

PROYECTO LIFE REWIND: ENERGÍA FOTOVOLTAICA UNA ALTERNATIVA FIABLE Y RENTABLE PARA EL MEDIO RURAL

EL PROYECTO EUROPEO LIFE REWIND SE PROPONE FACILITAR LA INCORPORACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, USANDO COMO DEMOSTRADOR EL SECTOR VITIVINÍCOLA. REWIND ES EL ACRÓNIMO DE RENEWABLE ENERGY IN THE WINE INDUSTRY. SU NOMBRE COMPLETO, "SISTEMAS RENTABLES DE ENERGÍA RENOVABLE DE PEQUEÑA ESCALA EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA Y LAS ÁREAS RURALES: UNA DEMOSTRACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA", PROPORCIONA UNA CLARA IDEA DE SU FINALIDAD. COMO HERRAMIENTA PARA FACILITAR EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS EUROPEOS DE POLÍTICA MEDIOAMBIENTAL, SU PRESUPUESTO DE 1.562.994 € ESTÁ COFINANCIADO POR LA COMISIÓN EUROPEA. LIFE REWIND TIENE UNA DURACIÓN DE 37 MESES Y SE ESTÁ REALIZANDO POR UN CONSORCIO FORMADO POR LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA, EL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC) Y SU LABORATORIO LIFTEC, LA EMPRESA VITIVINÍCOLA VIÑAS DEL VERO S.A. Y LA INGENIERÍA INTERGIA ENERGÍA SOSTENIBLE S.L.

El contexto: autoconsumo conectado a red o aislado

Hasta ahora, la energía renovable para generación de electricidad se ha incorporado a la red eléctrica en forma de conjuntos generadores relativamente grandes, tanto en el caso de la eólica como en el de la fotovoltaica. Esto reproduce el mismo esquema centralizado que resultaba necesario cuando se trataba de centrales térmicas, nucleares o grandes hidráulicas. Producir por esos medios la electricidad en la misma ubicación del consumo hubiera sido inviable económicamente, además de sucio y peligroso. En consecuencia, se necesitaba una compleja y costosa red de transporte y distribución. Sin embargo, esto cambia cuando se trata de generación renovable, en especial si hablamos de fotovoltaica. El recurso solar es prácticamente ubicuo y se encuentra uniformemente repartido. La generación fotovoltaica se puede construir desde menos de 1 kW hasta el orden de MW y no presenta apenas economías de escala. Si a ello añadimos el hecho de que el sistema centralizado es carísimo de construir y mantener, y que se producen considerables pérdidas de energía en el transporte y la distribución, es el momento de plantearse la posibilidad de generar in situ como alternativa.

La generación para autoconsumo puede hacerse tanto en una instalación conectada a la red como en una aislada. En el primer caso, la posibilidad de ceder o absorber electricidad de la red facilita las cosas, evitando que la acumulación sea imprescindible y crítica. Produciendo la energía junto a donde se consume evitamos pérdidas de transporte y descargamos parcialmente la red, lo cual es bueno tanto para el consumidor como para el sistema. En el caso de autoconsumo aislado, el dimensionado y la gestión del sistema son críticos si no queremos tener un coste muy elevado o una alta probabilidad de fallo en la cobertura de la demanda. En ambas clases de autoconsumo, el sistema de generación ha de diseñarse pensando en la propia de-

THE LIFE REWIND PROJECT: PV ENERGY AS A VIABLE AND COST-EFFECTIVE ALTERNATIVE FOR RURAL ENVIRONMENTS

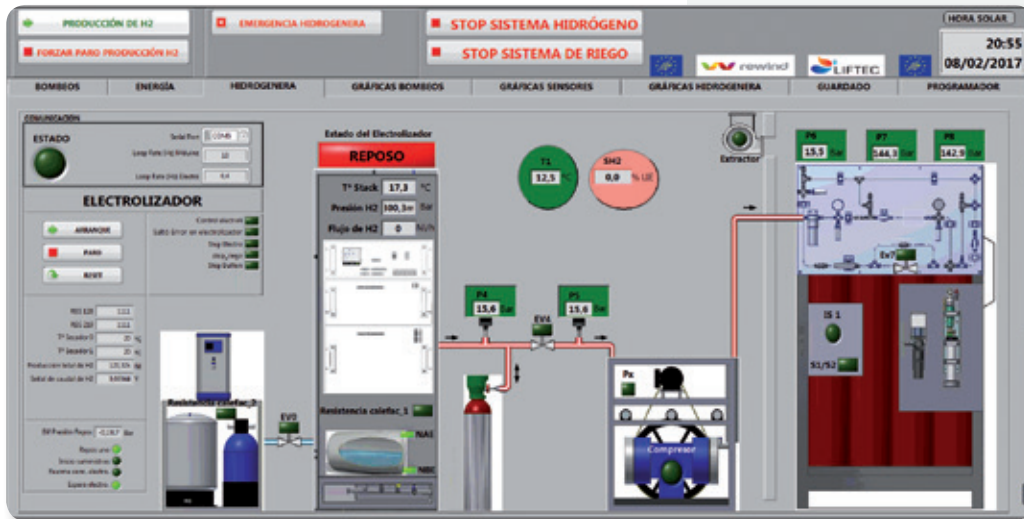
THE EUROPEAN PROJECT LIFE REWIND AIMS TO FACILITATE THE INCORPORATION OF RENEWABLE ENERGY INTO AGRICULTURAL ACTIVITIES, USING THE WINE SECTOR AS A DEMO. REWIND STANDS FOR RENEWABLE ENERGY IN THE WINE INDUSTRY. ITS FULL NAME "SMALL SCALE, COST-EFFECTIVE RENEWABLE ENERGY SYSTEMS IN THE AGRO-FOOD INDUSTRY AND RURAL AREAS: A DEMONSTRATION PROJECT IN THE WINE SECTOR", CLEARLY EXPLAINS ITS OBJECTIVE. AS A TOOL TO HELP MEET THE OBJECTIVES OF EUROPE'S ENVIRONMENTAL POLICY, ITS €1,562,994 BUDGET IS CO-FINANCED BY THE EUROPEAN COMMISSION. LIFE REWIND IS RUNNING FOR 37 MONTHS AND IS BEING IMPLEMENTED BY A CONSORTIUM COMPRISING THE UNIVERSITY OF ZARAGOZA, THE SPANISH NATIONAL RESEARCH COUNCIL (CSIC) AND ITS LIFTEC LABORATORY, THE WINE PRODUCER VIÑAS DE VERO S.A. AND THE ENGINEERING FIRM INTERGIA ENERGÍA SOSTENIBLE S.L.

The context: grid-connected or off-grid self-consumption

To date, renewable energy for power generation has incorporated the electrical grid in the form of relatively large gensets, both in the case of wind power and that of PV. This replicates the same centralised layout that would be required when thermal plants, nuclear power stations or large hydraulic facilities are involved. Producing electricity in this way at the same point of consumption would be economically unviable, apart from dirty and dangerous. As a result, a complex and costly transmission and distribution network was required. However, this scenario changes where renewable generation is involved, especially when PV is concerned. The solar resource is near-ubiquitous and is uniformly distributed. PV generation can be constructed from less than 1 kW up to many MWs with hardly any economies of scale. Added to which, the centralised system is extremely expensive to construct and maintain with considerable energy losses occurring in transmission and distribution, the time has come to consider the possibility of in situ generation as an alternative.

Generation for self-consumption can take place in both a grid-connected and an off-grid installation. In the first instance, the possibility of ceding or absorbing power from the grid is a help, with no need for storage. Producing energy at the point of consumption avoids transmission losses and allows a reduction of downloads from the grid, which is good for the consumer and the system alike. In the case of off-grid self-consumption, the sizing and the management of the system are critical in order to avoid a very high cost or a high probability of failure in demand coverage. In both types of self-consumption, the





manda de energía, contrariamente a la generación centralizada, cuyo objetivo es maximizar la producción y el precio de venta.

El proyecto LIFE REWIND

En el sector vitivinícola, la energía se utiliza principalmente en los dos entornos de viñedo y bodega. En el viñedo de regadío se emplea electricidad para bombes de elevación y riego, además de gasóleo para la maquinaria agrícola y la movilidad. El perfil de la demanda energética tiene un marcado carácter estacional. Muy frecuentemente, llevar la red eléctrica hasta dichos bombes y riegos resulta costoso y de alto impacto ambiental. Como alternativa, la instalación de generadores diésel resulta inicialmente barata, pero muy cara y sucia su operación. Tampoco la maquinaria de gasóleo es precisamente limpia.

Después de estudiar el caso del viñedo en España y en el resto del sur de Europa, el proyecto REWIND está demostrando la viabilidad técnica y económica de los sistemas aislados de generación fotovoltaica. Se ha buscado el procedimiento óptimo de dimensionado, incorporando métodos avanzados como los algoritmos genéticos y, para facilitar la replicación en cada caso concreto, se están desarrollando dos herramientas de software de fácil uso para su futura distribución.

En viñedo y para sistemas aislados, la fotovoltaica, sola o híbrida con una pequeña fracción diésel, es la tecnología de generación más adecuada. Algunas de las claves para una instalación fiable y rentable se alcanzan con una buena caracterización de la demanda, una acumulación relativamente pequeña y una apropiada gestión de la energía. Los costes energéticos resultantes, aún pendientes del análisis de resultados definitivos, son sensiblemente inferiores a los de la generación diésel. A poco coste que tenga la extensión de la red, también resulta más rentable el sistema renovable aislado propuesto. Así, la energía fotovoltaica se convierte en la alternativa rentable y fiable. Adicionalmente, se evita el impacto ambiental de los generadores y las líneas eléctricas, así como el impacto paisajístico y las servidumbres de estas últimas.

En las bodegas, normalmente conectadas a la red, el autoconsumo fotovoltaico es la solución técnicamente ideal para la incorporación de energía renovable. Dado que lo que se busca es un ahorro económico y una reducción de emisiones, el proyecto REWIND propone un tamaño de la generación tal que no exista un excedente neto de energía. Se podría optar entre un sistema con vertido cero o bien con balance neto. El tamaño de la generación no es crítico y puede instalarse una potencia relativamente pequeña y luego aumentarla, repartiendo así el coste de la inversión a lo largo del tiempo. Sin embargo, el autoconsumo conectado a red se ve muy afectado por las diferentes normativas existentes en los países europeos del

generation system has to be designed to take into account the energy demand itself, unlike centralised generation whose aim is to maximise production and the sales price.

The LIFE REWIND project

In the wine sector, there are two main energy-consuming areas: the vineyard and the winery. In irrigated vineyards, electricity is used to run the water pumps and diesel is needed

by the agricultural machinery and for mobility. The energy demand profile is clearly seasonal. It is all too often costly to connect the grid to these pumps and irrigation points, not to mention its high environmental impact. As an alternative, the installation of diesel generators is initially cheap but very expensive and dirty to operate. Nor is diesel machinery exactly green.

Having studied the case of vineyards in Spain and in the rest of southern Europe, the REWIND project is demonstrating the technical and economic feasibility of off-grid PV generation systems. The project has aimed to find the optimum sizing procedure, incorporating advanced methods such as genetic algorithms and, to facilitate replication in every specific case, two user-friendly software tools are being developed for future distribution.

In a vineyard and for off-grid systems, PV, whether on its own or in a hybrid combination with a small proportion of diesel, is the most appropriate generation technology. Some of the keys to a reliable and profitable installation are achieved through good study of demand features, relatively small storage and suitable energy management. The resultant energy costs, with the final outcome still pending analysis, are slightly less than those of diesel generation. Regarding the extension of the network, even at a moderate cost, the proposed off-grid renewable system is also more profitable, making PV energy the cost-effective and reliable alternative. It moreover avoids the environmental impact of the generators and power lines, as well as the impact on the landscape and rights of way of the latter.

For the wineries, which are usually grid-connected, PV self-consumption is the technically ideal solution to incorporate renewable energy. Given that the aim is to achieve an economic saving and reduced emissions, the REWIND project proposes sufficient power generation to ensure that there is no net energy surplus. The options are a system with zero injection into the grid or one with a net balance. The size of the generation is not critical: a relatively small capacity could be installed at first, increasing it later which would distribute the cost of the investment over time. However, grid-connected self-consumption is very much influenced by the various regulations existing in the European countries taking part in the project. With sensible regulations, its cost effectiveness in the case of wineries and installations in the agro-food sector would make self-consumption become more widespread. In general terms, PV generation no longer needs feed-in tariffs. All that is required is the avoidance of unnecessary technical and administrative constraints. If the aim is to promote its installation – which

ámbito del proyecto. Con una regulación razonable, su rentabilidad en el caso de bodegas e instalaciones del sector agroalimentario, haría que el autoconsumo se generalizase. En general, la generación fotovoltaica no precisa ya de primas. Bastaría con que no se pusieran trabas técnicas ni administrativas innecesarias. Si se quisiera fomentar su instalación, lo que sería una muy razonable medida de política energética, bastaría con facilitar el acceso a la financiación.

Los prototipos: autoconsumo aislado e hidrógeno en movilidad

El prototipo demostrador de viñedo se ha instalado en la explotación de Viñas del Vero en Barbastro (España). Un conjunto de 80 paneles, con una potencia pico total de 21,6 kWp, flota en la superficie del agua de una balsa sobre unos soportes diseñados y contruidos al efecto. De esta forma se obtienen tres efectos positivos. En primer lugar, se evita la roturación y ocupación de terreno para la colocación de los paneles. En segundo lugar, se reduce la temperatura de trabajo de los módulos, lo que aumenta su rendimiento. Por último, se reduce la pérdida de agua de la balsa por evapotranspiración.

El conjunto de flotadores y paneles es capaz de adaptarse a los frecuentes llenados y vaciados de las balsas de riego. En cuanto a los inversores, hay un inversor solar trifásico de 20 kW y tres inversores de aislada de 8 kW cada uno. Para prolongar la vida de las baterías, los cuartos técnicos han sido climatizados. Esto permite, además, mantener el confort de los visitantes de la instalación, ya que ésta tiene un marcado carácter demostrativo. Se han diseñado un avanzado hardware y software de control, que gestiona cargas de forma automática y manual, mostrando al usuario la previsión del estado de energía del sistema en las próximas horas. Además, los motores de las bombas más potentes han sido dotados de variadores de frecuencia y los menos potentes de arrancadores progresivos. Todo el sistema se puede controlar y monitorizar por internet. Dos cámaras IP motorizadas y de alta definición permiten la vigilancia y la inspección remotas.

Dado que un sistema aislado para riego produce un excedente de energía en momentos donde no es necesaria, ni tampoco rentable su acumulación en baterías, se ha optado por aprovecharla en la producción de hidrógeno. La finalidad no es revertir esa energía al sistema en otro momento en que pudiera ser útil, sino utilizar el hidrógeno para sustituir el gasóleo de la maquinaria o los vehículos utilizados en la propia explotación.

Así, el agua se filtra y depura, para pasar a un electrolizador donde se separan el hidrógeno y el oxígeno. Una vez comprimido a 200 atmósferas, el hidrógeno se almacena en un depósito de 600 litros con un mecanismo de repostaje para vehículos. El laboratorio LIFTEC ha construido una pila de combustible que revierte el proceso, combinando hidrógeno y oxígeno para producir electricidad. La pila se ha incorporado en un vehículo todo terreno, junto con los depósitos de hidrógeno y el sistema de control. Este vehículo se mueve por la misma explotación, anticipando la futura transición de la maquinaria agrícola, desde el gasóleo a la electricidad. Así se muestra la posibilidad de producir in situ la energía necesaria en la explotación vitícola, tanto en forma de electricidad para bombeos como en forma de hidrógeno para maquinaria y movilidad.

El prototipo de bodega

Inicialmente, el prototipo demostrador de bodega previsto en el proyecto REWIND iba a consistir en un sistema de autoconsumo que produciría el 5% de la demanda de energía de la bodega de Viñas del Vero, en régimen anual. No se esperaba excedente de energía en ningún momento. Así se pensó, pese a la incertidumbre normativa que pesaba sobre el autoconsumo en España. Con el diseño ya elabora-



would be a very reasonable energy policy measure – the solution is simply access to financing.

The prototypes: off-grid self-consumption and hydrogen mobility

The demo vineyard prototype was installed on the estate of Viñas del Vero in Barbastro, Spain. A set of 80 panels, with a total peak power of 21.6 kWp, floats on the surface of a pond resting on supports designed and constructed for the purpose. As such, three positive effects are achieved. Firstly, it avoids occupying land with solar panels. Secondly, it reduces the working temperature of the modules, thereby increasing their output. And lastly, it reduces water loss from the ponds due to evapotranspiration.

The set of floaters and panels is able to adjust to the frequent filling and emptying of the irrigation ponds. As regards the inverters, there is one three-phase 20 kW solar inverter and three 8 kW stand-alone inverters. To prolong battery life, the equipment rooms have been temperature controlled. This also guarantees the level of comfort of visitors to the premises, given that this is a showcase installation. Advanced control hardware and software has been designed that automatically or manually manages loads, providing the user with an energy status forecast for the system over the coming hours. In addition, the more powerful pump motors have been equipped with frequency variators and the less powerful with gradual starters. The entire system can be controlled and monitored via Internet. Two high definition, motorised IP cameras offer remote surveillance and inspection.

Given that an off-grid irrigation system produces an energy surplus when it is not needed, and that battery energy storage is not cost effective either, the decision was taken to use the surplus to produce hydrogen. Rather than injecting this energy back into the system to be used at another time, the hydrogen is used to replace diesel in agricultural machinery and in vehicles working in the vineyard.

Water is therefore filtered and purified to be passed through an electrolyser that separates the hydrogen and oxygen. Once compressed to 200 atm, the hydrogen is stored in a 600 litre-tank equipped with a vehicle refuelling mechanism. The LIFTEC laboratory has constructed a fuel cell that reverses the process, combining hydrogen and oxygen to produce electricity. The cell has been incorporated into an off-road vehicle along with the hydrogen tanks and the control system. This is a vehicle that



do, la publicación del RD 900/2015 aumentó el malestar con dicha normativa. Por último, la respuesta de la compañía distribuidora a la solicitud de condiciones de conexión terminó de convencer a los implicados en el proyecto: las imposiciones técnicas y administrativas no sólo deterioraban gravemente la rentabilidad, sino que, desde el punto de vista técnico y científico, no eran ni lógicas ni razonables.

Finalmente se tomó la decisión de que el prototipo de bodega fuese también aislado y se encargase de alimentar la estación depuradora de agua de la bodega, todo ello completamente separado de la red eléctrica. Cabe mencionar que con esto, la bodega completa en su depuradora el ciclo de sostenibilidad. El agua residual se depura por métodos sostenibles y mediante energía renovable, para posteriormente utilizarse en el riego por goteo del viñedo, cuyos bombes también se alimentan de energía renovable.

El prototipo de bodega consta de dos conjuntos de 40 paneles y 10,8 kWp cada uno. El primero se ha montado en una estructura metálica especialmente diseñada, apoyada sobre el terreno con bloques de hormigón prefabricados. Se trata de una opción convencional, pero de mínimo impacto ambiental tanto en su montaje como en su retirada. Se han previsto dos posibles inclinaciones del panel, una más adecuada para la temporada de verano y la otra para todo el año. Un segundo grupo, también de 40 paneles y 10,8 kWp, se ha montado en un seguidor solar a dos ejes. Para cada conjunto hay un inversor solar trifásico de 12 kW. El bus trifásico y el sistema de control son los mismos del prototipo de viñedo.

El abanico de soluciones incorporadas a los prototipos está permitiendo mostrar a los visitantes las diferentes tecnologías aplicables. Un extenso conjunto de sensores está proporcionando datos que van a utilizarse en estudios técnicos y científicos. Un ejemplo de ello es la comparativa de los tres campos de captación fotovoltaicos (en balsa, en suelo y en seguidor solar), de cada uno de los cuales se mide irradiación incidente, producción, temperatura ambiente, temperatura de panel y velocidad del viento. De los resultados finales, técnicos y económicos, una vez analizados, el proyecto dará cuenta a su término.

El proyecto LIFE REWIND y en nombre de todos sus participantes, invita a todos los interesados a visitar los prototipos, ubicados en los viñedos de Viñas del Vero en Barbastro (Huesca). Más información en la página web del proyecto www.liferewind.eu

works in the vineyard, paving the way for the future transition of the agricultural machinery from diesel to electricity. It thus demonstrates that it is possible to produce the energy required by the vineyard in situ, both electricity for the pumps and hydrogen for machinery and mobility.

The winery prototype

Initially, the winery demo prototype proposed for the REWIND project was going to comprise a self-consumption system that would cover 5% of the energy demand of the Viñas del Vero winery every year. No energy surplus was foreseen at any time. That was the original idea, despite the regulatory uncertainty overshadowing self-consumption in Spain. With the design already drawn up, the publication of Royal Decree 900/2015

increased the ill-feeling surrounding this regulation. In the end, the response of the distribution company to the request for connection conditions ended up convincing those involved in the project that technical and administrative impositions not only seriously impaired its profitability, but also, from the technical and scientific standpoint, they were neither logical nor reasonable.

The decision was finally taken that the winery prototype would also be off-grid and would be responsible for powering the winery's water treatment plant, completely independently to the electrical grid. It is worth mentioning that as a result, the winery has a fully sustainable purification cycle. The waste water is treated using sustainable methods and from renewable energy, and is subsequently used for drip irrigating the vineyard whose pumps also run off renewable energy.

The winery prototype comprises two sets of forty 10.8 kWp panels. The first was assembled on a specially designed metal structure, supported on the ground by prefabricated concrete blocks. This is a conventional option, but one that has minimal environmental impact as regards assembly and removal. Two possible panel tilt angles have been incorporated, one better suited to the summer season and the other for all year round. A second set of forty 10.8 kWp panels was mounted on a dual-axis solar tracker. There is a 12 kW three-phase solar inverter for each set. The three-phase bus and control system are the same as for the vineyard prototype.

The range of solutions incorporated into the prototypes is able to show visitors the different technologies applied. An extensive series of sensors is recording data that will be used in technical and scientific studies. One example of this is the comparison of the three PV collection fields (between the ponds, ground-based units and solar tracker), measuring the incidence of irradiation, production, ambient temperature, panel temperature and wind speed for each one. Once the final technical and economic results have been analysed, the project will have reached its conclusion.

On behalf of all its participants, the LIFE REWIND project invites every interested party to visit the prototypes, located at the

vineyards of Viñas del Vero in Barbastro (Huesca). More information can be found on the project website at www.liferewind.eu



Javier Carroquino Oñate
Coordinador del proyecto europeo LIFE REWIND
LIFE REWIND European project coordinator

