveedores utilizados en cada localidad.

Finalmente el pasado 12 de agosto se dio inicio al proceso de licitación para adquirir tres turbinas eólicas para el Territorio Antártico; dos de ellas deberán encontrarse en el rango de 2 a 3 Kw y la otra en torno a los 6 Kw.

SISTEMA PROPUESTO PARA EL MONTAJE DE LAS TURBINAS EOLICAS

Durante el proceso de diseño, se plantó en varias ocasiones como se debería resolver el uso estacionario de las instalaciones¹. Se obtuvo información de otras instalaciones, algunas realizadas por Universidades y otras por empresas del rubro². El principal problema se presentaba en qué hacer con el generador eólico durante los 9 meses que permanecería inactivo. Las instalaciones visitadas durante el proceso de diseño incluían torres abatibles especialmente diseñadas para la zona austral, con bisagras a medio metro del piso y sistemas de poleas, que hacían menos dificultoso el bajar y subir la torres con las turbinas instaladas, principalmente ante la presencia de viento moderado.



Pivote utilizado en la torre levantada en Agua Fresca, Región de Magallanes, para una instalación eólica de una escuela rural.

¹ Habitualmente nuestros refugios y campamentos operan de Diciembre a Marzo, permaneciendo el resto del año cerrados.

² Wireless-energy para Telefónica CTC en Cerro Sombrero y Villa Tehuelches.



De esta forma, se diseñaron torres que permiten abatir las turbinas al final de cada temporada, evitando que queden expuestas a los fuertes vientos del invierno y sin carga a la cual suministrar la potencia generada.

Así, en condiciones de viento moderado, será posible abatir la instalación, dejando al aerogenerador apoyado en un descanso y guardado dentro de una caseta.



CASO 2: INSTALACIÓN DE RED DE CORRIENTE CONTINUA EN EL CAMPAMENTO GUILLERMO MANN, ISLA LIVINGSTON – ANTÁRTICA

César Cifuentes Muñoz
Técnico Electromecánico

1. Introducción

Cabo Shirreff es una pequeña península situada en el extremo occidental de la costa norte de isla Livingston, entre las bahías Barclay y Hero, ubicado en los 62° 27' S, 60° 47' W (SHOA, 1994). Mide aproximadamente 3 km de largo en su eje norte-sur y entre 0,5 y 1,2 km en su eje este-oeste.

El litoral del cabo se caracteriza por presentar varias ensenadas, caletas y acantilados. Al sur, en su parte más angosta, limita con una barrera de hielo permanente. El cabo está formado por una plataforma rocosa que posee 33 cumbres, con una altura máxima de 82 metros sobre el nivel del mar. Posee 36 playas de distinta conformación, desde rompientes, barreras rocosas y acantilados, hasta playas de canto rodado y arena.

En esa zona se encuentra emplazado el refugio "Guillermo Mann", conformado por pequeñas instalaciones, como un iglú de fibra de vidrio, dos carpas tipo Weaterheaven y un módulo habitacional de paneles aislantes, todo lo que alberga a los investigadores que realizan sus actividades de terreno por períodos de tres a cuatro meses, cada temporada.

2. Antecedentes Generales

El sistema de corriente continua instalado en este campamento consta de un banco de 4 baterías de ciclo profundo de 12V que, conectada a un circuito mixto, genera 24V, los cuales van a un tablero de medición y luego a un convertor, del que se obtienen 15V para alimentación y carga de computadores portátiles, 12V para los equipos de comunicación UHF y VHF y 9V para alimentación de otros equipos. Así también, la iluminación es alimentada con 24V que se toman directamente del tablero de medición, sin pasar por el convertor.

El sistema instalado permite contar con energía eléctrica de corriente continua durante tres días, con carga óptima, y hasta cinco días como máximo, con algún grado de disminución en la calidad de entrega de energía, sin necesidad de encendido de generadores.

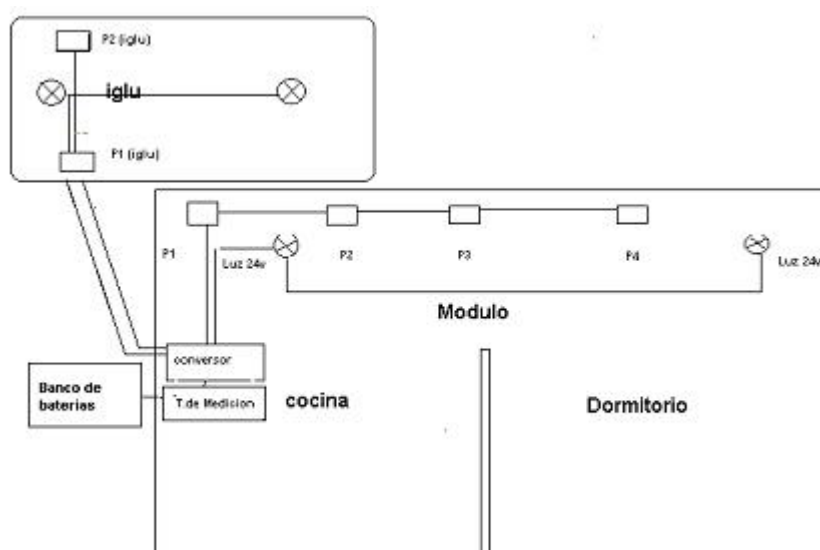
No obstante, es posible mantener constante la carga del banco de baterías para la generación de corriente continua mediante el encendido diario de un generador de 1000W, por un tiempo

aproximado de dos horas al día, aprovechando la generación para cargar baterías de los equipos usados por los investigadores en sus actividades científicas, todo con 220V.

Los 24V entran a un tablero de medición en donde existen dos instrumentos: Un voltímetro y un amperímetro. El voltímetro muestra el voltaje existente en el banco de baterías, el cual en óptimas condiciones marca 24V. Si este instrumento indica un voltaje menor, se debe encender el generador y desconectar la red de corriente continua, para así iniciar la recarga del banco de baterías. Lo anterior se realiza mediante el interruptor general del tablero de medición, que se ubica en el interior de el módulo habitacional del refugio.

El amperímetro muestra el consumo de corriente continua generada por el banco de baterías, el que debería sobrepasar los 10 amperes, debido al tipo de instalación realizada. El flujo de la red de corriente continua se sintetiza de la siguiente forma: Banco de baterías – tablero de medición – conversor de corriente – distribución de voltajes – puntos en módulo habitacional y puntos en iglú.

3. Grafico red corriente continua



En el módulo habitacional se instalaron 4 puntos de distribución de voltaje:

P1 tiene 9V y 15V ; P2 tiene 12V y 15V ; P3 tiene 9V y 12V ; P4 tiene 15V

En el iglú se instalaron 2 puntos de distribución de voltaje:

P1 tiene 12V ; P2 tiene 9V y 15V.



4. Protecciones del sistema

Cada uno de los voltajes mencionados poseen distintos enchufes para evitar errores de conexión que puedan provocar daños en los artefactos conectados.

La red de corriente posee, además, cuatro fusibles: Uno principal, de 20 amperes, instalado en el tablero de medición, y tres de 5 amperes, en el convertidor, uno por cada voltaje. Esto permite, en caso de corto circuito en algún punto de distribución en el voltaje afectado, el accionamiento del fusible para evitar la sobrecarga y daño en el convertidor.

5. Comentarios y Conclusiones

Esta red de corriente continua permitió disminuir el uso de combustibles fósiles en cerca de un 75%, en relación a las campañas anteriores, disminuyendo el costo por litro de combustible, ocupando diariamente, en promedio, sólo cerca de un litro. Esto permitirá disminuir el peso y volumen de combustible trasladado hacia y desde la Antártica cada temporada, así como de generadores de alimentación, respaldo, insumos y otros.

El técnico electromecánico del INACH, responsable de la instalación de este sistema, confeccionó un protocolo de procedimientos y preparó un vídeo sobre la puesta en marcha, operación y cierre del sistema, para instruir a investigadores en terreno, permitiendo independencia en la operación del sistema.

Esta red de corriente continua puede, a futuro, trabajar en forma paralela con algún otro sistema de energía, como el eólico.

Finalmente, cabe mencionar que el sistema desarrollado entrega un importante aporte al cuidado del medio ambiente, más aún por corresponder Shirreff a una Zona Antártica Especialmente Protegida (ZAEP N° 149).