

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO-UVC ESTERILIZADOR. PERCEPCIÓN DEL VINCULO PROYECTO/SOCIEDAD DE LA ENTIDAD BENEFICIARIA**

**Pablo Dellicompagni, Aien Salvo, Camila Binda, Judith Franco**

Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO – CONICET)

Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia 5150, Salta, CP4400

Email: pablodellicompagni@gmail.com

**RESUMEN:** La radiación ultravioleta, a partir de lámparas germicidas, se emplea para procesos de desinfección mediante soluciones tecnológicas de las más variadas, la gran mayoría de ellas haciendo uso de electricidad de origen fósil. El empleo de estas tecnologías ha cobrado mayor importancia ante el avance del virus SARS-CoV-2. En el presente trabajo se muestran el diseño y la construcción de un sistema híbrido solar/220V-red para la esterilización de objetos de uso cotidiano mediante lámparas germicidas de baja potencia. Como principal parámetro de diseño se consideró la relación entre la distancia, tiempo de exposición y dosis de radiación necesaria. Se logró la construcción del equipo en concordancia con el diseño planteado, en cuanto a la geometría y los materiales empleados. El usuario final del equipo es una asociación sin fines de lucro, razón por la se cual se aborda además el análisis de la percepción tanto de la tecnología como del trabajo articulado entre dicha entidad y el proyecto, mediante entrevistas semiestructuradas a referentes de la organización. Esto permitió identificar demandas de la asociación en relación a la instalación y uso de la tecnología, y la generación de estrategias de capacitación para el uso y el mantenimiento de la misma.

**Palabras claves:** Covid19. UVC. Energía solar fotovoltaica. Sistemas híbridos. Percepción social.

### **INTRODUCCIÓN**

La radiación ultravioleta, y en particular la comprendida entre longitudes de onda de 200 a 280 nm, llámese UVC, es ampliamente empleada para desinfección de ambientes, líquidos y superficies no porosas. El mayor uso que se le ha dado a la radiación UVC es en la eliminación de bacterias, como la tuberculosis y la escherichia colis, particularmente en regiones vulnerables (Cadena et al., 1996, Franco et al., 1997, Franco et al., 2004). En la actualidad, el empleo de la radiación UVC emitida por lámparas germicidas ha cobrado mayor importancia ante el avance del virus SARS-CoV-2, y sus distintas variantes, en todo el planeta (Buonanno et al., 2020; OMS, 2021). Pueden encontrarse en el mercado distintas tecnologías, desde sencillos diseños del tipo domésticos, hasta potentes equipos aplicados en clínicas, sanatorios y hospitales, que emplean lámparas de descarga o LED (Bormann et al., 2021). Las principales ventajas de la desinfección UVC son: i) no necesita limpieza del lugar luego de su uso, ii) la radiación UVC es efectiva contra microorganismos que son resistentes a soluciones de cloro, y iii) este método no crea bacterias resistentes a la desinfección ultravioleta. Como contrapartida, pueden presentarse las siguientes: i) puede provocar problemas en la salud de las personas y animales, ii) provoca la decoloración y degradación de materiales orgánicos, típicamente resinas, plásticos y algunos tejidos textiles, y iii) el costo de los equipos de desinfección suele ser elevado.

Se ha demostrado que la radiación UVC destruye la cobertura proteica exterior del virus, lo que genera la inactivación del mismo (Kitagawa et al., 2021; Gidari et al., 2021). La cobertura proteica protege la cadena de ARN del virus, por lo que esta última es alcanzada por la radiación UVC luego de destruir dicha cobertura, alterando la cadena ribonucleica (Jagger, 1968; Budowsky et al., 1981). Este método,

conocido como dimerización, resulta efectivo en casi todas las variantes de coronavirus, dado que ellas presentan similar estructura genética, de forma esférica de diámetro alrededor de 100-500 nm. Sin embargo, la eficiencia de la inactivación depende de dos factores principales a saber: la distancia y el tiempo de exposición a la radiación UVC por el/los virus. Estas dos variables, junto con la potencia de las lámparas empleadas, determinan la dosis de radiación absorbida que se requiere para lograr una buena profundidad de desinfección, la cual en algunos casos un 90% se considera aceptable, pudiendo lograrse desinfecciones del 99.9% o bien aun mayores. Otros parámetros que juegan un rol en la descontaminación por UVC son el material, o superficie, sobre la cual el virus se halla alojado, obteniéndose mejores resultados en superficies lisas (plásticos, metales, vidrios) que en rugosas o pilosas (tejidos, maderas, papel, etc.).

La situación global con respecto al esparcimiento rápido del coronavirus, y actualmente sus diferentes mutaciones, ha llevado a la comunidad científico-académica, sector privado, autoridades gubernamentales, y a la sociedad misma, a pensar en soluciones en el corto plazo (equipamientos UVC, cabinas sanitizantes, confecciones de barbijos aptos, aislamiento, distanciamiento y restricciones, cambios en hábitos de higiene y aseo personal) como en el largo plazo (producción y aplicación de vacunas de diferentes laboratorios, dosis y duración de inmunización, mejoramiento de infraestructuras en hospitales, clínicas, centros de salud, creación de sistemas informáticos para censo, asistencia, seguimiento y ordenamiento social frente a la pandemia, etc.). No obstante, el número de casos nuevos detectados por día siguen un ciclo natural caracterizado por el número de picos -u olas- y el valor de ellos. En Argentina, así como en la provincia de Salta, la *curva de contagios* presenta una forma en la que se distingue que el segundo pico es más alto y prolongado en el tiempo que el primero. Esto puede deberse a la mayor *agresividad* y *transmisibilidad* de las nuevas variantes (OMS, 2021) que circulan en el país y en la provincia. Resulta necesario actuar de manera rápida, ordenada y efectiva con los métodos de mitigación al avance de los contagios.

En el presente trabajo se muestran las etapas de diseño, construcción y montaje de un sistema de desinfección UVC que puede ser alimentado con energía solar fotovoltaica o bien directamente desde la red doméstica de corriente alterna. La desinfección se logra mediante el empleo de lámparas UVC del tipo de descarga, pudiendo ser la dosis de irradiación variable, controlando la cantidad de lámparas encendidas y el tiempo de duración de las mismas.

Este trabajo se realizó en el marco de un proyecto universitario (Universidad Nacional de Salta) en el cual la institución beneficiaria es una asociación no gubernamental (MANOS, <https://asociacionmanos.org/>), para el desarrollo social y artístico, creada en la ciudad de Salta en el año 2006. Desde entonces y hasta la fecha se aboca al estudio y abordaje integral de problemáticas sociales en el ámbito comunitario. Desde el año 2009, tiene a su cargo un Centro Sociocultural (cedido por el Programa de Mejoramiento Barrial (PROMEBA) del Banco Internacional), en el cual se dispone de un Salón de Usos Múltiples (SUM), en el Barrio Solidaridad, uno de los barrios con mayor densidad poblacional y altos niveles de vulnerabilidad social. En este SUM se realizan actividades sociales de la organización con adultos, jóvenes y niños. Es en este predio donde se prevé la instalación del equipo Solar Esterilizador.

## METODOS Y MATERIALES

*Dimensionamiento del sistema fotovoltaico:* Para el dimensionamiento de los subsistemas, se han abordado aspectos técnicos, tecnológicos, de consumo y disponibilidad de energía solar. Se han realizado algunas simplificaciones para fines netamente prácticos, siguiendo una metodología de cálculo estimado para sistemas fotovoltaicos aislados.

La Fig. 1 muestra un esquema de la instalación propuesta, consistente de un panel solar fotovoltaico, cuya generación eléctrica es despachada y/o almacenada mediante un regulador. La conversión DC/AC la realiza el inversor, además de elevar el voltaje de entrada de 12 V<sub>CD</sub> a 220 V<sub>ac</sub>. El dimensionamiento

de la potencia del campo solar se realiza considerando el equilibrio entre la energía demandada por la cabina UVC, la energía necesaria para almacenar por eventualidad de ausencia solar y la energía proveniente del/los paneles.

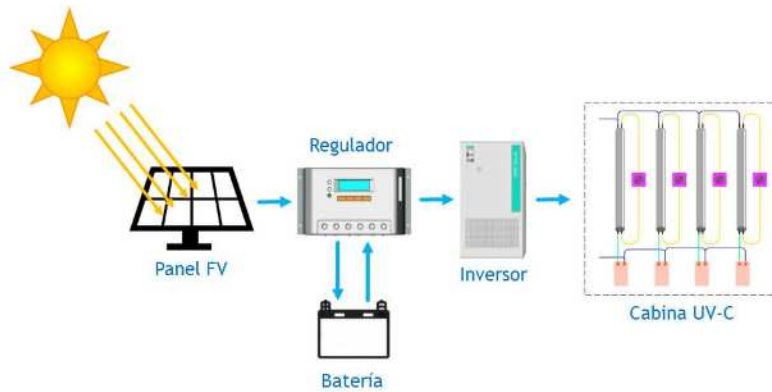


Figura 1: Esquema del sistema fotovoltaico propuesto. Indicación del flujo de energía eléctrica desde el campo solar hacia el almacenamiento y el consumo.

La determinación de la demanda de consumo eléctrico radica en dos factores principales: la *actividad* ejercida en el uso del equipo UVC traducido en horas acumuladas de operación, y la *potencia total conectada* mientras se hace uso de la instalación. Además, se adiciona un *coeficiente de seguridad* que contempla el consumo adicional por el sistema de balastos de arranque. La Ec. 1 determina la energía que el sistema fotovoltaico deberá abastecer.

$$L = \frac{N \cdot P_i \cdot t \cdot \delta}{\eta_g \cdot \eta_{inv}} \quad (1)$$

Donde:

N: Número de lámparas accionadas en conjunto (adimensional)

P<sub>i</sub>: Potencia individual de cada lámpara (W)

t: Tiempo total acumulativo de acción de la potencia total conectada (horas)

δ: Coeficiente de seguridad adoptado, igual a 2 (adimensional)

η<sub>g</sub>: Rendimiento de carga y descarga de la acumulación eléctrica (adimensional)

η<sub>inv</sub>: Rendimiento del inversor (adimensional)

Al valor de L se debe adicionar la energía que el panel fotovoltaico deberá proveer al sistema de almacenamiento, para su posterior utilización. Las Ecs. 2 y 3 determinan la energía de almacenamiento (en Wh) y el tamaño, o capacidad, del banco de baterías (en Ah).

$$CB^* = \frac{L \cdot n}{DOD \cdot \eta_c} \quad (2)$$

$$CB = \frac{CB^*}{U_{cd}} \quad (3)$$

Donde

n: Días de autonomía solar (adimensional)

DOD: Profundidad de descarga del sistema de almacenamiento (adimensional)

η<sub>c</sub>: Pérdidas en los conductores (adimensional)

U<sub>cd</sub>: Voltaje nominal del sistema solar fotovoltaico (V)

La determinación del número de paneles necesarios se realiza considerando las horas de sol disponible. Dado a que el dimensionamiento se realiza considerando una *generación pareja* en todo el año, para la ciudad de Salta, se ha considerado un tiempo de 8 horas de sol, es decir días claros. Si bien existirán días en los que no se disponga de tal cantidad de horas de sol, el coeficiente de seguridad δ permite contemplar también el déficit solar. La Ec. 4 da como resultado el número de paneles necesarios.

$$N_p = \frac{CB^* + L}{W_{pp} * HSD * (1 - \eta_d)} \quad (4)$$

Donde

$W_{pp}$ : Potencia pico por panel fotovoltaico (W)

HSD: horas de sol disponible (horas)

$\eta_d$ : Factor global de pérdidas que se producen en el panel fotovoltaico (adimensional)

En la Tabla 1 se presentan los valores adoptados en los parámetros de diseño, y los resultados obtenidos.

Parámetro de diseño	Valor	Unidad
Número de lámparas (N)	12	-
Potencia por lámpara ( $P_i$ )	6	W
Tiempo acumulativo de conexión (t)	4	horas
Coefficiente de seguridad ( $\delta$ )	2	-
Rendimiento de carga y descarga ( $\eta_g$ )	0,86	-
Rendimiento del inversor ( $\eta_{inv}$ )	0,95	-
Días de autonomía solar (n)	1	-
Profundidad de descarga (DOD)	0,8	-
Pérdidas en los conductores ( $\eta_c$ )	0,25	-
Voltaje nominal ( $U_{cd}$ )	12	V
Potencia pico por panel ( $W_{pp}$ )	125	W
horas de sol disponible (HSD)	8	horas
Pérdidas propias del panel ( $\eta_d$ )	0,25	-
Resultados	Valor	Unidad
Energía de consumo UVC (L)	352,5	Wh
Energía en almacenamiento ( $CB^*$ )	463,8	Wh
Tamaño del banco de almacenamiento (CB)	38,7	Ah
Número de paneles ( $N_p$ )	1,088	-

Tabla 1: Parámetros de diseño del sistema solar y resultados del cálculo.

El tiempo total de conexión (t=4horas) de las lámparas germicidas surge de evaluar el movimiento de personas en el lugar donde el equipo será emplazado y de la cantidad de horas semanales en las cuales se encuentra abierto y accesible al público. Se estimaron unas 25-30 horas semanales, en base a los eventos que allí se realizan (talleres, reuniones, entre otras). Los parámetros eléctricos y de rendimientos se adoptaron en base a valores estándares de productos disponibles.

La solución tecnológica adoptada corresponde a un kit solar fotovoltaico con panel policristalino de 100  $W_p$  / 12 V. La batería adoptada es de 12 V / 26 Ah y un inversor DC/AC de 12/220 V y 600 W. Si bien la potencia pico del panel y la capacidad de la batería son menores al determinado en el cálculo, se optó por el proveedor con mejor relación costo/prestaciones, en el marco de los procedimientos de auditoria de proveedores y cotizaciones del proyecto. Por otro lado, dado que el proceso de desinfección de cada tanda dura pocos minutos, se considera que el tiempo total de conexión *real* será inferior a las 4 horas establecidas, lo que conlleva a una menor demanda de energía eléctrica.

*Determinación del tiempo y la distancia de exposición:* La metodología de cálculo empleada es la propuesta por Arguelles (2020). Para una dosis dada de radiación UVC, D ( $J/m^2$ ), la concentración viral decae exponencialmente con el tiempo. Los parámetros útiles, tal como la dosis aplicada, pueden obtenerse cuantitativamente de datos experimentales mediante la curva exponencial de decaimiento de la parte activa del virus, es decir, del conteo de las colonias sobrevivientes a la radiación UV, S. Este decrecimiento esta dado por la Ec. 5. La densidad de energía irradiada D sobre una muestra se relaciona con el factor de susceptibilidad y el número de colonias S según la Ec. 6.

$$S = e^{(-k \cdot I \cdot t)} \quad (5) \quad D = -\ln(S)/k \quad (6)$$

Donde

k: Factor de susceptibilidad al UV, (m<sup>2</sup>/J)

I: Intensidad de la radiación UVC sobre la superficie expuesta, (W/m<sup>2</sup>)

t: Tiempo transcurrido (s)

Combinando las Ecs. 5 y 6 se obtiene:

$$D = I \cdot t \quad (7)$$

Según diversos autores, se pueden lograr distintos grados de inactivación (D<sub>90</sub>, D<sub>99,9</sub>, D<sub>99,99</sub> y D<sub>99,999</sub>). Darnell et al. (2004) determinaron que para lograr grados de inactivación de D<sub>99,99</sub> y D<sub>99,999</sub>, se requieren dosis de 12050 J/m<sup>2</sup> y 36144 J/m<sup>2</sup> en tiempos relativamente bajos. Tales dosis son aplicables tanto para la variante SARS-Cov-1 como para SARS-Cov-2, ya que ambos patógenos presentan una coincidencia en sus cadenas genómicas en un 79% (Zhou et al., 2020). Se puede estimar con gran aproximación el tiempo de exposición en función de la potencia de las lámparas empleadas y de la distancia, para conseguir grados de desinfección D<sub>99,99</sub> y D<sub>99,999</sub>. Para una distribución de flujo UV esférica, la intensidad I se relaciona con la potencia de la lámpara P según la Ec. 8.

$$I = \frac{\eta \cdot P}{4 \cdot \pi \cdot (r/100)^2} \quad (8)$$

Donde

η: Es la fracción efectiva de UVC de la potencia P, (η=0,333 para distribución esférica de flujo UV, se adopta un valor conservativo de η=0,1)

r: Distancia de exposición de las muestras (cm)

Combinando las Ecs. 8 y 7, se llega al tiempo de exposición t.

$$t = \frac{D \cdot 4 \cdot \pi \cdot (r/100)^2}{\eta \cdot P} \quad (9)$$

La Fig. 2 muestra que se requieren distancias relativamente cortas para lograr desinfecciones elevadas en tiempos también cortos. Esta gráfica se corresponde con la Ec. 9 cuando la potencia considerada es la mitad de la total, es decir N\*P<sub>i</sub>/2 (36 W) dado que se montaron 6 lámparas por encima de la superficie expuesta y las otras 6 por debajo, dentro del gabinete UVC.

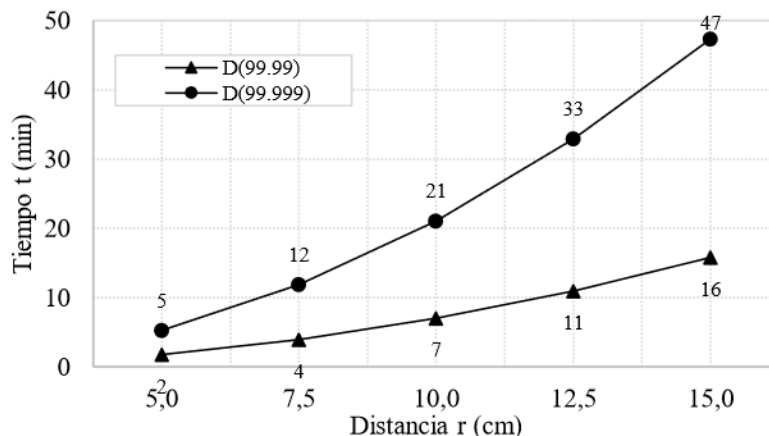


Figura 2: Variación del tiempo de exposición en función de la distancia entre las muestras y las lámparas germicidas, para grados de desinfección D<sub>99,99</sub> y D<sub>99,999</sub>.

Para obtener la envolvente interna del gabinete UVC de proporciones razonables, se considera como aceptable una distancia de separación nominal de 12,5 cm por arriba y por debajo del plano de colocación de las muestras a esterilizar, obteniéndose la distribución geométrica de la Fig. 3.

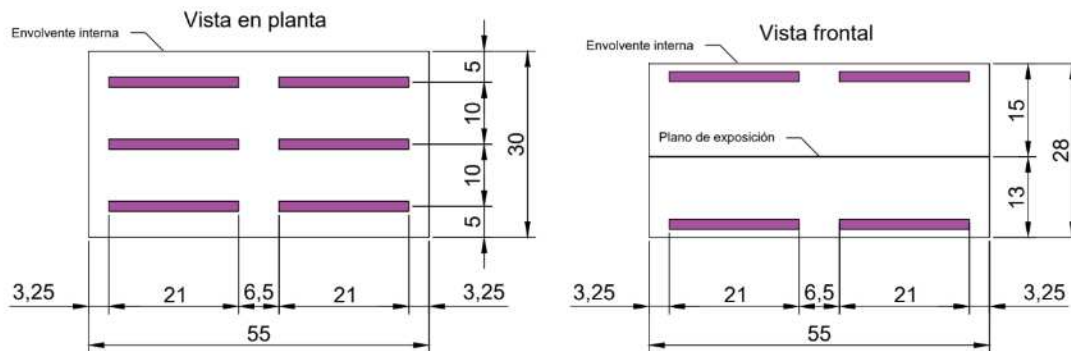


Figura 3: Esquema de distribución de las lámparas dentro de la envolvente interna del gabinete UVC. Las dimensiones están dadas en centímetros. A modo de ejemplo, las dimensiones adoptadas permitirían esterilizar 9 barbijos de 9 x 17 cm en simultáneo.

*Estudio de la percepción del usuario/entidad beneficiaria:* Para conocer la percepción, no sólo de la tecnología, sino del trabajo articulado entre la organización y el proyecto, se realizaron entrevistas semiestructuradas a cuatro referentes de la organización; su Presidente por ser la máxima jerarquía dentro del organigrama institucional, la Coordinadora General de la Organización quien tiene a su cargo todas las relaciones institucionales y su posterior delegación a cada área, la Coordinadora del Área de Investigación, Docencia y Formación, y la Coordinadora del Centro Sociocultural.

## RESULTADOS

*Resultados sobre la construcción del equipo híbrido solar:* La construcción del equipo fotovoltaico, el gabinete eléctrico de comando y la cabina UVC se realizó teniendo como base de partida la geometría del panel solar, el inversor y regulador, y de la envolvente interna, respectivamente. La selección de los materiales empleados hace a la funcionalidad de los subcomponentes individuales. La estructura de soporte del panel solar es de caño estructural rectangular, confiriéndole una inclinación relativa a la horizontal de 40°, siguiendo la regla de la latitud del lugar (-24,8°) más 15° adicionales para una generación *regular* en todo el año. La Fig. 4 muestra los subcomponentes principales de la instalación, en proceso de construcción.



Figura 4: Izquierda. Panel solar y estructura de soporte. Centro. Gabinete de comando, control de carga/descarga de batería y conmutación Solar/220V red. Derecha. Gabinete UVC.

Una particularidad del equipo radica en que el gabinete UVC puede abastecerse de energía eléctrica tanto del sistema fotovoltaico/batería como de la red doméstica de 220V. Para ello se emplea una llave de conmutación (Fig. 4, centro). Esto posibilita al gabinete UVC a prescindir del sistema fotovoltaico cuando el recurso solar no es suficiente y/o la batería no se encuentra lo suficientemente cargada. El tiempo de acción de las lámparas UVC se ajusta mediante un temporizador analógico alojado en el gabinete de comando.

Para la conformación estructural del gabinete se utilizaron materiales recuperados. Para alojar los componentes internos, se reutilizó la estructura de una fotocopiadora, sin mayores diferencias geométricas con la envolvente interna diseñada. La rejilla para la colocación de los materiales a desinfectar está conformada por un estante metálico de heladera. La envolvente exterior se construyó haciendo uso de tapas laterales de CPU, adaptándolas para tal fin. La envolvente interior se conforma con chapas de aluminio de alta reflectividad, siendo los intersticios sellados con cinta de aluminio adhesiva. La ubicación final tanto de la rejilla, como de las lámparas UVC fue teniendo en cuenta la distribución geométrica calculada en la etapa de diseño. Todo esto partiendo de la premisa de que el objetivo fue el mantener una distribución lo más homogénea posible del haz de luz UVC dentro del gabinete y evitando el escape de la misma hacia el exterior. Las dimensiones finales se muestran en la Fig. 5. Además, se incorporaron luces indicativas de funcionamiento y un termostato para evitar sobrecalentamiento del aire interior (Fig. 6).

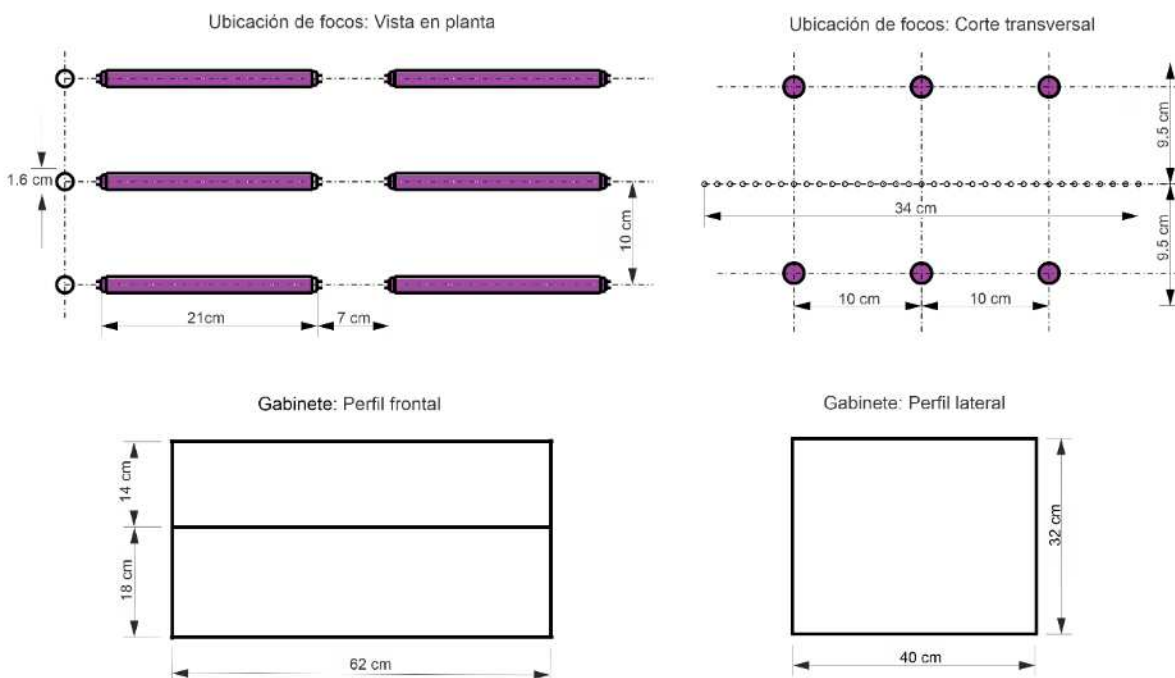


Figura 5: Dimensiones finales de la envolvente exterior y geometría de distribución de lámparas germicidas.



Figura 6: Vista en perspectiva de la cabina construida. Disposición superior de lámparas germicidas, teclas de encendido y luces indicativas de operación.

**Distribución de los costos de construcción:** La Fig. 7 muestra la relación en proporciones graficas de los costos de construcción del sistema solar, gabinete UVC, instalación eléctrica, sistemas de control y demás costos asociados. El sistema fotovoltaico junto con los componentes UVC representan el 76% del capital, seguido por el 10% en componentes eléctricos, luego 8% entre estructuras de soporte e insumos varios. El restante 6% representa las categorías control y otros.

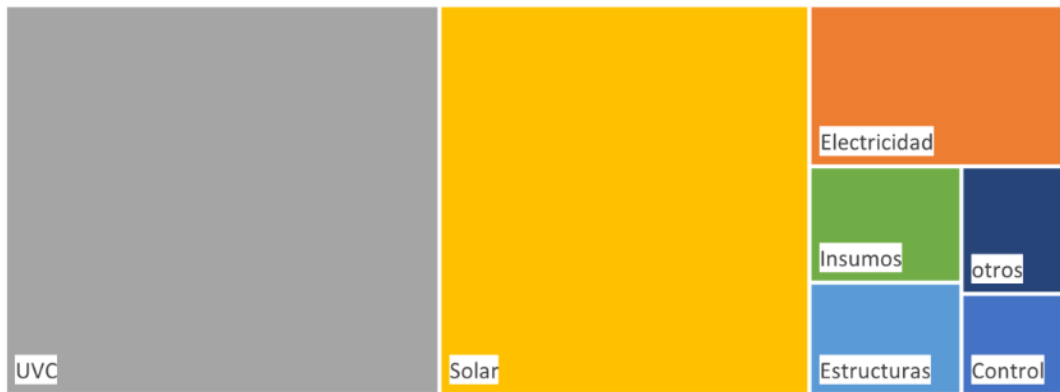


Figura 7: Distribución proporcional de costos de construcción.

Resultados sobre la percepción de usuarios/beneficiarios:

a) La Coordinadora del Centro Sociocultural, Paloma Echeverría, definió al Centro como “un dispositivo de gran complejidad” donde “se desarrollan diferentes tipos de actividades”, y detalló la cantidad de actores sociales involucrados en dichas actividades; “Por un lado, los talleres de oficio, arte y recreación que abarcarán a una población aproximada de 100 personas. Por otra parte, se desarrollan distintos programas: de voluntariado, de jóvenes y de mujeres, donde participan 50 aproximadamente”. Es decir, que actualmente entre talleres y actividades varias, la organización recibe a más de 150 personas semanalmente.

Consultada sobre la afectación que tuvo el espacio a partir de la pandemia, la responsable respondió: “Primeramente, nos afectó como a todas las instituciones, con el cierre del centro socio cultural por varios meses, afectando la vinculación con la comunidad y sobre todo con los niños y adolescentes, quienes fueron los que menos actividades tenían por las restricciones sanitarias. Así es como en la reanudación de las actividades tuvimos que hacer un trabajo de re-vinculación y aprender juntos a relacionarnos desde este “nuevo escenario”, debiendo implementar las medidas pertinentes. Lo que implicó una reorganización de los espacios, los tiempos y los hábitos en el desarrollo de las actividades”.

En cuanto, a la utilidad que cree que aportará el Equipo Solar Esterilizador, Echeverría estimó que “este kit nos va a brindar aún más seguridad para el equipo de MANOS y para toda la población que acude al Centro Sociocultural”, y destacó que, dentro del consumo eléctrico del espacio, la mayor demanda se ocasiona durante la ejecución de los talleres, como también para la confección de los barbijos que implementa máquinas de coser. Es importante mencionar, que el espacio cuenta con una exención en los servicios básicos en su carácter de organización social sin fines de lucro, por lo que, en realidad, sus miembros a cargo desconocen cuál es el consumo total de energía eléctrica.

b) La Coordinadora General de la Asociación, Mg. Lucia Doljanin, remarcó que “el kit solar va a permitir, primero, garantizar la participación de la población, en condiciones de higiene apropiada para el cuidado colectivo de la salud, lo que para nosotros es fundamental, además empezar a socializar y a concientizar sobre la existencia, el uso y la potencialidad de las energías renovables, porque los sectores populares están muy lejos de las energías renovables”.

Sobre la incorporación de energías renovables en la Organización, Doljanin enfatizó “como organización la incorporación de energías renovables efectiviza 100% nuestro trabajo, igual si tuviéramos un panel solar para la cocina o para las estufas, nunca pudimos hacer andar las estufas, nunca pudimos hacer del Centro Sociocultural un lugar calentito”.

c) La organización beneficiaria, en su organigrama, cuenta con un Área de Investigación en políticas públicas y derechos humanos, por lo que consultamos a su Coordinadora, Lic. Citlali Doljanin,



d) sobre la misma y la relación que mantienen con el ámbito académico: *“el Área de Investigación, Docencia y Capacitación de MANOS, se relaciona con el sector académico a partir del programa de prácticas profesionales y pre profesionales, espacio generado particularmente para poder trabajar con el sector académico desde la formación en la práctica de los perfiles que eligen a MANOS como su centro de prácticas”*.

Preguntada la especialista sobre cómo pueden mejorarse y fomentarse las vinculaciones entre las organizaciones sociales y el ámbito académico, precisó que es necesario *“un acercamiento desde la organización y desde el sector académico, generando espacios de encuentros, para conocer los desarrollos y los objetivos que se persiguen y buscar puntos en común y de apoyo, como también la necesaria retroalimentación que debe haber cuando se articula interinstitucionalmente”*, en este sentido, la profesional valoró la necesidad de la *“intersectorialidad”* (Flacso, 2015) para poder abordar problemáticas sociales desde la investigación aplicada .

Además, indicó con respecto a las tecnologías sociales y su incorporación en estos ámbitos que *“las tecnologías sociales optimizan los recursos, actualizan las líneas de acción, considero que su incorporación es fundamental para mantener una organización, al trabajo que se realiza y al impacto que se obtiene, funcionando de forma más óptima”*. Contempló que las tecnologías sociales *“potencializan el impacto y alcance”* que puede tener la Organización, cuando aborda problemáticas sociales. Remarcó que es necesario alentar la *“interdisciplinariedad”* y formar equipos entre los diferentes sectores para el abordaje de problemáticas complejas.

e) En tanto que, consultado sobre los beneficios de acceder a una tecnología como el kit solar esterilizador, el presidente de la Organización, Nahuel Sebastián Sánchez, expresó: *“acercando la tecnología a los sectores donde se hace más inalcanzable, en lo particular a experimentar con otro tipo de energías, la manipulación y operación del dispositivo”*, en concordancia de lo planteado con la Coordinadora General, como la valoración de poder *“acercar”* la tecnología a los espacios populares, algo que en la urbanidad, y en el contexto particular de Salta, pareciera no tan común; explorando estas articulaciones interinstitucionales como una contribución a ese desarrollo.

Indagando sobre este proceso de articulación, y en referencia a la participación ciudadana, el Presidente de la Organización puntualizó: *“creo fundamental que el tercer sector incorpore este tipo de tecnologías, aunque también creo que es difícil el acceso a dichas tecnologías, por lo tanto, no depende solo de una cuestión de responsabilidad, sobre todo en circuitos donde en forma efectiva y eficaz sumen a la productividad del equipo. Hoy en nuestro contexto (Salta) lo veo más como una posibilidad de primeras experiencias, que de uso concreto. También creo que depende de la falta de conocimiento por lo que veo la responsabilidad en el aprendizaje más que en la aplicación”*.

Por último, conversamos sobre algunas políticas públicas que puedan colaborar en el acceso de las energías renovables para el tercer sector, remarcó que sería fundamental seguir contando con *“el acceso a financiamiento para este fin específico”* y puntualizó sobre la necesidad del *“apoyo técnico que permita un aprendizaje al momento de la aplicación”*.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

*Discusión y conclusiones de índole técnica:* Durante el proceso constructivo del equipo de desinfección se presentaron una serie de desafíos relacionados a la construcción de una tecnología que si bien utiliza los preceptos ya estudiados respecto a la aplicación y utilización de la radiación UVC para procesos de desinfección, involucra la incorporación de un sistema fotovoltaico para su funcionamiento.

La utilización de materiales recuperados es de gran valor considerando la mitigación de impactos ambientales propios del proceso constructivo de estas tecnologías, sumado al hecho de obtener una tecnología que, si bien tiene la versatilidad de funcionar con 220V convencional, la principal fuente de energía es la radiación solar.

El estudio del funcionamiento del sistema fotovoltaico para la desinfección de objetos cotidianos se realizó en otro trabajo presentado en la actual reunión de ASADES.

*Discusión y conclusiones de índole social:* Nuestro país pasó por un proceso de resignificación de las organizaciones civiles (cooperativas, ONG, clubes deportivos, etc.). Hoy nos encontramos con un territorio más vasto de instituciones y organizaciones con las cuales se debe trabajar intersectorialmente, lo que implica necesariamente, pensar en estrategias destinadas a propiciar encuentros de dialogo durante todas las etapas que implica un proyecto. Es por ello que, desde esta propuesta, se dio lugar a un encuentro previo para el desarrollo y firma de los formularios de presentación del proyecto para su financiamiento. Una vez aceptado el mismo, se realizó una presentación (MANOS; 2020) del proyecto con los actores principales, tanto los jóvenes y mujeres que asisten al centro sociocultural, los referentes institucionales de la universidad, de la organización, funcionarios públicos municipales y provinciales, y público en general, de manera virtual.

Como trabajo a futuro, y una vez instalado el sistema Solar Esterilizador, se prevé un encuentro para dialogar, no sólo sobre el uso y mantenimiento de la tecnología, sino también de las energías renovables y sus posibles aplicaciones en contexto urbano. A la vez, se contempla el soporte remoto sobre el uso diario que puedan requerir los usuarios y una posterior evaluación sobre el funcionamiento del mismo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen al Dr. Carlos Cadena por la asistencia técnica brindada durante la construcción del equipo, así como también al Técnico Carlos Fernández por la colaboración con el armado de la estructura del panel solar. Y a la Comisión Directiva y equipo técnico de la Organización MANOS.

## **FUENTE DE FINANCIAMIENTO**

El presente trabajo se financió en un 70% de su presupuesto original, a través de la convocatoria *Proyectos de Desarrollo y Aplicación Tecnológica COVID-19*, de la Universidad Nacional de Salta, Secretaría de Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales y Consejo de Investigación. Proyecto *Kit esterilizador solar portátil* (expediente N° 25543/20), aprobado por Resolución R.R. N° 496/2020.

## **REFERENCIAS**

- Asociación MANOS (2020). Link al video presentación del Kit Esterilizador Solar: <https://www.facebook.com/185400614909763/videos/370053744027860>.
- Arguelles, P. (2020). Estimating UV-C Sterilization Dosage for COVID-19 Pandemic Mitigation Efforts. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12837.65761>.
- Bormann M., Alt M., Schipper L., Van de Sand L., Otte M., Meister T. L., Dittmer U., Witzke O., Steinman E., Krawczyk A. (2021). Disinfection of SARS-Cov-2 contaminated surfaces of personal items with UVC-LED disinfection boxes. *Viruses*, 13, 598. <https://doi.org/10.3390/v13040598>.
- Budowsky E. I., Bresler S. E., Friedman E. A., Zheleznova N.V. (1981). Principles of selective inactivation of viral genome. I. UV-induced inactivation of influenza virus. *Arch Virol*. 68 (3-4) 239-47. DOI: 10.1007/BF01314577.
- Buonanno M., Welch D., Shuryak I., Brenner D. J. (2020). Far-UVC light (222 nm) efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses. *Scientific Reports*. 10:10285. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67211-2>.

- Cadena C., Franco J., Bárcena H., Saravia L., Blesa O., Lagarde T (1996). Fabricación y testeo de un sistema de desinfección de agua con lámparas UV empleando paneles fotovoltaicos como fuente de energía. Publicado en Actas de la 19a. Reunión de la Asociación Argentina de Energía Solar - ASADES-. Mar del Plata, Pág. 03.7, Tomo I.
- Darnell M. E., Subbarao K., Feinstone S. M., Taylor D. R. (2004). Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV. *Journal of Virological methods*, vol. 121, no. 1, pp. 85–91.
- Flasco. (2015). Informe Técnico para el Diseño de Plan de Trabajo para reorientación de Programas de Salud Pública. Chile: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Franco J., Bárcena H., Cadena C. (1997). Desinfección de agua por vía solar para producciones medianas (informe de avance). Coaunicación. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. L, Nº 2*.
- Franco J., Caso R., Fernández C., Javi V., Saravia L. (2004). Aplicación de un concentrador tipo fresnel para pasteurizar leche de cabra. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 8, Nº 1. ISSN 0329-5184*.
- Gidari A., Sabbatini S., Bastianelli S., Pierucci S., Busti C., Bartolini D., Stabile A. M. Monari C., Galli F., Rende M., Cruciani G., Francisci D. (2021). SARS-CoV-2 Survival on Surfaces and the Effect of UV-C Light. *Viruses*. 13, 408. <https://doi.org/10.3390/v13030408>.
- Jagger J. Introduction to Research in Ultraviolet Photobiology. *Photochem Photobiol*. 1968; 7:413. DOI: 10.1111/j.1751-1097.1968.tb 08029.x
- Kitagawa H., Nomura T., Nazmul T., Omori K., Shigemoto N., Sakaguchi T., Ohge H. (2021). Effectiveness of 222-nm ultraviolet light on disinfecting SARS-CoV-2 surface contamination. *American Journal of Infection Control*. 49. 299–301. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.08.022>.
- Organización Mundial de la Salud (2021). COVID-19 Weekly Epidemiological Update. Edition 46.
- Zhou P., Yang X. L., et. al. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, vol. 579, no. 7798, pp. 270–273.

## **DESIGN AND CONSTRUCTION OF A UVC-PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR SURFACES DISINFECTION. BENEFICIARY ENTITY PERCEPTION OF THE PROJECT/SOCIETY CONNECTION**

**ABSTRACT:** The ultraviolet radiation is used for disinfection surfaces by most varied technological solutions, most of them using electricity based on fossil sources. The use of these technologies has become even more relevant due to the spreading of the SARS-CoV-2 virus. This work shows the design and construction of a hybrid solar/220V-grid system for objects sterilization with low power germicidal lamps. The main design parameters were the distance, exposure time, and radiation dose required. The construction of the equipment was achieved in accordance with the proposed design, in terms of geometry and materials. The beneficiary entity is a non-profit association, and the analysis of the perception of both the technology and the articulated work between them and the project was also addressed, through semi-structured interviews. This allowed to identify the demands of the entity in relation to the installation and use of the technology, and the generation of learning strategies for its usage and maintenance.

**Keywords:** Covid19. UVC. Photovoltaic solar energy. Hybrid systems. Social perception.