

COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS EN LAS ESCUELAS RURALES DEL NORTE SANTAFESINO.

M.Cutrera, B.Gottlieb, M.Battioni, R.Crisalle, G.Risso, R.Koropecski*, R.Arce, R.H.Buitrago*.
Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química
CONICET – UNL
Güemes 3450 – 3000 Santa Fe
TE / Fax : 54-42-55 9190 e-mail : rbuitre@intec.unl.edu.ar
*Facultad de Ingeniería Química – UNL
Sgo. Del Estero 2829 – 3000 Santa Fe

RESUMEN

Por convenio entre la Universidad Nacional del Litoral y el Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe, se asigna al GENOC la responsabilidad del mantenimiento de prevención y reparación de los sistemas fotovoltaicos instalados en 163 escuelas rurales del norte santafesino.

Para el desarrollo de la tarea, se siguió un protocolo de inspección y mantenimiento que abarca todos los componentes del sistema. Se lleva una estadística completa de fallas y problemas, la que se presenta en este trabajo en forma sintética. En base a los problemas encontrados se discuten algunas soluciones.-

INTRODUCCIÓN:

El Grupo de Energías No Convencionales (GENOC), dentro del convenio marco de cooperación celebrado entre el Gobierno de la Provincia de Santa Fe y la Universidad Nacional del Litoral el día 12 de Junio de 1995 y ratificado por ley N° 11473 de fecha 12 de Junio de 1997, se hizo cargo del estudio, mantenimiento y asistencia técnica de los sistemas fotovoltaicos instalados en 163 escuelas rurales del Norte Santafesino, a partir del 10 de febrero de 1998 hasta el 31 de diciembre de 1998.

El objetivo principal es mantener el servicio en buen funcionamiento, teniendo en cuenta la importancia que reviste para este tipo de usuario, que en la mayoría de los casos cumple funciones, no sólo educativas, sino también sociales y culturales entre los grupos familiares de la zona rural próxima.

En segundo lugar es interés de GENOC, la difusión de aquellas fuentes renovables de energía, como la solar fotovoltaica, a la vez que disponer de datos de funcionamiento de los distintos componentes de un sistema fotovoltaico, en lo que hace a durabilidad, rendimientos, causas de fallas, incidencia del tipo de usuarios, marcas comerciales en competición, etc.; a través de equipos que en la actualidad están prestando servicio.

El siguiente trabajo muestra resultados obtenidos sobre los 129 establecimientos educativos visitados en el transcurso del año 1998. En la parte experimental se describe la rutina de mantenimiento seguida en cada establecimiento, en resultados, se muestran algunas estadísticas de fallas y de conducta del usuario.

MÉTODO DE MANTENIMIENTO:

En cada visita a una escuela rural con sistema fotovoltaico, se procede de acuerdo al protocolo de inspección elaborado por GENOC, que básicamente comprende las siguientes tareas de rutina.

- a) Entrevista con el docente a cargo para obtener un reporte preliminar del estado del sistema, y problemas existentes. Se solicitan datos sobre el equipo eléctrico y/o electrónico usado, la cantidad de personas que habitan regularmente, sus edades y hábitos de consumo de energía.
- b) Módulos, bases y borneras:
Limpieza profunda del vidrio frontal de los módulos y aplicación de líquido antiestático. Despeje de malezas y ramas que proyecten sombras sobre los módulos. Verificación del cierre y pegado de las cajas de conexiones, se somete a esfuerzos mecánicos los bulones de fijación y el cableado eléctrico.
En el aspecto de funcionamiento, se mide la tensión de circuito abierto (Voc) y la corriente de corto circuito (Icc) del conjunto de paneles, así como la radiación solar y temperatura de los módulos en el momento de la toma de datos. Estas medidas, se hacen además para un sólo panel, individualizado adecuadamente, a fin de seguir su evolución temporal en las siguientes visitas. Se ha desarrollado un equipo de adquisición de curvas I-V para los módulos que se comenzará a utilizar en los próximos viajes, estas curvas brindan la información completa sobre el estado del módulo.
- c) Tablero y banco de baterías:
En el tablero se realiza una inspección visual para detectar roturas, luces indicadoras quemadas, problemas en las

conexiones, se repone la batería de alimentación del instrumento, se comprueban los valores de tensión ajustados para las distintas funciones de control y se ensaya, con un simulador especialmente diseñado en nuestro grupo, la operación del controlador de carga de baterías.

En el banco de baterías se mide la tensión y comprueba en todos los vasos, el nivel y densidad del electrolito, así como su homogeneidad, se repone en caso de necesidad. Se verifica el estado de bornes, engrase y si presentan sulfatación; la conexión del sensor de temperatura. Se hace un ensayo de descarga durante 30 minutos para medir la capacidad real remanente, el cuál se repite para una batería testigo a fin de seguir su evolución temporal en las siguientes visitas.

d) Instalación eléctrica general.

Inventario de luminarias, llaves y tomas. Chequeo del funcionamiento y reposición del material defectuoso. Inspección del tablero de distribución.

Medición de la caída de tensión desde el banco de baterías hasta el toma más alejado del mismo, el toma se identifica a fin de poder seguir la evolución temporal del ΔV , como monitor del envejecimiento del cableado y conexionado de la red de distribución.

El usuario cuenta además, con un servicio telefónico para requerir el servicio fuera de las visitas programadas y consultar ante cualquier duda sobre procedimientos o dificultad en la operación del sistema.

CAPACITACIÓN DE USUARIOS

El equipo técnico a cargo de la instalación de los sistemas fotovoltaicos, instruyó a los usuarios en el momento de entregar la obra; pero, dada la permanente movilidad de los maestros, el GENOC consideró necesaria la realización de una nueva capacitación. Es por esto, que el primer paso dado fue el dictado de un curso al usuario, es decir, a los educadores a cargo de los equipos; con el objeto de familiarizarlos con el sistema y su correcto uso. El curso se dictó en las Regionales de cada zona y se distribuyó un manual confeccionado por GENOC como guía y recordatorio de los cuidados a tener con el equipo. A la vez se recabó información sobre la mejor manera de comunicarse con cada educador, a fin de agilizar la asistencia técnica cuando ocurre alguna falla.

El curso dictado por GENOC consistió en la descripción general del equipo, la explicación de algunos términos eléctricos básicos para facilitar la comprensión de las indicaciones que aparecen en los instrumentos. Y, esencialmente, el detalle de los cuidados a tener y el porqué de los mismos, con cada componente del sistema.

Las reuniones llevadas a cabo en cada Regional fueron también una importante ocasión de intercambio de ideas con los docentes, que explicaron los problemas encontrados durante el uso y la opinión, en general favorable, sobre el servicio eléctrico ofrecido por los paneles fotovoltaicos.

ESTUDIO DE FALLAS:

Además de las fallas discriminadas por tipo que se detallan más adelante, en una gran mayoría de las escuelas se debieron recalibrar los parámetros funcionales de los reguladores de carga, reponer agua destilada a las baterías y cambiar los fusibles de protección de la electrónica de los reguladores de carga. Las cajas de conexión ubicadas a la intemperie, por no ser suficientemente herméticas presentan en un elevado número de escuelas corrosión de los terminales y bulones y en algunos casos fueron invadidas por insectos, avispas o ranas.

Los reguladores de carga que debieron ser recambiados fueron casi en su totalidad dañados por tormentas eléctricas o por cortocircuitos provocados por los usuarios.

No se detectaron fallas en los paneles solares fotovoltaicos. Sólo debieron reponerse los que fueron robados o dañados por actos vandálicos o accidentes.

El tipo y cantidad de desperfectos ocurridos, contados sobre las 129 escuelas visitadas al presente, se resumen a continuación. **Los porcentajes se dan sobre el total de escuelas visitadas o de módulos, baterías, reguladores, tubos fluorescentes y reactancias instalados según corresponda.**

Módulos: (Total: 1545 M75)

- Cambio del 0,9% de los módulos tipo M75. En todos los casos, la necesidad de reemplazo se debió a roturas por vandalismo, robo, o tormentas especialmente violentas.

Regulador: (Total: 123)

- 13% de equipos reemplazados por salida de servicio. Los desperfectos fueron a causa de cortocircuitos por mal manejo de la instalación y por tormentas eléctricas.

Baterías: (Total: 665)

- Reemplazo del 6 % por envejecimiento.

Reactancias electrónicas: (Total: 1968 de 18W; 901 de 36W)

- De 18 W: 5.4 %.
- De 36 W: 13.8 %.

Tubos fluorescentes: (Total: 1968 de 18W; 901 de 36W)

- De 18 W: 8.6 %.
- De 36 W: 19 %.

Instalación eléctrica:

- No se encontraron desperfectos en número significativo en el cableado conexiones eléctricas, llaves, tomas y fusibles.

Teniendo en cuenta el total de fallas ocurridas conforme a nuestra tipificación, los elementos constitutivos del sistema fotovoltaico que presentan mayor porcentaje de desperfectos son los siguientes:

Tubos fluorescentes de 18 W:	26.4 %.
Tubos fluorescentes de 36 W:	27.0 %.
Reactancias electrónicas de 18 W:	16.6 %.
Reactancias electrónicas de 36 W:	19.4 %.
Roturas y robos de módulos:	2.2 %.
Baterías fuera de servicio:	6.4 %.
Reguladores fuera de servicio:	2.0 %.

De las fallas detectadas surgen claramente las siguientes recomendaciones a los efectos de prolongar la vida útil de los componentes de un sistema fotovoltaico:

a) Las reactancias electrónicas deben tener un sistema de seguridad para evitar su deterioro cuando el tubo se agota. Además las instaladas en el exterior de la vivienda deben ser encapsuladas.

b) Las baterías necesitan que se les mantenga el nivel de electrolito y carga adecuados, el consumo diario no debería superar el 20% de su capacidad.

c) El regulador de carga debe poseer fuentes de referencia de muy buena calidad o en su defecto controlarse su calibración con una frecuencia trimestral.

CONCLUSIONES

Se estudiaron los sistemas fotovoltaicos instalados en las escuelas rurales ya mencionadas, habiendo transcurrido distintos tiempos de funcionamiento: desde dos años y medio a tres años y medio. En general los resultados son satisfactorios, con un buen estado de conservación, que permite predecir la continuidad en servicio de muchos elementos mas allá de lo que originalmente se pensaba. Se observa una fuerte dependencia del estado en que se encuentran los sistemas, del cuidado y los hábitos del usuario. Se encuentran contrastes como que en una escuela al cabo de casi tres años tiene todo en perfectas condiciones mientras otras presentan baterías completamente agotadas, luminarias quemadas y descuido en la limpieza de módulos, con solo un año y medio de uso.

De nuestro estudio surge también que es fundamental tener en cuenta, al momento de realizar una instalación solar fotovoltaica, que si bien los paneles solares son realmente libres de mantenimiento, el resto de las partes que constituyen la instalación no lo son y por lo tanto requieren verificaciones y ajustes periódicos. Esto conlleva la necesidad de planificar métodos de mantenimiento, que pueden quedar a cargo de los propios usuarios, si los mismos son adecuadamente capacitados y, especialmente, concientizados sobre su importancia. En los casos en que por las características de los usuarios, como alta movilidad, poca base técnica, falta de habilidad manual o temor a interferir en el funcionamiento del sistema, se justifica plenamente la presencia de un servicio de mantenimiento permanente, que dotado de la capacidad técnicas y herramientas necesarias sea capaz de realizar las tareas de mantenimiento, vitales para lograr una adecuada vida útil de los equipos.