

## **Iluminación Mediante Aerogenerador Portátil con Capacitador para Bicicletas y Handbike**

### ***Portable Wind Turbine Lighting with Capacitor for Bicycles and Handbikes***

**Pajares Moreno , Lengua Lengua Ismael, Peris Fajarnés Guillermo, Van de Voorde Lowie, Degroote Aaron, Oste Thomas, de Hédouville Bertrand, Podorozhanskiy Mikhail , Wessler Maik**

“Centro de investigación en tecnologías gráficas”, Universitat Politècnica de València, [berpamo@doctor.upv.es](mailto:berpamo@doctor.upv.es);

How to cite: Pajares Moreno,B.; Lengua Lengua, I.; Peris Fajarnés, G.; Van de Voorde, L.; Degroote, A.; Oste,T. ; De Hédouville, B. ; Podorozhanskiy,M. ; Wessler, M. 2022 Iluminación Mediante Aerogenerador Portátil con Capacitador para Bicicletas y Handbike In the proceedings book: International conference on innovation, documentation and education. INNODOCT/22. Valencia, November 2<sup>nd</sup>-7<sup>th</sup> 2022. <https://doi.org/10.4995/INN2022.2022.15787>

---

#### ***Abstract***

*This project proposes to generate lighting for bicycles and handbikes by using the air current that produces the movement of these vehicles without the use of batteries. At the same time, the remaining energy will be accumulated in a capacitor long enough to last the waiting time of a red traffic light. The design of its components, both mechanical and electrical, and the costs linked to its possible commercialization are proposed.*

**Keywords:** *Wind turbine, tube, bicycle, handbike, wind energy, accumulator, dynamo, etc.*

---

#### ***Resumen***

*Este proyecto propone generar iluminación para bicicletas y handbikes mediante la utilización de la corriente de aire que produce el movimiento de estos vehículos sin la utilización de baterías. Al mismo tiempo, la energía restante, será acumulada en un capacitador el tiempo suficiente como para que dure el tiempo de espera de un seáforo en rojo. Se propone el diseño de sus componentes, tanto mecánicos como eléctricos y los costes ligados a su posible comercialización.*

**Palabras clave:** *Aerogenerador, tubina, bicicleta, handbike, energía heólica, acumulador, dinamo, etc.*

## **Introducción**

“La crisis que viven las ciudades con respecto al espacio, a la contaminación y a la movilidad propicia un resurgir de las bicicletas” (El País, 2018). Hoy en día, con el precio de los combustibles, la movilidad urbana con vehículo de combustión interna en las ciudades, se ha convertido en un mal de cabeza para todos los usuarios. Bien sea por motivos económicos, debidos al excesivo precio del combustible, o problemas de contaminación del aire urbano (La OMS marca los **límites seguros en los 20mcg/m<sup>3</sup>** cuando en París el promedio anual es de **38 mcg/m<sup>3</sup>**), o por los atascos que conllevan pérdidas de tiempo debido un parque automovilístico tan amplio (según la DGT en España en la actualidad unos 30 millones).

Estos son los principales motivos por los cuales es necesario buscar una alternativa rápida, barata y ecológica que pueda ayudar a la movilidad dentro de las ciudades. La bicicleta y la handbike (para las personas con problemas de movilidad) resultan ser una alternativa eficaz.

Pero aun así, estas tienen que cumplir unos requisitos de seguridad. Uno de estos requisitos es la iluminación en el caso de circular cuando la luminosidad de la vía pública es baja. El problema no es que el propio usuario vea la calzada, sino que el resto de vehículos vean al ciclista. La visibilidad en este caso conlleva a una mejora en la seguridad evitando de esta forma cualquier accidente relacionado con este hecho.

Muchos son los productos existentes para la mejora relacionada con la seguridad de este tipo de vehículos durante la noche.

Unos son dinamos en los cuales para encender la luz de una bicicleta, usan una fuente de energía del propio esfuerzo del ciclista mediante la fricción de la rueda de la bicicleta apollando el imán que se mueve con el eje que en su extremo tiene una corona que es la que fricciona con el propio neumático (existen también de buje). Produciendo de esta forma la energía necesaria para encender la luminaria del piloto. En el momento en el cual cesa el movimiento, la energía deja de fluir y se apaga la luminaria. Otras utilizan la energía proporcionada por baterías (pilas). Estas funcionan hasta que la energía de la fuente de alimentación se agota. También existen tubinas que generan la electricidad necesaria mediante el aire producido por el movimiento del propio ciclista (vehículo) pero en el momento cesa este, al igual que la dinamo, la luz se apaga.

Atendiendo a lo descrito anteriormente, este proyecto se centra en dar una solución alternativa a los medios existentes relacionados con las luminarias para vehículos como bicicletas, handbikes y patinetes.

Este consiste en utilizar las corrientes de aire generadas por el movimiento de la bicicleta o handbike para, mediante la utilización de una turbina conectada a un generador situada en el manillar, proporcione la energía suficiente como para iluminar el conjunto de LED's. A este generador se le va a incluir un capacitador o condensador el cual tiene

como función acumular parte de esa energía. De esta forma en el momento la turbina deje de funcionar y producir energía, el capacitador será el responsable de suministrar esta a los LED's durante un tiempo limitado hasta que de nuevo el movimiento sea el encargado de recargar y producir la corriente eléctrica. A este conjunto producirá energía tanto para las luces delantera como para el piloto trasero. La transferencia de esta a la luz trasera se realizará mediante un cable de conexión.

## **1.Objetivos**

El objetivo de este proyecto es diseñar un generador eólico con capacidad suficiente como para producir electricidad suficiente para iluminar el conjunto de LED's más capacitador. El capacitador tiene que acumular suficiente energía para que cuando deje de producirse esta mediante el movimiento, pueda ser utilizada durante unos segundos por las luces del conjunto.

Se van a diseñar dos modelos, uno para adultos y otro para niños.

Al mismo tiempo, durante el proceso de construcción y prueba del prototipo, también se quiere tener en cuenta la viabilidad de un producto que se pueda ser comercializador, haciendolo al mismo tiempo interesante para el mercado de forma económica y atractiva.

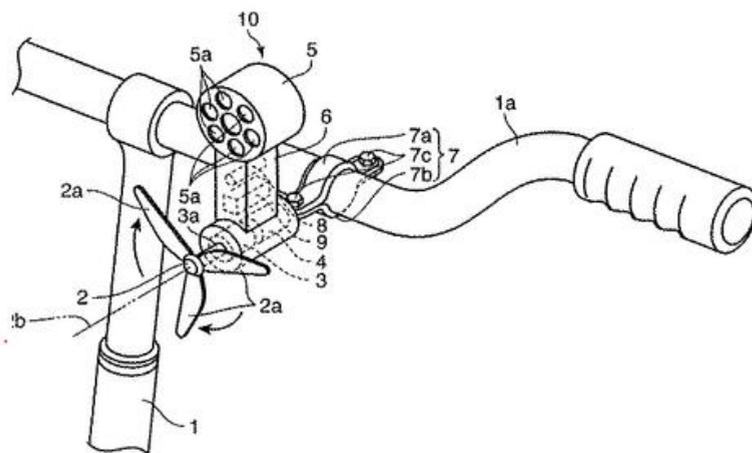
## **2.Metodología**

### **2.1. Búsqueda de patentes**

Muchos son los sistemas de generación de electricidad mediante energías renovables o mecánicas pero en este proyecto se va a centrar solo en la eólica. Se ha realizado una búsqueda de patentes relacionadas con este sistema encontrado muchas patentes. También se ha buscado en las plataformas de venta online. A continuación se resumen las que pueden resultar más interesantes y parecidas a este proyecto.

#### **2.1.1. Sistema iluminación para bicicleta.**

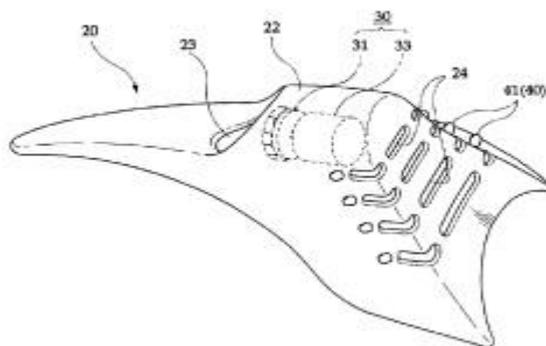
Como se puede ver en la figura 1, se trata de un diseño sencillo. Este sistema de iluminación está provisto de un pequeño aerogenerador 2 que tiene una hélice 2a montada en la bicicleta rotada por un viento recibido durante el movimiento de la bicicleta, un generador 3 para generar energía al recibir la fuerza rotatoria del pequeño aerogenerador 2, un batería 4 para almacenar temporalmente la energía generada por el generador 3, y un dispositivo de iluminación 5 que emite luz por la energía de la batería 4 o el generador 3. El dispositivo de iluminación 5 tiene un elemento emisor de luz LED 5a. El propuesto por este proyecto resulta ser parecido. El problema de este diseño es que la hélice resulta ser demasiado pequeña para alimentar la luz de una bicicleta. (Patente de Japón nº JP2006341639A, 2006)



**Fig. 1.** Sistema de iluminación para bicicleta. Fuente espacenet.com

### **2.1.2. Dispositivo emisor de luz de tipo autogenerado para casco**

Se trata de un dispositivo emisor de luz para casco. Un pequeño generador funciona con la energía eólica generada durante la conducción, la electricidad generada por este generador enciende los diodos emisores de luz instalados en el casco (Patente de China. nº CN195543A , 2016).



**Fig. 2.** Dispositivo emisor de luz de tipo autogenerado para casco. Fuente espacenet.com

**2.1.2. Estos son algunos ejemplos que (Figura 3) se comercializa en una plataforma de venta on-line.** El inconveniente es que son productos de muy mala calidad, plásticos, conexiones rudimentarias entre el motor y los LED, hélice poco eficiente o demasiado grande.



Fig. 3. Generadores eólicos de venta on-line. Fuente AMAZON

### 3. Conceptos fundamentales

#### 3.1. Formulación y metodología de cálculos

Para comprender el desafío de alimentar una lámpara de bicicleta con una turbina eólica, es necesario comprender los conceptos básicos de la ingeniería de un aerogenerador.

La fórmula básica para la energía eléctrica generable de un aerogenerador estándar es:

$$P = \frac{\pi}{2} * r^2 * v^3 * \rho * \eta \quad (1)$$

donde:

$r$  = radio de la hélice

El radio de la turbina el cual es el más fácil de calcular. El único escollo es el realizar un diseño que resulte atractivo para el consumidor. Además debe de ser de tamaño reducido y lo más eficiente posible.

$v$  = Velocidad del viento

Para el diseño de una turbina para una bicicleta, se debe tener en cuenta la velocidad del viento. Se ha tomado como referencia los 15 km/h, que es una velocidad de conducción fácil en una zona llana.

$p$  = densidad del aire

Esta es una variable fija en nuestro Proyecto

$$\eta = \text{eficiencia}$$

El factor de eficiencia es un factor muy importante en este proyecto. Representa el porcentaje del viento que se convierte en electricidad. Un aerogenerador normales tienen un diseño de tres brazos con una eficiencia máxima del 60%. Este diseño es el más común en uno de tamaño industrial. Pero al necesitar un mucho más reducido y fácil de construir, se pueden utilizar otros diseños con mayor eficiencia.

$$P = \text{Potencia eléctrica}$$

Existen diferentes luces para bicicleta en el mercado. La mayoría de ellas de alrededor de 1 vatio, lo cual es razonable para este diseño de esta forma los cálculos se centrarán en generar esta cantidad de energía.

Una vez ejecutar los primeros cálculos, se observa que, o se tenía que diseñar una turbina con una alta eficiencia, un radio más grande, o se debería usar una luz que consumiera menos energía.

Una vez investigado el consumo de los LED de bajo consumo, se optó por generar la mayor cantidad de energía posible. Por lo tanto, se debía adaptar esta a estas condiciones. Existe una amplia gama estos de baja potencia, pero cuanto menor es la potencia, menor es la intensidad de la luz.

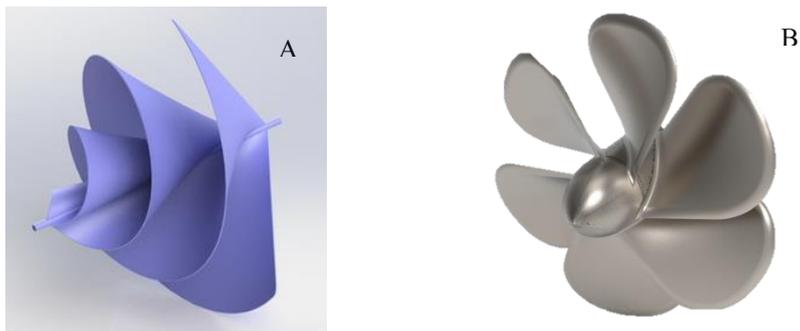
A partir de esta información, se calculó el diámetro perfecto de la hélice y el resultado fue de alrededor de 70 milímetros. Este combina el buen aspecto, eficiencia y, por supuesto, combinado con las luces. Una vez realizado este trabajo, se pasó a diseñar los álabes siempre teniendo en cuenta la eficiencia del conjunto.

### **3.2. Diseño hélice**

Este apartado ofrece dos diseños de hélices. De estos dos, se ha elegido uno que resulta ser el más eficiente que está combinado con un aspecto atractivo como se menciona anteriormente.

El primer diseño de hélice que se propone está inspirado en el tornillo de Arquímedes. Se realizaron unos test y el resultado no fue satisfactorio. El motivo reside en que resultaba bastante largo e inestable con lo que perjudicaba en exceso a la eficiencia.

El segundo diseño que se utilizó fue un diseño de hélice simple. Con este se realizaron la mayoría de las pruebas debido a que desde el principio resultaba mucho más eficiente.

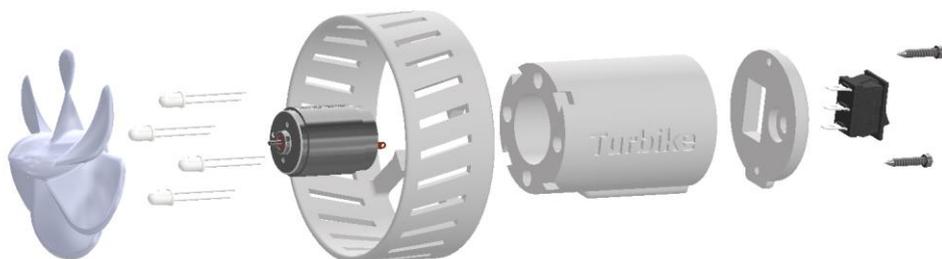


**Fig. 4.** Hélice de Arquímedes (A). Hélice común (B)

Como se ha dicho anteriormente, la segunda hélice B resultó la más eficiente. A partir de ese momento, las pruebas se realizaron con este modelo.

El diseño resultaba ser el adecuado para lo que se pretendía. El LED se encendía con facilidad dando la luminosidad adecuada (muy brillante). Esto quiere decir que ofrecía una luminosidad desde un punto lejano adecuada. Una vez realizada la prueba de luminosidad de la luz delantera puesta en el manillar, se propuso probar otra en la parte trasera de la posición del conductor. La conclusión de esta prueba fue que el viento producido por el movimiento de la bicicleta era tapado por el propio usuario con lo que no llegaba suficiente corriente de aire a la hélice como para encender el LED. Siendo así se optó por conectar mediante un cable el aerogenerador delantero con el piloto trasero apertanado de esta forma la energía necesaria para dar luminosidad a este.

Una vez realizadas estas pruebas, se pudo comenzar con el diseño en 3D. No hay que olvidar que uno de los objetivos es hacer un diseño lo más simple posible. Durante el proceso de diseño se compraron el generador y el interruptor. El diseño final (Figura 5) se ve así para la luz delantera:



**Fig. 5.** Conjunto luz delantera.

Para la luz trasera (Figura 6) el diseño se vería:



**Fig. 6.** Conjunto luz o piloto trasero

Una vez realizado el diseño de las partes hay que fijarlo a la bicicleta o handbike. Esto se realiza mediante un dispositivo de que se se puede encontra a la venta de esta forma (ver Figura 7).



**Fig. 7.** Dispositivo de sugestión a la bicicleta

### **3.3. Diseño circuito electrónico**

Para el diseño del circuito electrónico se han utilizado 4 LED para la luz delantera y 3 LED rojos para la luz trasera. Hay que tener en cuenta que los LED solo funcionan cuando la hélice está girando, por lo que implementa un condensador para mantener los LED funcionando si está esperando frente a una luz roja del semáforo. La luz trasera está conectada al parte frontal con un cable de conexión regular. Todo el material eléctrico tiene, por supuesto, un circuito eléctrico (Figura 7, 8).

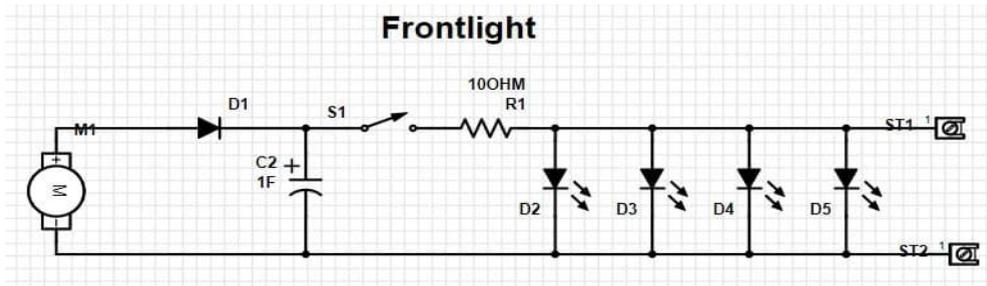


Fig. 8. Esquema eléctrico delantero

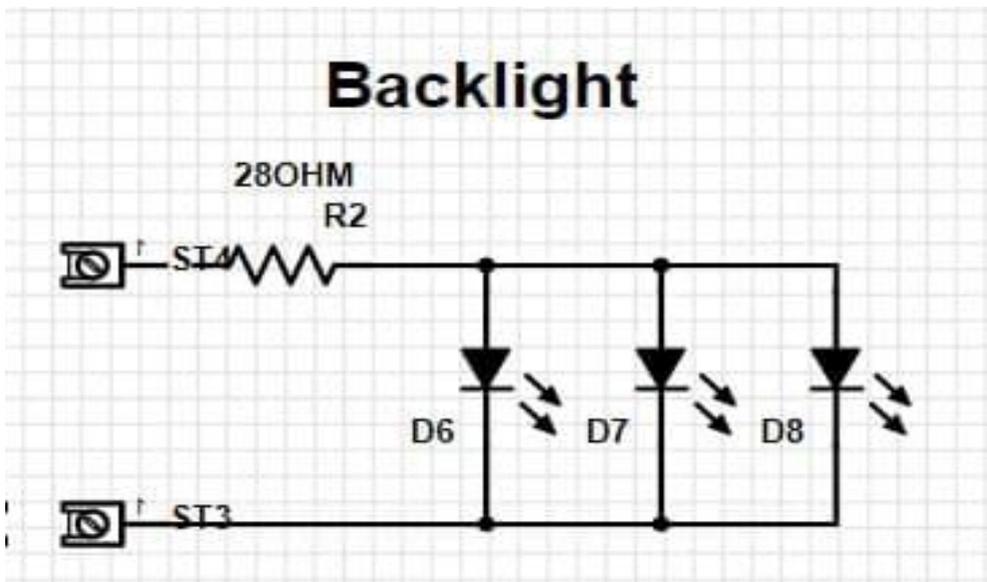
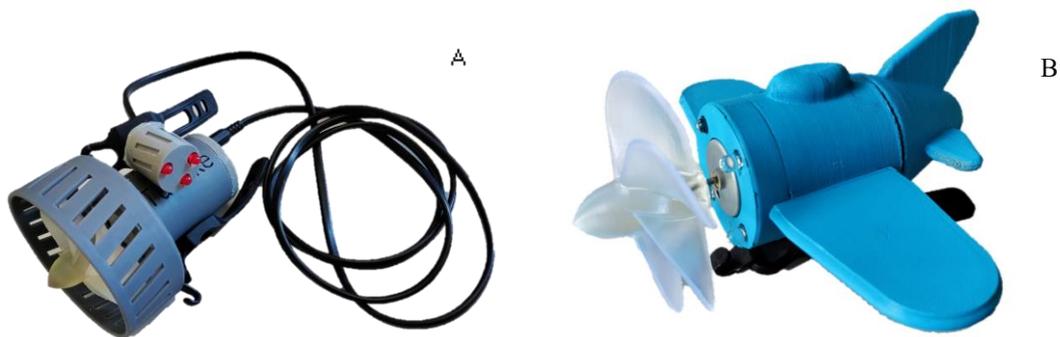


Fig. 9. Esquema eléctrico piloto trasero

Los prototipos finales tanto para niño como adulto del diseño serían (Figura 10):



**Fig. 11.** Modelo adulto A y Modelo niño B

### **Presupuesto**

Se ha realizado una amplia investigación de mercado, evaluando todas las alternativas existentes. La principal conclusión extraída es que todas las opciones disponibles son defectuosas o poco atractivas con un precios superior a los 10€ y, lo que es más importante, resulta ser un producto de muy baja calidad.

Sin embargo, las luces para bicicletas un mercado emergente que se espera que crezca en Europa con una CAGR del 23 % debido a “la creciente conciencia entre los consumidores sobre la seguridad en las carreteras y los senderos”. (Informe del mercado mundial de luces para bicicletas: bienes de consumo). Por lo tanto se ha identificado un nicho para este producto (TOURBIKE): una luz para bicicletas que no consume energía útil (es decir, la energía que se usa para avanzar). Basándose en poder ofrecer una calidad superior, a la encontrada en el mercado, se presupones un precio aproximado de este producto de 14,99 €.

Otro posible nicho de mercado nicho que se debe tener en cuenta, es la luz de bicicleta para niños. Aunque para los niños, va ha primar màs es aspecto que la seguridad no debe de sdejar de ser una prioridad. Por ese motivo se ha diseñado una luz de bicicleta con aspecto de avión, haciendo de esta forma un producto sea atractivo para los niños. No existe una alternativa clara en el mercado con lo que se espera poder atraes a dicho público. Este hecho pronostica que si el producto sale a la venta, pueda suponer el 75% de las ventas. El precio de este ultimo producto podrá rondar los 16,99€ ya que el siseño tiene algo más de complejidad

Partiendo de lo dicho anteriormente, para la producción y venta de estos productos, se espera necesitar alrededor de unos 25.000 €. Hay que tener en cuenta que esta fabricación haría con impresión 3D. En el caso de realizarse con inyección de plástico, este presupuesto no valdría. A continuación se muestra una pequeña tabla de costes.

	<b>Cost (€)</b>
<b>3D printers (10X)</b>	10000
<b>Workshop</b>	2000
<b>Website</b>	4000
<b>Marketing</b>	6000
<b>Employee salary (3 months)</b>	3000
<b>Total</b>	25000

**Tabla 1.** Tabla de inversión

En cuanto a los costes de producción, a continuación se adjunta una tabla con ambos productos.

<b>Adult version</b>		<b>Kids version</b>	
	<b>Cost (€)</b>		<b>Cost (€)</b>
<b>Motor</b>	2	<b>Motor</b>	2
<b>Propeller Print</b>	0.96	<b>Propeller Print</b>	0.96
<b>Case Print</b>	1.2	<b>Case Print</b>	1.8
<b>electronics</b>	0.9	<b>electronics</b>	0.9
<b>Switch</b>	0.5	<b>Switch</b>	0.5
<b>Mount</b>	0.5	<b>Mount</b>	0.5
		<b>Paint</b>	1
<b>Total cost</b>	6.06	<b>Total cost</b>	7.66
<b>Selling price</b>	14.99	<b>Selling price</b>	16.99

**Figura 2.** Tabla de coste por componentes

Este pequeño plan de negocio da una idea de los requisitos necesarios para la comercialización propuesta. Se asume una producción máxima de 720 piezas al mes (10 impresoras trabajando sin parar) y se crea una curva de ventas que prevee alcanzar la máxima capacidad en 4 meses. Se requeriría 1 empleado de tiempo completo para ensamblar las piezas y enviarlas a los clientes.

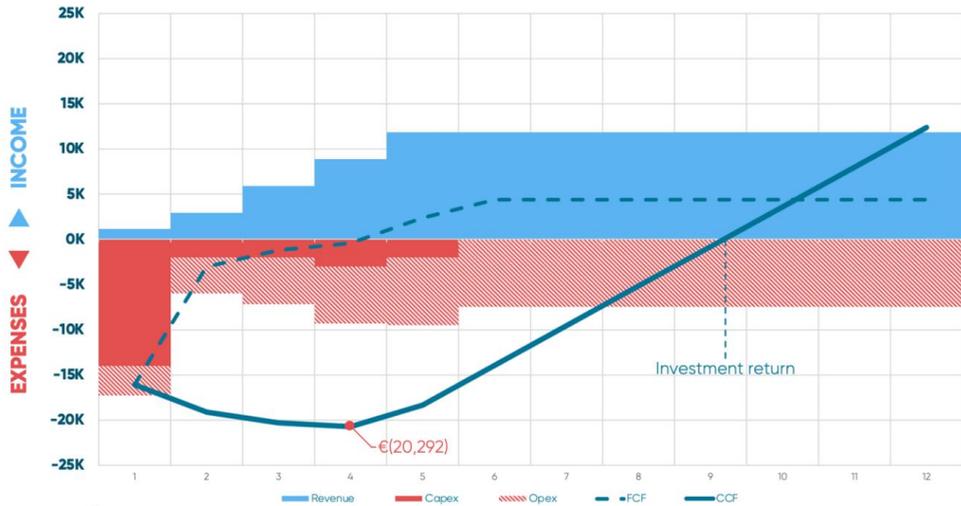


Fig. 12. Proyecciones para el primer año

## Conclusiones

Una vez realizado el diseño y obtenido los resultados buscados, se puede afirmar que el producto final cumple las expectativas creadas. Resulta un ser un producto sencillo, fácil de fabricar, no contaminante y con diseño original.

Se ha podido realizar un producto sin la utilización de baterías de litio o pilas tan solo con un condensador. El acumulador de energía puede ofrecer un flujo de esta el tiempo suficiente como para que esté iluminado durante la espera en los semáforos. Gracias a esto se evita la contaminación que producen estos desechos.

Al ser movido por la corriente de aire generada por el ciclista, este aerogenerador, no produce una resistencia al movimiento como puede producir una dinamo, con lo que es mas cómodo de utilizar.

El conjunto ofrece la posibilidad de alimntar con energía eléctrica producida con el mismo aerogenerador tanto a la luz delantera como al pilototrasero.

Encuanto a los coste de producción si se produce de la formaestudiada, resulta un producto con un precio final relativamente económico. Esta forma de producción es ideal para empezar a producir debido a los bajos costes en maquinaria e infraestructuras. En el caso de que las ventas fueran muy superiores habría que plantearse la fabricación con mildes de inyección de plástico.

## Referencias

- C. DE MADRID, 2012. “Guía sobre Tecnología Minieólica,” <https://www.fenercom.com/publicacion/guia-sobre-tecnologia-minieolica-2012/> [Consulta:06 de junio 2022].
- <https://www.fenercom.com/publicacion/guia-sobre-tecnologia-minieolica-2012/> [Consulta:06 de junio 2022].
- CHOI, J.W., ESPACENET. 2007. “Dispositivo emisor de luz de tipo autogenerado para casco“.<<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/037638926/publication/JP2006341639A?q=JP2006341639A>>[Consulta : 27 de mayo 2022].
- CREUS SOLÉ, A., 2008. Aerogeneradores. S.l: Cano Pina-Ceysa. ISBN 9788496960213.
- MIGUEL SCOTT, F., ET AL. 2019. “Diseño de un aerogenerador doméstico“. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona. <https://core.ac.uk/download/pdf/224975988.pdf> [Consuta:07 de junio 2022].
- SOSTENIBILIDAD PARA TODOS, ACCIONA 2012. “La contaminación del aire urbano, un grave problema“. [https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/la-contaminacion-del-aire-urbano-un-grave-problema/?\\_adin=02021864894](https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/la-contaminacion-del-aire-urbano-un-grave-problema/?_adin=02021864894) [Consulta :30 de mayo 2022].
- TOSHIAKI, I, ESPACENET. 2006. “Sistema de iluminación para bicicletas“. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/037638926/publication/JP2006341639A?q=JP2006341639A>>[Consulta : 27 de mayo 2022].