

E.E.S.T. Nº 1 LIBERTADOR GRAL. SAN MARTÍN

FERIA PROVINCIAL DE EDUCACIÓN, ARTES, CIENCIA, Y TECNOLOGÍA
ENERGÍAS SUSTENTABLES APLICADAS A LA ARQUITECTURA

ALUMNOS Y ALUMNAS: CAMILA LEGUIZAMÓN - LOURDES LEGUIZAMÓN - GUADALUPE CALASE - NICOLÁS FERNÁNDEZ

NIVEL, ÁMBITO, Y ÁREA: 5^{TO} AÑO - CICLO SUPERIOR - INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ASESOR: PROF. CRISTIAN CANO - DNI: 28.769.619

ASESOR CIENTÍFICO: PROF. ARIEL CRESPO - DNI: 18.135.552

COLABORADORES: PROF. ALEJANDRA GUTZOS :: DNI: 20.012.447 - PROF. GUSTAVO FERRARO :: DNI: 30.024.412

DIRECCIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA: 122^E/ 80 Y 81 - BERISSO - PROVINCIA DE BUENOS AIRES :: CUE - 060883100

INFORME

2021

FECHA DE INSCRIPCIÓN: 06/09/2021

TÍTULO: ENERGÍAS SUSTENTABLES APLICADAS A LA ARQUITECTURA**ÍNDICE**

Resumen	Pág. 3
Introducción	Pág. 4
Antecedentes	
Energía solar fotovoltaica	Pág. 5
Energía eólica	
Generadores eólicos	Pág. 7
Características del eje vertical, y del horizontal	
Aerogenerador urbano	Pág. 8
Marco teórico	
Razones que motivaron el trabajo	Pág. 10
Precisión del problema	Pág. 11
Objetivos generales	
Objetivos específicos	Pág. 12
Hipótesis	
Estrategias metodológicas	Pág. 13
Secuencia de las actividades	Pág. 14
Resultados obtenidos	Pág. 15
Puesta en común de los resultados	Pág. 16
Conclusiones	Pág. 17
Bibliografía	Pág. 18
Agradecimientos	Pág. 19

RESUMEN

En una primera instancia, se desarrolló el concepto de **“energía”**, los tipos más conocidos, y las propiedades. Luego, se hizo hincapié en la forma obtención, la cual se realiza a través de dos tipos de fuentes: las **“fuentes de energía no renovables”**, de las que se describieron las más comunes; y las **“fuentes de energía renovables”**, que al igual que la anterior, se profundizó sobre las más conocidas.

En ambos casos, se analizaron las ventajas, y las desventajas, pudiendo así, destacar las virtudes que tienen las fuentes renovables, por sobre las no renovables.

Debido al amplio desarrollo de la “energía solar”, y la “energía eólica”, y luego de indagar sobre los conceptos generales, se iniciaron las investigaciones sobre estos dos tipos de fuentes.

Para esta etapa, se realizaron dos maquetas arquitectónicas, de una vivienda unifamiliar. A la primera, se le incorporó un pequeño panel solar, con su respectivo sistema electrónico; y a la segunda, con más detalles, mejores materiales, y mayor precisión, se la equipó con un sistema eólico, el cual se construyó, con una escala, y, fundamentalmente, con una morfología, que resultaron ser inadecuadas. Por esta razón, se optó por reciclar el sistema, ya que el motor utilizado, es el único con el que se cuenta. De esta manera, pudo funcionar, pero con una manivela, que si bien, no es viable a escala real, sirvió como disparador para encarar la siguiente etapa, para la cual, se planificó desarrollar el modelo de un **“aerogenerador urbano”**. A partir de los requerimientos planteados para el desarrollo del proyecto, se analizaron diferentes modelos, de los cuales, se construyeron maquetas de estudio, que fueron sometidas a pruebas de viento, con la finalidad de poder contrastar los resultados obtenidos, y así, seleccionar la forma de la turbina que se comportara con mayor eficiencia.

Al no contar con un túnel de viento, ni con un anemómetro, los resultados obtenidos, surgieron a partir de la observación. Se utilizó un secador de pelo, aplicando ráfagas de viento con la misma intensidad, y en las mismas condiciones, para probar cada uno de los modelos. El aerogenerador basado en la espiral de Arquímedes, fue el que desarrolló más revoluciones. Esto, teniendo en cuenta que los resultados surgieron a partir de la observación.

Debido a que el colegio no cuenta con la aparatología para realizar pruebas que arrojen resultados de mayor precisión, se piensa en la posibilidad de articular con alguna institución que tenga la tecnología necesaria, como una facultad, el CONICET, o el INET.

Si bien, con el modelo de Arquímedes se obtuvieron resultados prometedores, en la actualidad se está trabajando sobre un modelo similar, que podría ser aún más eficiente. El mismo, también surge a partir de un espiral, pero su forma, podría ser más compacta, de manera que el tubo que encausará el viento hacia la turbina, también sea compacto. Cabe destacar que, sobre la misma estructura, se pretende incorporar los alerones, que orientarán el aerogenerador en dirección del viento, y su vez, los paneles fotovoltaicos, y así obtener un sistema híbrido. De esta manera, en ausencia total de viento, se seguirá generando energía, a partir de los rayos solares. Esto plantea nuevos desafíos, ya que, sobre la misma estructura, los paneles necesitan orientarse, a medida

que los ángulos de los rayos van cambiando. Por otro lado, el aerogenerador requiere de un movimiento independiente, para que los alerones puedan orientar el sistema eólico, y que el flujo de viento sea encausado, y llevado hacia la turbina. A medida que se van obteniendo nuevos resultados, no se descarta la posibilidad de incorporar otras características.

El prototipo final, podría favorecer, e impulsar, uno de los objetivos planteados por las naciones unidas, “**garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible, y moderna**”. Dado que la escala a la que se apunta es mucho menor, en comparación con los modelos analizados, el costo final, podría garantizar el acceso a un producto que genere energía limpia y segura, con diseño nuevo, e innovador.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

A mitad del siglo XIX, la principal fuente energética era la madera. En 1859 se perfora el primer pozo de petróleo en Estados Unidos, a raíz de esto, se comienzan a producir una gran cantidad de inventos que utilizan esta fuente de energía.

Desde comienzos del siglo XX, empieza a aumentar vigorosamente el uso de la energía, aunque la producción de carbón empezó a decaer posteriormente a la Primera Guerra Mundial. Se vino el alza del petróleo, el cual superó al carbón, justo después de la Segunda Guerra Mundial. En ese mismo periodo, fue descubierta la energía nuclear. A pesar de las expectativas, para la década de los setenta, este tipo de fuente representaba solo un pequeño porcentaje de la producción mundial, el resto, era generado a partir del petróleo. Esto fue conocido como la “**crisis energética**”.

Posteriormente, se registró un notable crecimiento en la población mundial, y, por ende, las necesidades energéticas se incrementaron. Fue en esa década que se consideró a las energías renovables, como una opción a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente, y futura, como así también, por su menor impacto ambiental, razón por la cual, fueron llamadas “**energías alternativas**”.

Actualmente, se hace una distinción entre dos tipos de fuentes de energías:

Las fuentes de “**energías no renovables**”: se almacenan por millones de años, de forma subterránea, o terrestre. Se caracterizan por ser un recurso finito. Como ejemplo, se puede nombrar a los combustibles fósiles, es decir, el carbón, el petróleo, el gas natural, entre otros.

Las fuentes de “**energías renovables**”: se crean en un flujo continuo. Se disipan a través de ciclos naturales, que, se estima, son inagotables, ya que su regeneración es incesante.

A continuación, se describirán los antecedentes de la energía solar fotovoltaica, y la energía eólica. Las mismas, son las que se desarrollarán en el presente proyecto, “**Energías sustentables aplicadas a la arquitectura**”.

Energía solar fotovoltaica: en el año 1953, Gerald Pearson, de Laboratorios Bell, patentó la primera célula fotovoltaica. Mientras experimentaba con las aplicaciones en la electrónica del silicio, fabricó, casi accidentalmente, una célula fotovoltaica basada en este material, que resultaba mucho más eficiente que cualquiera hecha de selenio. A partir de este descubrimiento, otros dos científicos también de Laboratorios Bell, de nombres, Daryl Chaplin, y Calvin Fuller, perfeccionaron este invento, y produjeron células solares de silicio capaces de proporcionar suficiente energía eléctrica como para que pudiesen obtener aplicaciones prácticas de ellas. De esta manera, empezaba la carrera de las placas fotovoltaicas como proveedoras de energía. A partir de ese momento la eficiencia de las células no ha dejado de crecer, y su campo de aplicaciones se ha extendido enormemente, desde los pequeños electrodomésticos, sistemas de iluminación, sensores remotos, sistemas de bombeo, y desalinización de agua, hasta las centrales de producción de energía eléctrica.

Este tipo de energía, es una tecnología que genera corriente continua, por medio de semiconductores, cuando estos son iluminados por un haz de fotones. Se mide en vatios, o kilovatios. En ausencia de luz, la electricidad desaparece. Las células solares no necesitan ser cargadas como las baterías, pudiéndose mantener en operación terrestre, o en el espacio, durante años.

Con la llegada del siglo XXI, surgió una premisa, el “**desarrollo sostenible del medio ambiente**”. El crecimiento de la industria, y del consumo, trajo como consecuencia, un deterioro ambiental, a través de las emisiones de CO₂, y otros gases, que además de destruir la capa de Ozono, afectan a la salud, por lo que el cuidado del medio ambiente, es compromiso de la humanidad, de los gobiernos, de las personas, y de las industrias. El autoconsumo fotovoltaico es una alternativa para la reducción del CO₂, sin embargo, son muy escasas las políticas de ayuda, de cualquier tipo, a los productores de autoconsumo. En este caso, además de la protección del medio ambiente, el directo beneficiario, es el consumidor. Las instalaciones fotovoltaicas se realizan por iniciativa privada, y sin ningún tipo de ayuda.

La tecnología fotovoltaica actual está basada en el silicio cristalino, sin embargo, se están ensayando con otros materiales, que podrían ocupar una cuota importante del mercado, en los próximos años. Si bien, los costos se han ido reduciendo gradualmente, como consecuencia de las mejoras en las tecnologías de producción, y del aumento de la eficiencia de células y módulos, están situados aún en un nivel muy alto en comparación con otras fuentes primarias de energía.

Energía eólica: este tipo de energía, es una de las más antiguas usadas por la humanidad. Desde el siglo II a.C., en China, utilizaban los molinos de viento para moler granos, o bombear agua. Con la llegada de la electricidad, a finales del siglo XIX, los primeros aerogeneradores se basaron en la forma, y el funcionamiento, de los molinos de viento.

La primera persona que utilizó el viento para generar electricidad, fue Charles F. Brush, en el año de 1888, quien construyó el “molino de poste Brush”, en Cleveland, Ohio. Parecía un ventilador gigante con una cola, que podía hacer girar el rotor con el viento. El molino de poste producía al-

rededor de 12 KV, cantidad con la que cargaba las baterías en el sótano de su casa, las cuales, suministraban energía a las lámparas, y a pequeños motores eléctricos.

Con la primera crisis del petróleo, sobre todo a partir de los movimientos contra la energía nuclear en el continente europeo, despertó el interés por las energías renovables, por lo que se buscaron nuevos caminos para explotar los recursos del planeta, tanto, ecológicamente, como, rentables, económicamente. Los aerogeneradores de aquella época eran demasiado caros, y el elevado precio de la energía que se obtenía a través de los mismos, era un argumento para estar en contra de su construcción. Debido a esto, los gobiernos internacionales promovieron la energía eólica en forma de programas de investigación, y de subvenciones, la mayoría de las mismas, aportadas por los gobiernos regionales.

La energía eólica tiene como gran ventaja, que no produce emisiones de dióxido de carbono (CO₂), y, evidentemente, no es finita, es decir, no se acaba.

Actualmente, la generación de electricidad, por medio del viento, comienza a partir de una torre muy elevada, que puede llegar a medir, aproximadamente, unos 67 metros. Un montante especial, en la parte superior, conecta las aletas propulsoras con la torre, sobre un eje horizontal, en el cual, también, se conecta el generador. El viento hace girar las aletas propulsoras, lo que genera que todo el sistema se mueva, y así, se produzca energía eléctrica. Generalmente, se ubican grupos de turbinas a lo largo de un área extensa. A esto se lo denomina, “planta de energía eólica” o “parque eólico”. Las características de este tipo de turbina, también generan inconvenientes. Algunas poblaciones cercanas a los parques eólicos, se han quejado por el aumento de la contaminación acústica. Aunque también hay quienes señalan, que el ruido procede del propio viento.

La instalación de un parque eólico, produce impactos ecológicos, y en el paisaje. Se requiere, y normalmente ocurre en espacios aislados, y de gran valor ecológico, el movimiento de tierras, y la construcción de carreteras, y pistas de acceso al parque eólico, cuando antes, sólo había sendas naturales, y de nulo impacto medioambiental.

Donde se han instalado, la normativa establece que las zonas excavadas durante la obra, han de cubrirse con tierra vegetal, y que, al finalizar la instalación, se ha de iniciar el plan de revegetación, y recuperación de suelos, con la siembra de especies autóctonas, de crecimiento rápido. Hoy, los aerogeneradores se construyen de un tamaño lo más reducido posible, y se pintan con colores que perturben menos el paisaje.

Aunque su presencia, de algún modo, pasa desapercibida, a los ecologistas, y a los defensores de la naturaleza, les preocupa la repercusión negativa que tienen los molinos de viento para las aves, ya que las mismas, mueren al chocar con las aspas, o por electrocución, con las líneas de alta tensión. En este sentido, cabe señalar que, según algunas opiniones, las aves se acostumbran a la existencia de las palas, y las evitan en su trayectoria, como hacen con los árboles, y otros obstáculos naturales.

Con las líneas de alta tensión, el problema es más complejo, ya que las aves chocan contra los cables, porque no los ven en pleno vuelo, lo que se intenta evitar, con elementos que destaquen las líneas, como cintas, balones, o espirales, y en caso necesario, se puede obligar a los promotores de los parques eólicos, a enterrar los cables.

Generadores eólicos

Según la forma del rotor, la forma de las palas, y la dirección del eje, se pueden distinguir tres tipos principales, los cuales, a continuación, se describen.

- **Aerogenerador con rotor Savonius:** es el modelo que tiene la forma del rotor más sencillo, está formado por cilindros huecos, desplazados respecto a su eje, de forma que la parte cóncava, en el empuje del viento, ofrece a su parte convexa, una menor resistencia al giro. Se suele mejorar su diseño, dejando un espacio entre ambas caras, para evitar la sobrepresión en el interior de la parte cóncava. Se pueden construir superponiendo varios elementos sobre el eje de giro.

No son útiles para la generación de electricidad, debido a su elevada resistencia al aire. Sin embargo, el costo de construcción es bajo, y el montaje es fácil, haciéndolos útiles para aplicaciones mecánicas.

- **Aerogenerador con rotor Darrieus:** fue patentado por G. J. M. Darrieus en 1931. Consiste en un eje vertical, asentado sobre el rotor, con dos o más palas, las cuales son finas y curvadas, unidas al eje por los dos extremos. El diseño de las palas es simétrico, similar a las alas de un avión, no tienen mayor complejidad, a diferencia de las palas de los aerogeneradores de eje horizontal. Permite mayores velocidades que las del rotor Savonius, aunque sin alcanzar las generadas por los modelos de eje horizontal.

- **Aerogenerador con rotor Giromill:** también fue patentado por G.J.M. Darrieus. Consiste en palas verticales, unidas al eje por brazos horizontales, los cuales, pueden salir por los extremos del aspa, o bien, por su parte central. Las palas, cambian su orientación a medida que se produce el giro del rotor, para un mayor aprovechamiento de la fuerza del viento.

Características del eje vertical, y del horizontal

- **Aerogenerador de eje vertical:** para su instalación, no es necesario tener en cuenta la dirección del viento, por este motivo, se implantan en entornos urbanos.

- **Aerogenerador de eje horizontal:** la hélice del rotor, está montada sobre un eje horizontal, que, mediante algunos dispositivos electrónicos, o colas, se orienta en la dirección del viento. Se instala en espacios abiertos, en sitios donde no hay obstáculos, y con flujos de viento suaves.

Aerogenerador Urbano

No se han encontrado antecedentes de sistemas eólicos como el que se está desarrollando en esta propuesta, ya que todos los modelos analizados, tienen una escala considerable, y generan

potencias que se miden en kilowatts. Estas características, están dadas por las zonas en donde se ubican, o bien, por las alturas en las que se instalan. De todas maneras, de cada modelo, aportó ideas para el desarrollo del proyecto, el cual, sigue tomando forma.

A continuación, se describen algunos ejemplos de los modelos que se analizaron:

El **“árbol de viento”**: es un modelo de un árbol artificial, con hojas de material plástico, las cuales, al rotar, generan electricidad que, dependiendo del modelo, va desde los 4,2, hasta los 10,8 kilowatts. Esta potencia tiene sentido, si se considera que están implantados en espacios al aire libre, como plazas, parques, etc. Con la energía generada, se puede iluminar diferentes zonas, además de proporcionar electricidad para otras necesidades. El valor actual, va desde los 19.500, hasta los 49.680 euros.

Los aerogeneradores del tipo **“savonius”**, con sus diferentes variantes, también entran en la categoría de aerogeneradores urbanos, al igual que el modelo ruso **“onipko”**, y otro, que se basa en la **“espiral de Arquímedes”**.

Todos los modelos mencionados, generan potencias que se miden en kilowatts, es por eso que se menciona el tema de la escala, ya que la propuesta, es generar energía suficiente para cargar una batería, la cual permitirá el funcionamiento de, por ejemplo, una computadora, es decir, el voltaje requerido, está muy por debajo del que generan los modelos descritos anteriormente.

Otro ejemplo, es el aerogenerador urbano **“Airrush”**. Al igual que los demás, genera gran potencia, pero su diseño, permite encausar el viento, y así, generar un mayor flujo. Su valor, es de 8.750 euros.

Marco teórico

Trabajar sobre una vivienda unifamiliar, basada en el uso de energías renovables, busca concientizar sobre los recursos naturales, ya que el sol, el viento, los desechos orgánicos, etcétera, pueden ser utilizados como fuentes de energía limpia.

El sistema híbrido desarrollado, conjuga, el uso de la energía solar, a través de un panel fotovoltaico, y la energía eólica, a través de un aerogenerador eólico de eje vertical, o bien, de eje horizontal. Para concretar el proyecto, se decidió construir dos maquetas. La primera, en una escala de 1:20, donde se puede visualizar con mayor claridad la volumetría, y a su vez, posibilitando una mayor comodidad a la hora de trabajar sobre los circuitos electrónicos.

La segunda maqueta, tiene una escala de 1:50. Un menor tamaño, plantea desafíos técnicos a la hora de la construcción, los cuales favorecen el desarrollo de las destrezas propias de la profesión, es decir, la prolijidad, la precisión, el uso de herramientas, la resolución de problemas, la atención al detalle, etcétera.

A partir del análisis de las tecnologías aplicadas en el proyecto, surgieron temas como, el comparativo de consumos y costos, y cómo se amortizan a largo plazo, dando como resultado, un importante ahorro energético.

“**La energía solar**”, es la energía radiante producida por el sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión. Llega a la tierra, a través del espacio, en cientos de fotones, que interactúan con la atmosfera, y la superficie terrestre, donde se captura, y se transforma en energía eléctrica, o mecánica.

Para el uso de este tipo de energía, en el caso del autoconsumo, se requiere de una considerable inversión económica para adquirir el equipamiento, el cual deberá adecuarse a las necesidades de cada vivienda.

La energía solar activa se divide en:

- **Energía térmica:** transforma la energía solar en calor. Se utiliza como suministro de agua caliente, para uso doméstico. Un típico sistema solar térmico, se compone de dos colectores, orientados, en el caso de nuestro hemisferio, al Norte, los cuales, son de color negro, para absorber la mayor cantidad de calor del sol. Este tipo de energía también se utiliza para la calefacción, y el calentamiento de piscinas.
- **Sistemas fotovoltaicos:** los paneles solares, convierten la luz del sol, en energía eléctrica. Pueden ser montados en el suelo, pero generalmente, buscando una mayor productividad, se ubican en los techos de las casas.

El aprovechamiento de la energía solar, se puede llevar a cabo de dos formas: el aprovechamiento pasivo, y el activo.

El “aprovechamiento pasivo” de la energía solar, no requiere de ningún dispositivo para captarla, por ejemplo, se utiliza en la arquitectura para sistemas de calefacción en climas fríos, a través de grandes ventanas orientadas hacia donde el sol emite sus rayos durante la mayor parte del día. Otra aplicación común, es el secado de la ropa.

Los “sistemas activos”, se basan en la captación de la radiación solar por medio de un elemento denominado “**colector**”.

El aprovechamiento térmico de la energía solar, se divide en tres áreas:

- Aprovechamiento de “**baja temperatura**” (menos de 90°C); aplicado al calentamiento de agua, y a la preparación de alimentos.
- Aprovechamiento de “**mediana temperatura**” (menos de 300°C); para aplicaciones industriales.
- Aprovechamiento de “**alta temperatura**” (hasta 500°C); aplicado para la generación de electricidad.

“**La energía eólica**”, hace referencia a aquellas tecnologías y aplicaciones, en que se aprovecha la energía cinética del viento, convirtiéndola en energía mecánica, o eléctrica. Existen dos tipos principales de máquinas que aprovechan la energía contenida en el viento: los **molinos**, que se utilizan fundamentalmente para bombeo mecánico de agua, algo muy común en el campo, y los **aerogeneradores**, que están especialmente diseñados para producir electricidad.

La energía del viento, se deriva del calentamiento diferencial de la atmosfera por el sol, y las irregularidades de la superficie terrestre. Aunque solo una pequeña parte de la energía solar que llega a la tierra, se convierte en energía cinética. Es una fuente inagotable, y no contaminante, pero a su vez, es irregular. Sumado a esto, debe considerarse que, el sistema de almacenaje de la energía, en las baterías, ha evolucionado, pero aún necesita mayor desarrollo.

El recurso energético eólico, es muy variable, tanto en el tiempo, como en su localización. La variación con el tiempo, ocurre con los intervalos de segundos y minutos, lo que se conoce como “**rachas**”, horas, que son los “**ciclos diarios**”, y meses, es decir, “**variaciones estacionales**”.

Razones que motivaron el trabajo

El actual modelo económico, está basado en combustibles fósiles, con una estructura de costos que no penaliza los efectos sobre el medioambiente. En este sentido, las energías renovables, son indispensables para luchar contra el cambio climático, ya que producen energía, sin emitir gases de efecto invernadero.

La demanda por el reemplazo de las fuentes tradicionales de energía, es cada vez más fuerte, no solo por la toma de conciencia sobre el cuidado del medio ambiente, sino también, para dejar de depender del petróleo y sus derivados que, por otra parte, cada vez, tienen un costo más y más elevado.

Las tecnologías de las energías renovables a pequeña escala, presentan una alternativa, ambiental, y económicamente factible, para la provisión de energía a comunidades. Nuestra región cuenta con suficientes recursos naturales para desarrollar sistemas solares, y eólicos.

Adicionalmente, se puede disminuir la contaminación del medio ambiente, causada por las emisiones de gases, de los sistemas convencionales, que utilizan combustibles fósiles, como el carbón, y productos derivados del petróleo. Estos gases contribuyen al efecto invernadero, y al calentamiento global de nuestro planeta. Por estas razones, y a causa del compromiso que despierta este tema en los alumnos y las alumnas, el proyecto de las “**energías sustentables aplicadas a la arquitectura**”, articula, lo científico-tecnológico, y el cuidado del medioambiente, y así, no solo se generan conocimientos técnicos, sino también, se crea conciencia.

Precisión del problema

Obtener energía eléctrica, a partir de sistemas no contaminantes, plantea desafíos tecnológicos. Tanto, para ser rentables en el tiempo, como para garantizar su vida útil, los generadores eólicos

necesitan que el montaje se realice en zonas estratégicas, donde el viento sea estable, y que sean fijados a una altura considerable, a torres, o estructuras, diseñadas especialmente.

En el caso de zonas urbanas, aprovechar la energía del viento, es más complejo, ya que la intensidad, por lo general, es mucho menor, y con un flujo, de mayor turbulencia.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propuso analizar, diferentes modelos de generadores eólicos, de los que posteriormente, se realizarían maquetas de estudio, para poder contrastar los resultados de cada uno, y seleccionar el más eficiente, del cual, se construiría un prototipo. También, se estudia la posibilidad de integrar en la misma estructura, un sistema fotovoltaico, y de esta manera, el sistema pasaría a ser híbrido, es decir, podría seguir generando electricidad en ausencia total de viento, siempre y cuando, haya luz solar.

Todo el proceso de diseño plantea grandes desafíos, ya que se necesita de una extensa investigación, la realización de planos, maquetas de estudio, y un prototipo funcional, en el cual, se deben integrar el sistema eólico, y fotovoltaico, combinando, la electrónica, con las piezas mecánicas, las cuales, deben ensamblarse con precisión.

Objetivos generales

- Propiciar la investigación científico-tecnológica en las aulas, pretende favorecer el desarrollo, no solo de las capacidades críticas y reflexivas, sino también, de las habilidades para compartir los resultados en un contexto de trabajo grupal, debatiendo, y respetando los diferentes puntos de vista.
- Estudio, e incorporación al diseño arquitectónico, a través de la realización del proyecto de una “vivienda sustentable”. Esta actividad, tiene como principal objetivo, incorporar este tipo de energías, con el fin de generar conciencia, desde el aula, hasta la comunidad educativa, y ciudadana.
- A partir del diseño y estudio de una vivienda unifamiliar, se plantea la posibilidad de escalar los resultados a otros tipos de edificios.
- Con la maqueta de la vivienda, se busca concientizar, sobre el uso, en este caso, de la energía solar, y la energía eólica, y motivar su incorporación a la vida cotidiana, tanto de las personas que participan del proyecto, como las que analizan el resultado final, en alguna de las exposiciones previstas.
- Que el proceso de diseño del prototipo funcional, integre los contenidos curriculares, correspondientes para cada nivel que se involucre en el proyecto, y, además, genere herramientas que sirvan más allá de la trayectoria educativa, es decir, para el mundo del trabajo.

Objetivos específicos

- Integrar y articular, la teoría y la práctica, las cuales, posibiliten la transferencia de lo aprendido, a diferentes contextos y situaciones, en correspondencia con los diversos sectores de la actividad socio productiva.

- Formar técnicos y técnicas, con sentido crítico, y responsabilidad ciudadana, que generen cambios, orientados a favor de la calidad de vida.
- Incluir la posibilidad del asociativismo, y cooperativismo, como una estrategia del pensamiento colectivo, por sobre el interés comercial.
- Integrar aprendizajes científicos, adquiridos a lo largo del proceso de formación, y aplicarlos, a situaciones problemáticas reales.

HIPÓTESIS

Si se quiere reducir el consumo de los recursos **“no renovables”**, es decir, los **“convencionales”**, y preservar el ambiente, es necesario incorporar en la sociedad actual, el uso de las **“energías renovables”**, también, a nivel **“urbano”**.

Las energías renovables, particularmente, la **“solar”**, y la **“eólica”**, con respecto a otras fuentes, poseen una elevada calidad energética, un impacto ambiental prácticamente nulo, y además, son recursos naturales inagotables.

Para alcanzar los objetivos energéticos mundiales, y contribuir al cuidado del medio ambiente, es indispensable reducir el uso de las energías no renovables, y acelerar la transición hacia las energías renovables.

Un generador eólico, que resulte viable para zonas urbanas, especialmente para las que tienen baja incidencia de vientos fuertes, y que, a su vez, funcione de manera conjunta con un panel fotovoltaico, es decir, un sistema híbrido, no solo cumpliría con el objetivo de generar energía, sino también, crear conciencia.

Las pruebas realizadas a los distintos modelos analizados, presentan diferentes características, algunas de ellas se tuvieron en cuenta para conjugarlas en el proyecto que se está desarrollando actualmente, lo que podría resultar en un nuevo modelo con un **“diseño innovador”**, con propiedades que pretenden responder a las complejidades de los **“entornos urbanos”**.

Algunas de las ideas más importantes que se incorporarán al prototipo final, serán, una hélice que girará, tanto, en presencia de ráfagas turbulentas, como brisas de poca intensidad. Encausar el viento hacia la turbina, es otra de las características, que se resolverá a través de una especie de tubo, el cual contendrá alerones, para que todo el sistema pueda alinearse en la dirección de viento. La integración de los paneles solares, es un tema que se abordará en las próximas etapas.

En un futuro, se podría pasar de un prototipo, a un producto fabricado en serie, algo que reduciría aún más los costos, acercando esta tecnología a más y más personas. Con esto, se pretende un impacto positivo sobre la sociedad, con respecto al uso de las energías renovables, y al cuidado del medio ambiente.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Con el desarrollo de los conceptos de las energías renovables, se pretende generar reflexión, en los alumnos y las alumnas, ya que, las energías convencionales que se utilizan a diario, se van agotando. Es necesario conocer, y aplicar, nuevos recursos energéticos, basados en la utilización de **“energías alternativas/renovables”**.

Como disparadores, se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿En qué consiste cada una de ellas?
- ¿Qué es la energía?
- ¿Cómo se genera?
- ¿Para qué sirve?
- ¿Cómo se transforma?
- ¿Cómo llega los hogares?
- ¿Qué usos se les dan?
- ¿Cuáles son sus beneficios?

A continuación, se realizó el análisis del parque de generación de energía solar, que se encuentra sobre la Ruta 11. En las fotos satelitales, se pudo observar cómo es el parque solar que se encuentra emplazado en la comunidad de donde es el colegio, sus dimensiones, las orientaciones de las bases de sostén, las posiciones de los paneles, las conexiones, los componentes, etcétera.

También se realizó el análisis de un proyecto llevado a cabo años anteriores, por los alumnos de 7^{mo} año del colegio, junto con el INTI. En el mismo, se instalaron paneles solares, y un colector solar, **“calefón solar”**, en una vivienda de la Isla Paulino - Berisso.

Por otra parte, se compartieron diferentes experiencias, como, por ejemplo, la visita a un parque eólico, por parte de uno de los profesores de la institución, al país vecino, Brasil. En ese viaje se pudo constatar que la ciudad donde estaba emplazado el parque, se abastecía, en un 100%, de la energía eléctrica producida por el mismo. A partir de las fotos que se compartieron, se pudo apreciar las dimensiones de los aerogeneradores.

Investigando sobre la temperatura, y los vientos de cada región de nuestro país, se analizó, cómo, y dónde, se puede aprovechar mejor cada tipo de energía, ya que, en el Norte, el sol predomina, y en el Sur, el viento, no solo es más constante, sino que, además, es más intenso.

Ya hace algunos años que, en el colegio, se está trabajando sobre las distintas energías alternativas. Se construyó un **biodigestor**, un **colector solar**, un **horno solar**, y se realizó un **proyecto de viviendas**, en la Isla Paulino, que se abastecía, en su totalidad, con energías alternativas, ya que, en un estudio previo, se detectó que el lugar carece de todo tipo de energías. El municipio de Berisso pidió el proyecto, para ser tenido en cuenta, en una posible futura construcción. También se desarrolló el proyecto de una **vivienda sustentable, para personas con discapacidades**, en el balneario “La Bagliardi”, de la ciudad de Berisso. La realización de estos proyectos, van otorgando más, y mejores herramientas a la hora de encarar temas de **“sustentabilidad”**. La experiencia siempre se convierte en un valor agregado, que podría ser bien aprovechado.

Secuencia de las actividades:

A - Elección del proyecto.

B - Búsqueda del material bibliográfico.

C - Trabajo en la clase, con el material obtenido.

D - Selección de los contenidos.

E - Evaluación de los materiales que se necesitarían para la construcción.

F - Comunicación a de los resultados a los directivos, para la compra de los materiales elegidos.

G - Los alumnos y las alumnas, realizarán trabajos de maquetería, junto a los y las docentes de cada área específica.

H - Durante la construcción, surgirán inconvenientes, que se tendrán que ir solucionando.

I - A medida que cada etapa se desarrolla, se irá generando un registro fotográfico, el cual se volcará en la carpeta de campo.

“Si bien, algunas etapas ya concluyeron, otras están en proceso, y otras, aún están pendientes”.

Dado que es un proyecto que se trabaja de manera vertical, hay niveles que no cuentan con el conocimiento para desarrollar algunas actividades, por lo que es necesario apelar a la experticia que algunos profesores poseen sobre ciertos temas específicos, los cuales, pueden apuntalar los trabajos necesarios para cada etapa, por ejemplo, la impresión 3D, se lleva adelante en presencia de cada nivel involucrado. Algo similar sucede con las herramientas CAD, las cuales requieren, no solo de clases dedicadas, sino también, prácticas diarias, por lo que el uso de las netbooks es fundamental. Es importante señalar que la mayoría no cuenta con la netbook, es por eso que los avances se dan de manera muy lenta, y la necesidad de apuntalar este tema, es imperiosa.

RESULTADOS OBTENIDOS

Se comenzó con la construcción de una maqueta de una vivienda unifamiliar, para la cual, se utilizó una escala de 1:20 para tener un mejor manejo de las partes electrónicas que debían incorporarse. No fue suficiente, ya que, al final, el sistema electrónico, se debió realizar en una base, separada de la maqueta arquitectónica. A pesar de los inconvenientes, se le pudo colocar luces, las cuales reciben energía eléctrica, proveniente de la batería, que es cargada, en presencia de luz, por el panel fotovoltaico; aunque también puede ser cargada por el generador eólico. El sistema electrónico, además, permite cargar dispositivos móviles, a través de una entrada USB. Luego, se realizó una segunda maqueta de la vivienda unifamiliar, pero esta vez, con una escala de 1:50. Si bien la escala es menor que la primera, lo que se pretendía, era tener un mejor manejo de la construcción en sí. Desde la elección de los materiales, que son de mejor calidad, hasta la precisión, a la hora de marcar y cortar cada pieza, para luego, ensamblarla. A esta maqueta también se le incorporaron luces, pero de manera sutil, ocultando la mayor cantidad de cables posible. Esta ma-

queta, iba a estar abastecida por un aerogenerador, el cual se construyó, con una estructura en varillas de pino, un motor de impresora, y aspas, también en pino, y recubiertas de papel, y cinta. El generador nunca funcionó según lo esperado, ya que los materiales, el ensamblaje, y la escala, no eran los adecuados, y lo más importante, la forma del aerogenerador, dado que era un modelo para un parque eólico, y en este caso, se pretendía usar para un entorno urbano, donde los vientos son de menor intensidad, y en general, de mayor turbulencia. Es en este punto, es donde surgió la necesidad de profundizar sobre este tema, “**aerogeneradores urbanos**”. Si bien el modelo elegido y construido, no funcionó, aportó ideas nuevas. Es por eso que se decidió reciclarlo, y convertirlo en un generador a manivela, que no es viable en la vida real, pero funcionó, e hizo que todo el sistema funcionara.

Luego, se construyeron maquetas de estudio, simples, en papel, cartón, y botellas, para realizar pruebas de viento, y a partir de los resultados obtenidos, seleccionar el modelo más eficiente, que, en este caso, fue el modelo basado en la espiral de Arquímedes. Posteriormente, se consiguieron los archivos en STL, para imprimirlos, y realizar las pruebas de viento, con un modelo más preciso. Por cuestiones técnicas, no se pudo imprimir con el tamaño planificado, por lo que no fue posible reutilizar el único motor con el que se contaba, y que se iba a reciclar, motivo por el cual, se tuvo que conseguir un motor de menores dimensiones, para acoplarlo al sistema, y comprobar su funcionamiento.

Al modelo impreso, se le realizaron algunas modificaciones, para incorporarle poleas, y una correa, lo que implicó, modificar la estructura, la cual, ahora integra el cuerpo que sostiene la turbina, y el motor, del que salen los cables que van hacia una lámpara led, que tiene como finalidad, monitorear el sistema. Dicha lámpara, se la colocó dentro de una linterna, ya que el aumento de la misma, potencia la intensidad de la luz.

Si bien el sistema funciona, necesita bastante intensidad de viento, lo que sugiere que el sistema de poleas le resta eficiencia al sistema de giro de la turbina. Para evitar este inconveniente, es muy posible, que el **motor** del siguiente prototipo, sea del tipo **paso a paso**, ya que los mismos, pueden generar energía a bajas revoluciones.

Si bien, en esta instancia se está profundizando sobre el modelo basado en la espiral de Arquímedes, también se está analizando otro modelo de hélice similar, pero que, por la forma, podría acoplarse mejor con la estructura que encausaría el viento, como el que se usa en el modelo “Airrush”, a la cual, se le podría incorporar alerones, que favorezcan la correcta orientación del sistema. En un futuro, todas estas ideas, se conjugarían en un solo sistema que, además, incorpore paneles solares. De esta manera, en ausencia total de viento, se seguiría generando energía a partir de los rayos solares, captados por los paneles fotovoltaicos. Esto, daría como resultado, un sistema híbrido en una misma estructura, lo que plantearía nuevos desafíos, como la orientación de los paneles, los cuales necesitan moverse, a medida que los ángulos de los rayos solares van cambiando. Por otro lado, el aerogenerador necesita tener un movimiento independiente, para que

los alerones orienten el sistema eólico, y que el flujo de viento sea encausado, y llevado hacia la turbina.

PUESTA EN COMÚN DE LOS RESULTADOS

La primera maqueta arquitectónica, se realizó en una escala de 1:20, esperando que ese tamaño permitiera agregar todo el sistema electrónico, incluido, el pequeño panel fotovoltaico. Pero durante la construcción, se decidió realizar una base, ya que los componentes fueron difíciles de manipular, e incorporarlos, aún con esa escala. El sistema funcionó, la luz testigo del regulador se encendió, dejando constancia de que el panel solar estaba cargando la batería, con la cual, se podía abastecer de energía eléctrica, tanto, a la maqueta realizada en escala 1:20, como así también, a la segunda maqueta arquitectónica, construida en 1:50; y a su vez, también se pudo cargar dispositivos móviles, como un celular, a través del conector USB, incluido en el sistema.

La segunda maqueta de la vivienda unifamiliar, de escala 1:50, está compuesta por materiales que proporcionaron mayor precisión en la construcción, permitiendo así, colocar pequeñas lámparas dentro de la estructura del cielo raso. Si bien se iluminó, tanto con la batería del sistema electrónico, como con el generador a manivela, la ubicación no permite apreciar la luz con la magnitud que se podría esperar, algo que será tenido en cuenta para la realización de futuras maquetas arquitectónicas, por ejemplo, el proyecto debería ser mucho más transparente, y la ubicación de las lámparas, debería ser más estratégica, ya que la finalidad, no es hacer un estudio de lumino-tecnia, sino, evidenciar el correcto funcionamiento del prototipo del aerogenerador urbano.

Como ya se mencionó, el generador eólico que se había realizado para la segunda maqueta arquitectónica, no funcionó, por lo que se decidió reciclar el motor, y hacerlo funcionar con una manivela, lo que aportó información para la siguiente etapa, en la cual, se realizaron maquetas de diferentes modelos de aerogeneradores que podrían funcionar en entornos urbanos, para estudiar el comportamiento de cada una, frente a las pruebas de viento realizadas.

A través de la observación, se pudo constatar que, el modelo basado en la espiral de Arquímedes, logró mayores revoluciones, en las mismas condiciones, y con la misma intensidad de viento. Por esta razón, se descargaron los archivos STL, y se imprimieron. Por cuestiones técnicas, y tiempos de impresión, la escala resultante, determinó la obtención de un nuevo motor, mucho más chico, el cual, se acopló sobre una estructura de plástico que, también sirvió como soporte para la base impresa del aerogenerador.

La puesta en común de los resultados obtenidos en cada periodo, van determinando los pasos a seguir en las etapas subsiguientes, ya que los mismos, se exponen en los grupos, para analizarlos, debatirlos, sacar conclusiones, y planificar, por ejemplo, cuestiones de diseño del siguiente modelo a construir, las cuales, deberían mejorar el rendimiento y la eficiencia.

CONCLUSIONES

Resulta imprescindible reducir la dependencia de la economía del petróleo, y los combustibles fósiles, los cuales, son fuentes de energía que se van agotando. Por eso, es sumamente importante, aprender a usar eficientemente la energía, es decir, no emplearla en actividades innecesarias, y hacer las tareas, con el mínimo consumo de energía posible. En este sentido, es necesario desarrollar tecnologías, y sistemas de vida y trabajo, para lograr auténticos sistemas sostenibles. Así mismo, se debe obtener energía de las fuentes renovables, de forma económica, y respetuosa con el medioambiente, posibilitando, una mejor calidad de vida, y más digna, para todos.

Aunque ya se ha producido una mayor sensibilización de la sociedad frente a la necesidad de emprender labores de conservación, y ahorro energético, es necesario hacer hincapié en lo imprescindible que es la utilización de tecnologías basadas en soluciones energéticas alternativas, principalmente, de aquéllas procedentes de fuentes renovables.

La construcción de un aerogenerador urbano, busca responder a las necesidades energéticas, de una forma sustentable. La utilización de recursos renovables, en este caso, el sol y el viento, da como resultado, que la energía sea limpia y segura, y dada la escala del proyecto, también, accesible.

Sobre cuestiones constructivas, para etapas posteriores, las maquetas arquitectónicas, tendrán más transparencias, las cuales permitirán apreciar mejor los detalles de la volumetría, y a su vez, para que la iluminación cobre una mayor importancia.

El prototipo sobre el que se está trabajando actualmente, tendrá características que optimizarán su funcionamiento, como la incorporación de una especie de tubo, que encausará el viento hacia la turbina, la cual, deberá ser de mayor diámetro, pero más compacta. Sobre la estructura tubular, se planteo la posibilidad de ubicar los alerones que orienten el aerogenerador en la dirección del viento.

Otro tema que surgió a partir de la puesta en común de los resultados obtenidos, es que la utilización de poleas, tiene un impacto negativo sobre la eficiencia de giro de la turbina, por lo que es necesario trabajar sobre este punto, por ejemplo, integrar el motor en el eje de la turbina, lo que implica, el uso de un motor que genere electricidad a bajas revoluciones, por ejemplo, un motor paso a paso. Cabe señalar, que el problema de las poleas se podría llegar a solucionar, cuando se aumente la escala del prototipo.

Ubicar el panel fotovoltaico sobre la estructura del aerogenerador eólico, podría generar un diseño totalmente innovador, ya que hay poca información sobre modelos similares. Esto plantea desafíos que requieren de soluciones creativas, como la posibilidad de que el panel se vaya orientando, a medida que cambian los ángulos de los rayos solares; y que, a su vez, el aerogenerador, tenga movimiento independiente, para que pueda orientarse en la dirección del viento. A medida que se van obteniendo nuevos resultados, no se descarta la posibilidad de explorar otras características que podría incorporar el prototipo final.

BIBLIOGRAFÍA

- J. Acosta Rubio. Energía Solar. Editorial Paraninfo, 1985.
- Arq. Jaime Nisnovich. Manual práctico de instalaciones sanitarias. Editorial Nismo, 2005.
- www.argentina.gob.ar
- www.wikipedia.com
- www.solar-energia.net
- www.ekidon.com
- www.ecologiaparalegos.blogspot.com.ar
- www.gstriatum.com
- www.censolar.es
- www.galeon.com
- www.newton.cnice.mec.es
- www.cambioenergetico.com
- <https://newworldwind.com/en/wind-tree/>
- <https://www.todoensolar.com/Aerogenerador-urbano-airrush-de-1750-W>
- <https://onipko.com/characteristics/>
- <https://ecoinventos.com/liam-f1/>
- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- https://www.youtube.com/watch?v=ql0F1V_5ufY&ab_channel=AdrianCubas
- https://www.youtube.com/watch?v=Om8vBG-jInM&ab_channel=EvaRuis

AGRADECIMIENTOS

A todos los que hicieron posible la realización de cada etapa del proyecto, desde las autoridades jerárquicas, principalmente, al director, Raúl Geréz, ya que confió en el grupo de trabajo, y siempre puso a disposición todo el material, y las herramientas que se solicitaron.

A los integrantes de la oficina técnica del taller, Carlos Poggi, y Bernardo Picciola, que se encargaron de gestionar todo lo relacionado al proyecto, desde lo administrativo, hasta el abastecimiento de los insumos.

Al EMATP de construcciones, Daniel Benz, siempre atento y con buena predisposición, preocupado por que no falte nada, y ayudando con lo que se necesite, siempre.

Al jefe de departamento de informática, Ariel Arvid, que, junto a su equipo, pusieron en condiciones las computadoras, con las que se trabaja sobre el CAD, y todo lo que es multimedia.

A los y las auxiliares, que siempre trabajan para garantizar ambientes de trabajo en condiciones, cómodos, y seguros.

A la profesora Sabrina Vergani, de la especialidad “informática”, siempre dispuesta a ayudar, dando una mano con sus conocimientos, y, además, siempre acompañando a los grupos de alumnos y alumnas en sus trayectorias educativas, compartiendo experiencias en las ferias y exposiciones, junto a la especialidad “construcciones”.

A los y las profes, que aportaron ideas, materiales, y tiempo de asesoría sobre temas específicos, donde la experticia de cada uno y cada una, fue, y es, de gran ayuda.

Al grupo encargado de planificar y organizar el proyecto, asesor, Cristian Cano, asesor científico, Ariel Crespo, y a Alejandra Gutzos y Gustavo Ferraro, que colaboraron con la planificación, y con material para concretar etapas importantes.

Al profesor Raúl Altavista, quien llevó adelante las impresiones en 3D, las cuales, se realizaron en presencia de los alumnos y las alumnas de los niveles involucrados en esos momentos, lo que permitió afianzar conceptos trabajados en clase.

A cada persona que dio una mano, y que día a día, ayuda, con trabajo, y con ideas. Cabe destacar el esfuerzo y el compromiso, ya que parte del material generado, se realizó por fuera de los horarios de clases, tanto, por parte de los alumnos y las alumnas, como también, docentes, que, además, aportan materiales e insumos, con sus propios recursos económicos, y lo principal, tiempo de trabajo, ya que, por ejemplo, el informe, fue redactado durante horas extracurriculares. El reconocimiento es para esas personas que permiten construir un futuro mejor.

Gracias a todos y a todas.