PROGRAMA **PUENTES**

PRÁCTICAS UNIVERSITARIAS EN TERRITORIOS SOSTENIBLES

TRABAJO FIN DE PRÁCTICAS (TFP)

PROYECTO DE APLICACIÓN DE LA AGENDA URBANA

PROMOCIÓN DEL AUTOCONSUMO E IMPULSO A LAS COMUNIDADES ENERGÉTICAS LOCALES

MANCOMUNIDAD RIBERA BAJA DEL GENIL

ARMANDO FERNÁNDEZ MARTÍN

29 de Agosto de 2023

Diputación de Granada
Avanzamos junt@s

UNIVERSIDAD DE GRANADA

consejo SOCIAL
DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

AGENDAURBANA GRANADA2030

EL PROYECTO DE APLICACIÓN EN AGENDA URBANA (PAU)

1 Proyecto de intervención para la aplicación de la agenda urbana. Pg 3

1.1 Objetivos específicos del proyecto de intervención. Pg 3

1.2 Rescate y tratamiento de información de partida. Pg 3

1.2.1 Información sobre la zona de actuación Pg 3

1.2.2 Información del canal. Pg 5

1.2.2.1 Definición de turbina y tipos de turbinas. Pg 8

1.2.2.2 Cálculos de y diferencia de cota. Pg 9

1.2.2.3 Reemplazo de motores de bombeo. Pg 10

1.2.3 Energía hidráulica vs energía solar. Pg 13

1.2.4 Comunidad energética de la mancomunidad. Pg 13

1.2.5 Bibliografía. Pg 13

1.3 Diagnóstico de situación. Pg 14

1.4 Estudio de casos similares y buenas prácticas. Pg 18

1.4.1 Ejemplos de Comunidades energéticas en Europa. Pg 19

1.4.2 Ejemplos de Comunidades energéticas en España. Pg 23

2 Formulación del problema y evaluación de soluciones. Pg 25

2.1 Evaluación de los problemas. Pg 25

2.2 Evaluación de alternativas. Pg 27

3 Proyecto de Aplicación de Agenda Urbana. Pg 28

3.1 Denominación. Pg 28

3.2 Objetivos. Pg 28

3.3 Planteamiento general. Pg 28

3.3.1 Instalación de turbinas. Pg 28

3.3.1.1 Contexto y planteamiento. Pg 28

3.3.1.2 Tipo de turbina. Pg 32

3.3.2 Instalación de turbinas. Pg 36

3.3.3 Creación de la comunidad energética Pg 38

3.4 Actores y roles en el proyecto. Pg 38

3.5 Recursos necesarios y posibles Pg 40

3.6 Fases para su implantación Pg 44

3.7 Hoja de ruta municipal propuesta para el desarrollo del proyecto. Pg 45

3.8 Análisis de factibilidad para su desarrollo o Resumen del estudio de viabilidad. Pg 45

3.9 Incorporación y análisis de la perspectiva de género en el proyecto. Pg 47

3.10 Diseños previos, infografías, mapas, desarrollo 3D, etc… Pg 47

3.11 Consecución de objetivos en relación al proyecto. Pg 47

4 Bibliografía. Pg 48

Anexos Pg 50

Anexo 1. Presentación del proyecto en Power Point. Pg 50

Anexo 2. Actas Pg 55

PROYECTO DE INTERVENCIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA AGENDA URBANA (PAU)

1 PROYECTO DE INTERVENCIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA AGENDA URBANA.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN.

a) Desarrollo de una memoria que recoja el estudio realizado para la puesta en marcha de la comunidad energética formada por la comunidad de regantes de Huétor Tájar y Villanueva de Mesía, ayuntamientos de los pueblos pertenecientes a la mancomunidad y vecinos de los municipios.

b) Estudio sobre la creación de energía renovable mediante la instalación de turbinas hidroeléctricas en el canal de la comunidad de regantes de Huétor Tájar y Villanueva Mesía.

c) Estudio sobre ahorro energético de la comunidad de regantes mediante el reemplazo de los motores de bombeo.

d) Impulso de la comunidad energética del Salar.

1.2 RESCATE Y TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN DE PARTIDA.

Para el diseño del proyecto se optó por una visita guiada por el canal donde se tomaron datos sobre las cotas gracias a un topógrafo que contrató el ayuntamiento de Huétor Tájar. También se recopiló información sobre las características técnicas del canal en la sede de la comunidad de regantes.

Para la puesta en marcha de las comunidades energéticas en los demás municipios, asistimos a una jornada de divulgación en Salar donde previamente ya tenían avanzada gran parte del proceso de divulgación y sensibilización. Tras esta jornada tomamos contacto con la empresa que realizó estas jornadas (Green cities) para replicarlas en los demás municipios de la mancomunidad.

1.2.1 Información sobre de la zona de actuación

– Contexto territorial

El sector económico que más influencia tiene en la zona es la agricultura, llegando hasta un 60% del total de trabajadores. En los años 50 hubo sequías que provocaron malas cosechas lo que impulsó a la administración a construir un canal de riego para abastecer a unas 5000 hectáreas de riego. Con la construcción de este se creó la comunidad de regantes de Huétor Tájar y Villanueva Mesía. El agua se derivó del río Genil, ya que este se caracteriza por tener un caudal constante en los meses de verano donde llueve muy

poco. Este caudal proviene del deshielo de Sierra Nevada junto con agua de la vega de Granada que nace a la altura de Fuente Vaqueros.

A día de hoy el canal es de vital importancia en la zona ya que lo componen hasta 900 agricultores, junto con cientos de personas que trabajan en las cooperativas y otros servicios entorno a la agricultura.

Para conocer mejor tanto el canal como la comunidad de regantes se realizaron reuniones. Las actas de cada reunión aparecen en el Anexo II, permitiendo entender mejor el desarrollo del proyecto.

También se realizaron visitas guiadas por el territorio, permitiendo evaluar de manera directa la estructura del canal de riego y las estaciones de bombeo, algunas de las fotos podemos encontrarlas en el anexo II. Esta visita fue guiada por el aguacil del canal, el cual nos proporcionó información específica tanto del canal como de las actividades del territorio.

El canal se utiliza principalmente desde Mayo hasta Octubre y tiene aproximadamente 12 kilómetros y un desnivel de 4,488 metros.

Figura 1. Plano general de la red. (Fuente: Administración comunidad de regantes)

- Medio socioeconómico

Si dividimos la economía de la mancomunidad por sectores tenemos:

En el sector primario tenemos a la agricultura donde predominan dos cultivos; el esparrago (con denominación de o rigen) y el olivar. También encontramos hortalizas, cereales y árboles frutales. Este sector depende íntegramente del canal de riego, es decir, sustenta toda la economía de la mancomunidad.

En el sector secundario tenemos cooperativas que se encargan del almacenamiento y distribución de todos los productos generados en la agricultura. Las principales cooperativas son COSAFRA y Centro Sur.

Como sector terciario tenemos un comercio afectado por la reciente crisis provocada por la Covid-19 afectando gravemente a la economía de la zona. En cambio el turismo no está siendo aprovechado en la zona para generar riqueza. Existen sierras y cuevas en el entorno las cuales puede servir como turismo rural. Salar es el municipio con más turismo

ya que en él se encuentra la Villa Romana, la cual dispone de instalaciones recientemente adaptadas para ello.

La tasa de desempleo localmente en cada municipio es inferior a la media de Andalucía aunque sigue siendo muy elevada.

	Demandantes no ocupados	Afiliaciones anual	Tasa de Desempleo
Andalucía	1.077.134	2.991.551	26,47 %
Huétor Tájar	1.200,75	4.693	20,37 %
Láchar	506,25	1.360,5	27,12 %
Moraleda de Zafayona	334,5	1.295,31	20,57 %
Salar	349,75	1.076,5	24,52 %
Villanueva Mesía	210,5	914	18,72 %

Tabla 1. Tasa de desempleo comparada. Año 2020. IECA.

1.2.2 Información del canal

El canal fue construido en 1950 aproximadamente para fomentar la agricultura en la zona. Como ya se ha mencionado tiene 12 kilómetros de largo y un desnivel de 4,48 metros. El agua que recoge proviene de una derivación del río Genil (Figura 2) gestionada por confederación hidrográfica manteniendo siempre el caudal ecológico.

Figura 2. Derivación del Genil.

El canal se caracteriza por tener un embovedado de hormigón con 2,8 metros de diámetro aunque existen ciertas partes donde el embovedado pasa a ser acequia (Figura 3). El canal dispone de 200 chimeneas reductoras de presión para no sobrepasar los

límites de la estructura y romper la tubería. El canal tiene que tener siempre cierto caudal ya que al ser tan antiguo necesita una mínima presión para no perder la estructura de las partes con embovedado.

El canal tiene 7 estaciones o elevadoras en las que se encuentran motores de alta potencia para elevar el agua del canal a cotas más altas, permitiendo así ampliar la zona de riego. Este riega a unas 3400 hectáreas (ha) integrando tanto a Villanueva Mesía como Huétor Tájar y la mitad de la vega de Loja. Dependiendo de la época el canal proporciona agua a la comunidad de regantes Caz Emperatriz Eugenia que abarca unas 540 ha.

Para el mantenimiento y correcto funcionamiento del mismo la comunidad tiene a tres Guardas durante la época de verano, un aguacil fijo durante todo el año, un secretario y un presidente. El número de socios que conforman la comunidad de regantes asciende a 900 personas.

La comunidad también posee unas 11,38 ha las cuales se pueden utilizar a la instalación de placas fotovoltaicas.

Figura 3. Parte del canal desembovedado

Gracias a la contratación de un topógrafo, se realizó un primer levantamiento topográfico donde se obtuvieron las cotas de diferentes puntos del canal, entre ellos las de las estaciones de bombeo (Figura 4). El fin de este primer levantamiento fue obtener la diferencia de cota de todo el canal y ver si se tenía suficiente salto para poder tener una presión hidráulica considerable como para instalar turbinas. La diferencia de cota

obtenida fue de 4,48 metros (Primera cota tomada: 491,85; última cota tomada: 487,36), cuando el resultado que se esperaba era de 20 metros mínimo.

Figura 4. Primer levantamiento topográfico

Tras consultar con diferentes empresas la posibilidad de instalar turbinas con esa diferencia de cota se comprobó que era inviable ya que se necesitan 10 metros de salto como mínimo. También se necesita la entubación de muchas de las partes del canal y tapar todas las chimeneas. Esto supondría un coste muy elevado, sin posibilidad alguna de obtener rentabilidad ni a corto ni a largo plazo.

Después de este primer estudio se descartó la posibilidad de poner turbinas, llevando el proyecto hacia otras líneas de actuación. Entre ellas la instalación de placas solares y el reemplazo de los motores de bombeo de cada una de las 7 estaciones ya que al ser motores tan antiguos consumen mucha más energía que los motores actuales. El desgaste y rotura de las piezas hacen que tengan numerosas averías normalmente de costes elevados al no existir repuestos tan antiguos en el mercado y por tanto tienen que fabricar a mano la pieza requerida.

Volviendo al estudio de la instalación de turbinas, se vio una posibilidad en la parte del final del canal donde posiblemente hubiera más de 10 metros de salto. Para poder medir nuevas cotas se llamó de nuevo al topógrafo y al aguacil. Los nuevos resultados dieron una diferencia de cota de 13,5 metros.

Con esta diferencia de cota si se podrían instalar las turbinas, incluso se podría aumentar 2-3 metros la cota ya que en el final del canal hay una caída hacia el barranco. Esto no supondría un gran aumento del coste del proyecto y ayudaría a tener la presión suficiente al restar las pérdidas de carga por rozamiento (Figura 5).

Figura 5. Caída del agua al final del canal

1.2.2.1 Definición de turbina y tipos de turbinas

Una turbina hidráulica es un dispositivo mecánico diseñado para convertir la energía cinética y potencial del agua en energía mecánica de rotación, que luego puede ser utilizada para generar electricidad u otro tipo de trabajo. Las turbinas son una parte esencial de las centrales hidroeléctricas y se utilizan para aprovechar la energía del agua en movimiento, como la de los ríos y las corrientes, para generar energía eléctrica de manera eficiente y sostenible.

Normalmente esta energía de rotación se utiliza para transformarla en energía eléctrica mediante el acoplamiento de la turbina a un generador.

La caída del agua y/o el paso del agua por ella hace girar la turbina y el eje de la turbina, que está acoplado al generador, hace que este último gire produciendo energía eléctrica.
Las turbinas hidráulicas tienen un rendimiento muy alto que incluso puede llegar al 90%

1.2.2.2 Cálculos de y diferencia de cota

Para poder saber qué tipo de turbina instalar necesitamos conocer el caudal y la altura de caída del agua. La diferencia de altura la calculamos gracias a los datos recogidos en el segundo levantamiento topográfico donde obtuvimos 13 metros de diferencia con unos 2 metros de margen.

En cambio, para calcular el caudal empleamos la fórmula de Manning (Ch et al., n.d.). Esta ecuación permite determinar el caudal en ríos y canales en base a los parámetros hidráulicos radio hidráulico, pendiente hidráulica y área hidráulica. Los cálculos realizados son los siguientes:

a) Fórmula del caudal

$$Q = V * S$$

Siendo

- V = velocidad del agua del canal
- S = sección.

b) Cálculo de la sección "S"

Para el cálculo de la Sección medimos el radio más pequeño ya que en algunas zonas del tramo hay diámetros mayores.

$$S = \pi * r^2 = \pi * 0{,}305^2 = 0.292$$

c) Cálculo de la velocidad "V"

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} * I^{1/2}}{n}$$

Siendo:

- Rh = radio hidráulico
- I = pendiente
- n = coeficiente de rugosidad de Manning. Le damos el valor más vajo al desconocer diferentes factores de turbulencia y comoportamiento del fluido en ese material.

Calculamos el radio hidráulico:

$$Rh = \frac{S}{P}$$

$$Rh = \frac{0{,}292}{2 * \pi * r} = 0{,}153$$

$$Rh^{2/3} = 0{,}285$$

Siendo:

- S = Sección
- P = Perímetro mojado

Calculamos la pendiente:

$$I = \frac{A}{B}$$

$$I = \frac{13}{320}$$

$$I^{1/2} = 0{,}206$$

Siendo:

- A = altura
- B = Base

Ya tenemos todos los parámetros para calcular la velocidad:

$$V = \frac{0{,}285 * 0.206}{0{,}017} = 3146 \text{ m/s}$$

Ahora ya podemos calcular el caudal:

$$Q = 3146 \text{ m/s} * 0{,}292 = 1{,}010 \text{ m3/s}$$

1.2.2.3 Reemplazo de motores de bombeo

Como se ha mencionado previamente, la comunidad de regantes dispone de 7 estaciones de bombeo con la finalidad de ampliar así su área de riego. Cada una de estas estaciones tiene dos bombas que funcionan gracias a los motores complementarios. Tanto los motores como las turbinas se instalaron en los años 50, tras 73 años el estado en el que se encuentran es deficiente y el consumo eléctrico de estos es muy superior al que podemos encontrar en motores y turbinas actuales (figura 6). También tenemos en cuenta que el mantenimiento de los motores actuales es bastante costoso ya que tienen averías constantes y las piezas tienen que fabricarse manualmente ya que no existen en el mercado. El reemplazo de estas proporcionaría múltiples beneficios, entre ellos, una reducción del consumo eléctrico, menor coste de mantenimiento y un mayor rendimiento en el caudal de bombeo.

Figura 6. Sistema de bombeo de una de las estaciones.

Para poder conocer qué motores serían los óptimos para su reemplazo se ha realizado un estudio de las características de cada estación gracias a un experto en sistemas de bombeo, un topógrafo y dos de los guardas pertenecientes a la comunidad de regantes.

Los datos recogidos fueron:

- Obtención de las placas identificativas de cada uno de los motores en persona y mediante el Acta de Notoriedad del canal proporcionado por la comunidad de regantes.

	Motor 1	
	Marca	Potencia
Estación 1	GENERAL ELECTRICA ESPAÑOLA	80 CV
Estación 2	AEG IBERIA DE ELECTRICIDAD S.A.	125 CV
Estación 3	GENERAL ELECTRICA ESPAÑOLA	25 CV
Estación 3Bi	Westinghouse, S.A, tipo WN-250-S-4	100 CV
Estación 4	GENERAL ELECTRICA ESPAÑOLA tipo DA 111/4	37 CV
Estación 5	AEG IBERIA DE ELECTRICIDAD S.A. TIPO AE, 220N/4	30 CV
Estación 6	AEG IBERIA DE ELECTRICIDAD S.A.	60 CV

	Motor 2	
	Marca	Potencia
Estación 1	GENERAL ELECTRICA ESPAÑOLA	80 CV
Estación 2	AEG –Fábrica de Motores S.A. tipo AJ-180-L-5	40 CV
Estación 3	GENERAL ELECTRICA ESPAÑOLA	25 CV
Estación 3Bi	Westinghouse, S.A, tipo WN-250-S-4	100 CV
Estación 4	AEG –Fábrica de Motores S.A. tipo AJ-180-L-4	40 CV
Estación 5	GENERAL ELECTRICA ESPAÑOLA tipo DA 120/4	55 CV
Estación 6	AEG IBERIA DE ELECTRICIDAD S.A.	60 CV

Tabla 2. Marca y potencia de los motores de la comunidad de regantes

- Diferencias de cotas entre la estación de bombeo y el punto de vertido.
- Diámetros de cada uno de los tubos de toma y de salida de agua.
- Estudio del estado de cada una de las estaciones.

Características de cada estación:

	Cota LA estación (m)	Cota de vertido (m)	Diferencia de cota (m)
Estación 1	490,236	527,393	37,157
Estación 2	489,31	528,867	39,557
Estación 3	489,01	497,065	8,055
Estación 3bi	488,42	514,807	26,387
Estación 4	481,484	504,808	23,324
Estación 5	487,36	495,581	8,221
Estación 6	487,865	507,236	19,371

Tabla 3. Diferencias de cotas entres cada estación y su punto de vertido

	Sección Entrada (mm)	Sección Salida (mm)	Sección Final (mm)
Estación 1	M1:200 - M2:200	M1:250 - M2:250	400
Estación 2	M1:200 - M2:250	M1:150 - M2:200	400
Estación 3	M1:200 - M2:200	M1:250 - M2:250	400
Estación 3bi	M1:200 - M2:200	M1:250 - M2:250	400
Estación 4	M1:200 - M2:200	M1:250 - M2:250	400
Estación 5	M1:200 - M2:200	M1:250 - M2:250	400
Estación 6	M1:300 - M2:300	M1:250 - M2:250	400

Tabla 4. Secciones de cada una de las tuberías de entrada y salida a la turbina exterior. Sección final de la tubería. M1 = Motor 1 y M2 = Motor 2.

Observaciones: En cada una de las estaciones hay un pozo de aproximadamente 3 metros como punto de toma a excepción de la estación 3 que tiene una alberca y por tanto no necesita cargarse para funcionar, está ya en carga previamente.

En todas las estaciones solo puede estar funcionando uno de los motores, es decir, no pueden funcionar dos motores simultáneamente a excepción de los motores de la estación 6.

En cada una de las estaciones tenemos uno de los motores invertidos, por temas de espacio. Los guardas nos informaron que los motores invertidos sacan la mitad de

caudal que los que no lo están. Que estén invertidos no debería afectar al rendimiento pero por alguna causa ocurre esto.

1.2.3 Energía hidráulica vs energía solar

En un primer momento el proyecto estaba centrado en la instalación de turbinas (energía hidráulica) ya que había diferentes motivos que la hacían más viable que la instalación de placas solares (energía solar). Algunos de los motivos son:

- Generación de energía durante las 24 horas en continuo.
- El precio de la luz es más caro durante la noche y más caro durante el día lo que provocaría un menor beneficio en caso de poner placas solares, ya que estas solo producen energía durante el día. Aunque existen diferentes fórmulas para aprovechar al máximo las placas solares y que sean viables también (se desarrollará en otros apartados del proyecto).
- Energía totalmente limpia sin impactos paisajísticos.

1.2.4 Comunidad energética de la mancomunidad

En la creación de la comunidad energética tenemos a los municipios de Huétor Tájar, Villanueva Mesía y Moraleda de Zafayona. Salar tiene su propia comunidad energética gestionada por las empresas Green cities y Letter Ingenieros, las cuales trabajan conjuntamente en la puesta en marcha de esta. Gracias a que Salar ya comenzó la puesta en marcha de su comunidad energética, acudimos a una de sus jornadas de divulgación proporcionándonos herramientas que posteriormente utilizaremos en la puesta en marcha de la comunidad energética de la mancomunidad.

Figura 7. Página web de la comunidad energética de Salar.

1.2.5 Bibliografía

Ch, D. E., Empiricias, F., & Seg, E. (n.d.). *HIDRODINÁMICA . PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Capítulo 1 Fricción en tuberías . Pérdidas de carga continuas*.

Acta notoriedad del canal

https://tecnoturbines.com/turbinas-conectadas-la-red

https://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3rmula_de_Manning

https://tecnoturbines.com/blog/bombas-usadas-como-turbinas-bajo-condiciones-hidraulicas-variables

https://powerturbines.eu/blog/pico-central-hidroelectrica-tipos-de-micro-turbinas-hidraulicas/

https://www.areatecnologia.com/mecanismos/turbinas-hidraulicas.html#Turbina_Pelton

https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_de_flujo_transversal

1.3 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN.

Introducción

La mancomunidad está formada por Huétor Tajar, Villanueva Mesía, Moraleda de Zafayona, Salar. Huétor Tájar es el municipio de mayor población llegando a los 10103 habitantes. Los cinco municipios se encuentran en el Poniente Granadino y ocupan un total de 3029 km2. El principal sector de la economía de la mancomunidad es el sector agrario. Esta zona se considera como un grupo de regiones en fase de desarrollo económico y con un gran potencial de desarrollo donde existen conflictos en la expansión de suelo urbano hacia los suelos rurales. Existen tres espacios industriales, situados en Huetor Tajar (Polígono industrial la Catalana), en Villanueva Mesía (Polígono industrial Los llanos) y en Moraleda está prevista la construcción de otro. Las empresas de los polígonos pueden ser también partícipes en las comunidades energéticas, siendo estos de gran importancia ya que consumen mucha energía.

Los cinco municipios tienen una buena comunicación ya que se encuentran situados cerca de la A-92 lo que les proporciona movilidad directa hacia los grandes núcleos de población como son Granada o Málaga.

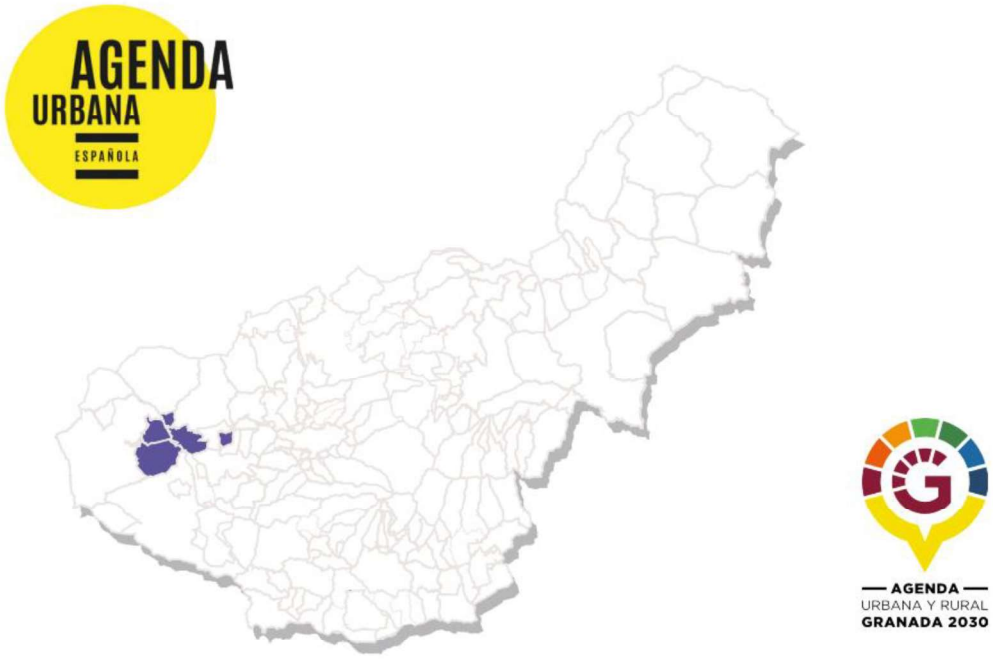

Figura 8. Ubicación de la Mancomunidad.

La base de la agricultura tanto de Huétor Tájar como de Villanueva de Mesía depende del canal de riego situado entre los dos municipios. El canal de riego fue construido en 1945 para solventar las malas cosechas, principalmente causadas por la falta de agua en los cultivos. Esta infraestructura permitió el desarrollo de toda la zona, impulsando el sector de la agricultura.

El canal de riego consiste en una derivación del río Genil que se extiende unos 12 kilómetros a través de los dos municipios. Se caracteriza por tener 7 estaciones de bombeo que permiten elevar el agua del canal a cotas más altas y ampliando así la zona de riego. Dichas estaciones necesitan gran cantidad de energía para poder bombear el agua.

Para aprovechar el salto de agua de las diferentes partes del canal, se pretende implantar turbinas que permitan la generación de energía. Las principales dificultades son principalmente el caudal irregular, que aunque durante todo el año el canal lleva agua son solo 7 meses cuando se podría aprovechar toda el agua ya que la demanda por parte de los agricultores disminuye considerablemente en los meses de octubre-abril.

La situación en la que se encuentra la comunidad de regantes con respecto al precio de la electricidad es complicada ya que el contrato con la empresa distribuidora es competencia de confederación hidrográfica. El precio que estaban pagando era de 9 céntimos el kWh de tarifa plana y a causa de la subida del precio por el tope del gas la tarifa ascendió a 30 céntimos aproximadamente, triplicando así las facturas de la electricidad de la comunidad de regantes. La reducción de su consumo y el ahorro de energía gracias a las turbinas supondría una gran mejora en los servicios de la comunidad.

El ayuntamiento de Huétor tiene contratado una tarifa variable (pool), es decir, el precio varía dependiendo de la demanda eléctrica. Actualmente el precio de la luz durante las horas de luz es más barata que durante la noche a causa principalmente de la energía

fotovoltaica. El mayor consumo de energía del ayuntamiento es durante la noche, principalmente por el alumbrado público. Ya se está trabajando en reducir el consumo del alumbrado público mediante el ajuste horario de funcionamiento y cambio de este por un alumbrado que consuma menos.

La generación de energía mediante turbinas ayudaría de manera significativa a compensar el consumo nocturno del ayuntamiento, beneficiándose así de la instalación propuesta.

Población

La población total actual de la mancomunidad Ribera Baja del Genil la encontramos en la siguiente tabla y correspondiente gráfica:

OTEA Granada	
Municipio	**Año 2021**
Huétor Tájar	10509
Láchar	3549
Moraleda de Zafayona	3121
Salar	2637
Villanueva Mesía	2037
Total	21853

Tabla 3. Población de cada uno de los municipios que forman la Mancomunidad.

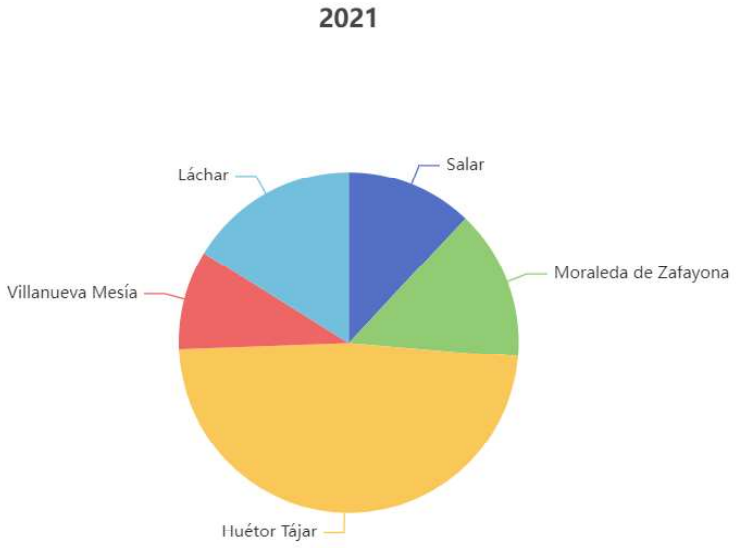

Figura 9. Gráfica que representa la población de cada uno de los municipios que forman la mancomunidad.

Con una población total de 21853 la mancomunidad ribera baja del Genil destaca por ser uno de los núcleos de población rural más grandes de la provincia.

Actualmente existe una despoblación rural en toda España sobre todo de mujeres, lo que hace que desciendan los números poblacionales en zonas rurales. En cambio, en Huétor se han realizado políticas contra la migración de las mujeres a zonas urbanas, como por

ejemplo, asistencia en cuidados de niños a domicilio para padres que trabajen simultáneamente de forma gratuita. Con esta práctica también se fomenta el trabajo juvenil en la zona.

Como podemos ver en las gráficas la evolución de la población entre 2011-2021 ha sido favorable en Huétor Tájar, Láchar y Moraleda de Zafayona y desfavorable en Salar, y Villanueva Mesía.

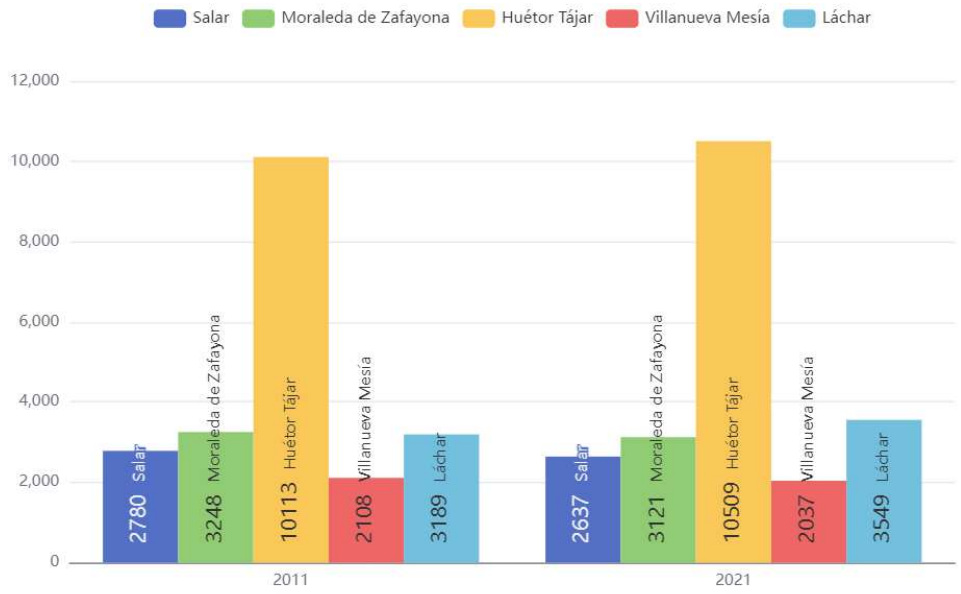

Figura 10. Gráfico que representa la diferencia de población entre los años 2011 y 2021.

Situación ambiental actual

La situación ambiental actual es crítica y se ha convertido en un problema central en la sociedad. Principalmente se debe a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) emitidas por el ser humano de manera incontrolada. Ya estamos sufriendo consecuencias como las actuales olas de calor (anomalías en las temperaturas) las cuales han batido record de máximas temperaturas, llegando a alcanzar los 45 grados, o el aumento de los fenómenos meteorológicos extremos.

En el mejor de los escenarios se esperan consecuencias devastadoras si no se ponen en marcha acciones que frenen el cambio climático. Entre ellas tenemos el actual proyecto que se sitúa dentro de este marco de actuación.

Energía

España ha experimentado cambios significativos en su matriz energética en las últimas décadas. Hasta 2021, la energía en España estaba compuesta por una combinación de fuentes, incluyendo:

- Energía renovable: En España se ha aumentado la capacidad de generación de energía renovable, especialmente eólica y solar. La energía eólica y solar representaban una parte significativa de la producción total de electricidad. La energía hidráulica en cambio tiene un menor peso en nuestro país aunque es muy importante ya que es una energía con mucho potencial.

- Energía nuclear: Aunque ha habido debates sobre la energía nuclear en España, esta fuente sigue contribuyendo a una parte importante de la generación eléctrica.
- Energía fósil: Aunque España había reducido gradualmente su dependencia de combustibles fósiles, sigue siendo un componente de la matriz energética, con gas natural y carbón desempeñando roles fundamentales en la generación de energía. Ya que durante la noche la energía solar desaparece y es cuando las centrales de gas y carbón se ponen a funcionar.

Los objetivos de descarbonización en España, al igual que muchos otros países, ha establecido objetivos ambiciosos para reducir las emisiones de carbono y promover la transición hacia una economía baja en carbono. Algunos de los objetivos clave incluyen:

- Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC): Este plan, que abarca hasta 2030, establece metas para la generación de energía renovable, la mejora de la eficiencia energética y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Neutralidad climática para 2050: España se comprometió a alcanzar la neutralidad climática para mediados de siglo, lo que implica equilibrar las emisiones de carbono con medidas de absorción y reducción.
- Cierre de centrales nucleares y carbón: Como parte de su estrategia de descarbonización, España tenía planes para cerrar gradualmente sus centrales nucleares y reducir su dependencia de la generación de energía a partir del carbón.
- Fomento de las energías renovables: España tenía como objetivo aumentar significativamente la capacidad de generación de energía renovable, especialmente solar y eólica, como parte de su enfoque en la reducción de emisiones.

El actual proyecto estaría dentro del objetivo “fomento de las energías renovables” ya que la creación de las comunidades energéticas fomentaría el consumo de energías renovables y se consumiría a kilómetro cero ahorrando en infraestructuras de red.

1.4 ESTUDIO DE CASOS SIMILARES Y BUENAS PRÁCTICAS.

La Guía para el Desarrollo de Instrumentos de Fomento de Comunidades Energéticas Locales del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) proporciona una serie de factores de éxito que contribuyen a la aparición, desarrollo y replicación de comunidades energéticas locales. Estos factores son clave para el éxito y la viabilidad de estas iniciativas en entornos locales. A continuación, se resumen algunos de los factores destacados en la guía:

Participación y Colaboración: La participación activa de la comunidad local, incluyendo ciudadanos, empresas y organizaciones, es fundamental. La colaboración entre diferentes actores permite aprovechar una variedad de conocimientos y recursos.

- Gobernanza y Organización: La creación de estructuras de gobernanza sólidas es esencial para tomar decisiones colectivas y garantizar la transparencia en la gestión de la comunidad energética.

- Identificación de Oportunidades: Es importante analizar y evaluar el potencial de fuentes de energía renovable y eficiencia energética en la zona para determinar las oportunidades disponibles.
- Planificación Estratégica: Desarrollar un plan estratégico claro que establezca objetivos, estrategias y acciones a seguir para el desarrollo de la comunidad energética.
- Financiación y Modelos de Negocio: Definir modelos de financiación y negocio que sean viables y sostenibles en el tiempo. Esto puede incluir inversión pública y privada, así como la consideración de subvenciones y otros incentivos.
- Tecnología y Infraestructura: Identificar y seleccionar las tecnologías apropiadas para la generación, almacenamiento y distribución de energía, así como la infraestructura necesaria para su implementación.
- Participación Ciudadana: Fomentar la implicación activa de los ciudadanos en la toma de decisiones y en la operación de la comunidad energética.
- Comunicación y Sensibilización: Informar y sensibilizar a la comunidad local sobre los beneficios y el propósito de la comunidad energética, fomentando el apoyo y la participación.
- Marco Legal y Regulatorio: Asegurarse de que exista un marco legal y regulatorio que permita y facilite el desarrollo de comunidades energéticas locales.
- Medición y Evaluación: Establecer sistemas de medición para evaluar el desempeño energético y el impacto de la comunidad energética, lo que ayuda a tomar decisiones informadas.
- Flexibilidad y Adaptabilidad: Ser capaz de adaptarse a cambios en las circunstancias, tecnologías emergentes y necesidades cambiantes de la comunidad.
- Apoyo Institucional: Contar con el respaldo y el apoyo de instituciones locales, regionales y nacionales puede ser crucial para superar obstáculos y facilitar la implementación de la comunidad energética.

Es importante tener en cuenta que estos factores de éxito pueden variar según el contexto y las características específicas de cada comunidad energética local. Adaptar estos principios a la realidad local es esencial para lograr un desarrollo exitoso y sostenible de estas iniciativas.

1.4.1 Ejemplos de Comunidades energéticas en Europa

Comunidad Energética Local en Dinamarca, Samsø

En Dinamarca, un país conocido por su enfoque en la energía sostenible, ha surgido una comunidad energética local que ejemplifica el compromiso de la sociedad con la transición hacia fuentes renovables. En la ciudad de Samsø, un grupo de ciudadanos y empresas se unió para formar una comunidad energética con el objetivo de generar, distribuir y consumir energía de manera más eficiente y sostenible. La comunidad ha establecido parques eólicos y solares locales, instalando sistemas de almacenamiento de energía y desarrollado una red de distribución inteligente. Los miembros de la comunidad no solo obtienen beneficios económicos al compartir la energía generada, sino que también contribuyen significativamente a la reducción de emisiones de carbono en la región.

Figura 11. Paneles solares de la isla danesa Samsø.

Comunidad Energética en Alemania - Feldheim

La comunidad de Feldheim, en Alemania, ha logrado la independencia energética al formar una cooperativa que opera y mantiene su propio sistema de generación de energía renovable. La cooperativa posee parques eólicos y paneles solares que abastecen a los hogares y las empresas locales. El exceso de energía se almacena en baterías y se comparte dentro de la comunidad. Este enfoque ha permitido que Feldheim reduzca significativamente sus costos de energía y emisiones.

Algunos aspectos destacados de la comunidad energética de Feldheim incluyen:

- Generación de Energía Renovable: La comunidad ha establecido una red local de generación de energía renovable, principalmente a través de parques eólicos y paneles solares. Estas fuentes de energía limpia proporcionan electricidad a los residentes y empresas del pueblo.
- Autosuficiencia Energética: Feldheim se esfuerza por ser autosuficiente en términos de energía. En ocasiones, el exceso de energía renovable generada en la comunidad se vierte en la red eléctrica, generando ingresos adicionales.
- Red de Distribución Inteligente: La comunidad ha implementado una red de distribución de energía inteligente, conocida como "smart grid". Esta red permite una gestión más eficiente de la energía generada y consumida, optimizando la carga y descarga de la red.
- Almacenamiento de Energía: Feldheim también ha invertido en tecnologías de almacenamiento de energía, como baterías, para capturar el exceso de energía generada durante períodos de alta producción y liberarla cuando la demanda es mayor.
- Participación de la Comunidad: Los residentes de Feldheim tienen la oportunidad de participar en la generación de energía renovable y en la toma de decisiones

relacionadas con la gestión energética local. Esto promueve la sensación de propiedad y responsabilidad entre los habitantes.

- Reducción de Emisiones: La comunidad de Feldheim ha logrado reducir significativamente las emisiones de carbono al depender en gran medida de fuentes de energía renovable en lugar de combustibles fósiles.
- Modelo Replicable: El enfoque de Feldheim en la energía sostenible y la comunidad energética podría servir como un modelo replicable para otras comunidades interesadas en adoptar una infraestructura de energía más limpia y descentralizada.

Figura 12. Parque eólico de Feldheim.

Comunidad Energética en Paises Bajos - Schoonschip

Ubicada en Ámsterdam, Schoonschip es una comunidad flotante que se autodenomina "la aldea flotante más limpia de Europa". Esta comunidad energética se basa en la energía solar y utiliza sistemas avanzados de gestión energética para minimizar el consumo. Cada hogar produce y consume energía, y el excedente se comparte en una red inteligente. Además de la energía, Schoonschip también implementa sistemas de tratamiento de aguas residuales y otras soluciones sostenibles.

Figura 13. Comunidad flotante de Schoonschip en Ámsterdam

Comunidad Cooperativa Hidroeléctrica de Neen Sollars, Reino Unido

La comunidad Cooperativa Hidroeléctrica Neen Sollars es dueña de una central hidroeléctrica de 12,5 kW ubicada en Tetstill Mill, en el río Rea. La turbina genera electricidad verde que se vierte a la red de distribución local y representa en torno al 20% del uso doméstico del pueblo de Neen Sollars, con lo que se consigue la meta nacional de una cuota del 20% de renovables.

Es un proyecto pionero para la región, ya que fue la primera instalación de energía renovable. Los principales beneficios aportados son:

- La generación de energía verde.
- La implicación local en la propiedad y la explotación de un sistema de generación renovable.
- Concienciación y formación en el ámbito local.
- Ingresos anuales para una iniciativa empresarial social y local.

Figura 14. Presa donde se ubica la central hidroeléctrica.

1.4.2 Ejemplos de Comunidades energéticas en España

Comunidad energética Velilla Genera, Palencia

La comunidad energética de Velilla Genera está ubicada en Palencia, España. La población de Velilla, utilizó una instalación micro-hidráulica en desuso para instalar una microturbina marca PERGA. Gracias a la tecnología de la turbina instalada permite un ahorro considerable a todos los vecinos del pueblo.

Este proyecto convierte a Velilla en un municipio pionero en el desarrollo de una Comunidad Energética, con un componente tecnológico innovador para el aprovechamiento total de los recursos naturales locales en la generación de energía verde, y la Velilla, La primera Comunidad Energética con tecnología Micro Hidráulica

Figura 15. Imagen de una de las tubería que forman la micro-hidráulica de Velilla.

Comunidad energética del Río Monachil, Granada

La comunidad energética del Río Monachil está compuesta por 50 socios. En la actualidad disponen de diez instalaciones de plantas fotovoltaicas para el autoabastecimiento con una potencia de 45 kW.

Se ha finalizado exitosamente la implantación de un sistema de generación eléctrica con una capacidad de 10 kW en el recinto deportivo conocido como Polideportivo Miraflores. Esta instalación proveerá de energía a un total de 15 individuos afiliados al centro deportivo, así como al propio Ayuntamiento. La administración municipal se encargará de administrar la asignación de energía con fines de solidaridad energética.

Adyacente a esta innovadora implementación energética, la cual fue financiada por miembros de la Comunidad de Energías Renovables y Medio Ambiente (CERM), se han llevado a cabo otras 10 instalaciones similares en residencias privadas de ciudadanos vinculados al municipio. Estas instalaciones domésticas serán capaces de proveer de energía a un total de 30 personas.

Como resultado directo de estas acciones, se estima que el municipio logrará un ahorro económico aproximado del 10% a lo largo de la duración del acuerdo. Además de este beneficio financiero, la adopción de fuentes de energía renovable para el suministro eléctrico tendrá un impacto significativo en la reducción de la huella de carbono municipal. Se calcula que el uso de estas fuentes sostenibles permitirá evitar la emisión de alrededor de 700 toneladas de dióxido de carbono al año.

2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y PRIMERA EVALUACIÓN DE SOLUCIONES.

2.1 EVALUACIÓN DE LOS PROBLEMAS

Comunidad de regantes y ayuntamiento de Huétor Tájar

Como hemos mencionado previamente la comunidad de regantes está formada por unos 900 agricultores, 3 guardas que trabajan temporalmente en la época de riego, un alcaide que trabaja durante todo el año, un secretario y un presidente.

La comunidad dispone de un canal de unos 12 km para regar a unas 5000 hectáreas. El canal tiene 7 estaciones o elevadoras en las que se encuentran motores de alta potencia para elevar el agua del canal a cotas más altas.

Tras estudiar los consumos mediante facturas obtenidas a partir de la administración de la comunidad de regantes se obtuvo que la comunidad consume 600000 kWh al año. Teniendo en cuenta que tienen una cuota fija de 9 céntimos por kW se estima que pagan unos 54000 euros al año en electricidad.

A causa del RD Ley 10/2022 donde se puso tope al precio del gas, las empresas eléctricas se vieron obligadas a subir las facturas, entre ellas la de la comunidad de regantes, que ascendió hasta 30 céntimos el kW. Llegando a obtener facturas mensuales de hasta 30000 euros. Esta situación insostenible impulsa el proyecto de instalación de turbinas en el canal.

Estas turbinas se situarían al final del canal, ya que es la única parte de este donde existe mayor diferencia de cota. Junto con las turbinas existe la posibilidad de poner también placas solares en el terreno de unas 11,38ha que posee la comunidad de regantes (figura 16).

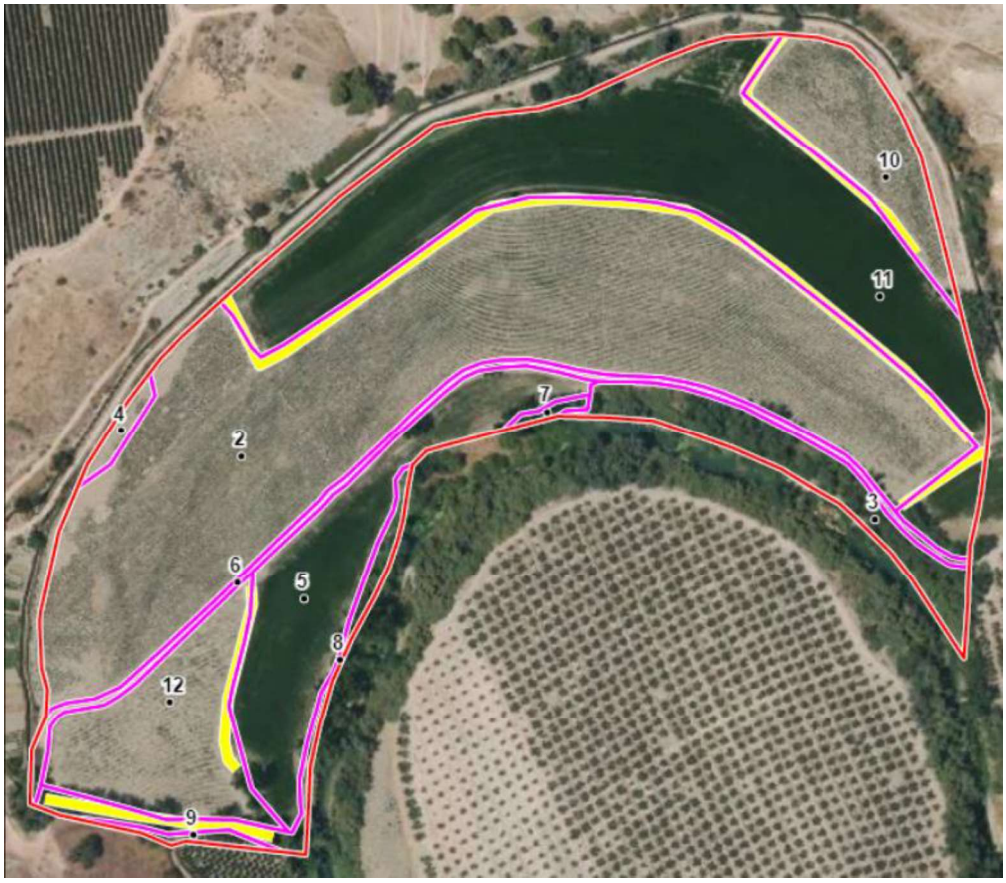

Figura 16. Finca de la comunidad de regantes.

Previamente se estudió cómo podían ahorrar energía y tras ver cada una de las estaciones de bombeo se comprobó que tanto los motores como las turbinas eran muy antiguos. Muchos de estos tienen un rendimiento bajo por el desgaste de las piezas incluso algunos motores se encuentran inhabilitados. El reemplazo de estos reduciría considerablemente el consumo eléctrico de la mancomunidad y por tanto se verían beneficiados.

El ayuntamiento de Huétor Tájar en colaboración con la comunidad de regantes han sido los que han puesto los medios para poder realizar todo este estudio, entre ellos la contratación de un topógrafo durante las 3 visitas de campo realizadas.

El principal problema que tiene el ayuntamiento son los consumos nocturnos a causa del alumbrado público, que a pesar de haber sido reemplazado para reducir su consumo sigue siendo elevado. Teniendo en cuenta que el ayuntamiento tiene una cuota variable (pool) donde actualmente el precio de la luz está más cara por la noche, la factura se les encarece. Con la electricidad generada por las turbinas durante la noche el ayuntamiento se vería beneficiado, reduciendo así costes eléctricos.

Hay que tener en cuenta que se trata de la generación de energía totalmente limpia. Quedando por tanto dentro de los objetivos de la Agenda Urbana, concretamente se situaría en el sector de energía y medio ambiente.

Comunidad energética mancomunidad

Las comunidades energéticas son creadas como entidades jurídicas donde el principal objetivo es el beneficio común mediante el ahorro económico, evitar la dependencia sobre las compañías eléctricas convencionales y empoderamiento del ciudadano.

Las principales actividades que se realizan dentro de ella son:

- La generación de energía que proceda de fuentes renovables.
- Proporcionar servicios de eficiencia energética.
- Suministro, consumo, agregación y almacenamiento de energía y potencialmente distribución.
- Prestación de servicios de recarga de vehículos eléctricos.

Previamente a la creación de esta es necesario que se realicen jornadas de divulgación para que se unan el máximo de personas físicas, pymes o autoridades locales como los ayuntamientos.

En estas jornadas se debe de informar de cómo funcionan las comunidades energéticas y cuáles van a ser sus responsabilidades dentro de la comunidad, especialmente en la toma de decisiones.

2.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El reciente estudio realizado nos proporcionó las cotas del último tramo del canal, que nos proporcionó 13,5 metros de caída. La empresa de turbinas estimó que, con una sección de 600 mm, 320 metros de tubería y hormigón como material de la tubería tendríamos 4 metros menos a causa de las pérdidas de carga, quedando 9,5 metros efectivos.

Con 9,5 metros la oferta que la empresa POWERTURBINES nos ofreció serían 3 turbinas del mismo modelo (MICROGRID LINE R 350-I) de 21 kW en paralelo.

La otra alternativa sería alargar la tubería unos 10-20 metros al final del recorrido, obteniendo así 1,5 metros más de diferencia de cota. Con 15 (13,5 + 1,5) metros de diferencia de cota, si aplicamos HAZEN WILLIAMS se perderían 4,2 metros y tendríamos por tanto 10,8 metros de carga. Con esta nueva alternativa se instalarían 3 turbinas del mismo modelo (MICROGRID LINE R 350-I) de 25 kW en paralelo.

Hay que tener en cuenta que alargar la tubería supondría un coste adicional, aunque aumentaría la producción eléctrica. Para saber qué alternativa es la más viable se realizará un estudio de viabilidad económica en el siguiente punto a tratar.

3 PROYECTO DE APLICACIÓN DE AGENDA URBANA.

3.1 DENOMINACIÓN.

PROMOCIÓN DEL AUTOCONSUMO Y LAS COMUNIDADES ENERGÉTICAS LOCALES

3.2 OBJETIVOS.

- Ahorro energético en la comunidad de regantes mediante la instalación de turbinas en el canal de riego.
- Ahorro energético en la comunidad de regantes mediante el reemplazo de los motores de cada una de las estaciones de bombeo.
- Creación de una Comunidad Energética Local.

3.3 PLANTEAMIENTO GENERAL.

3.3.1 Instalación de turbinas

3.3.1.1 Contexto y planteamiento

Como se ha ido planteando, la comunidad de regantes dispone de un canal de riego gracias a la derivación de agua del río Genil. El canal tiene 12 kilómetros de largo y en su curso encontramos partes con embovedado y partes con acequia. En un primer instante se estuvo estudiando la diferencia de cota entre el primer punto del canal y el último punto de este. Tras realizar un levantamiento topográfico se obtuvo una diferencia de cota de 4,48 metros. Esta diferencia es insuficiente para la instalación de las turbinas, a parte la remodelación del canal supondría unos costes muy elevados ya que habría que cerrar todas las partes que no están embovedadas y cerrar todas las chimeneas de amortiguación de la presión del canal.

Tras ver los resultados del primer levantamiento, la posibilidad de instalar las turbinas en el canal era imposible, aunque más tarde se observó que al final del canal podríamos tener una diferencia de cota aceptable.

El ayuntamiento de Huétor Tájar se encargó de nuevo de llamar un topógrafo para realizar el segundo levantamiento. Para poder acceder a las zonas de interés también se llamó a los guardas del canal, que son los que gestionan el agua del canal. Una vez realizado el levantamiento obtuvimos una diferencia de cota de 13,5 metros. Incluso tenemos entre 1,5 y 2 metros de caída de margen al final del canal, lo que nos proporcionaría hasta 15 metros de caída. Con esta diferencia ya si tendríamos suficiente presión para que las turbinas funcionaran de manera óptima.

Este tramo tiene aproximadamente 320 metros de largo y comienza en la estación 5. Esta estación es clave en el recorrido del canal ya que distribuye agua hacia 3 zonas distintas, hacia la estación 6, hacia una zona de riego gracias a la instalación de bombeo que esta dispone y también hacia el Genil como desagüe final del canal (figura 17).

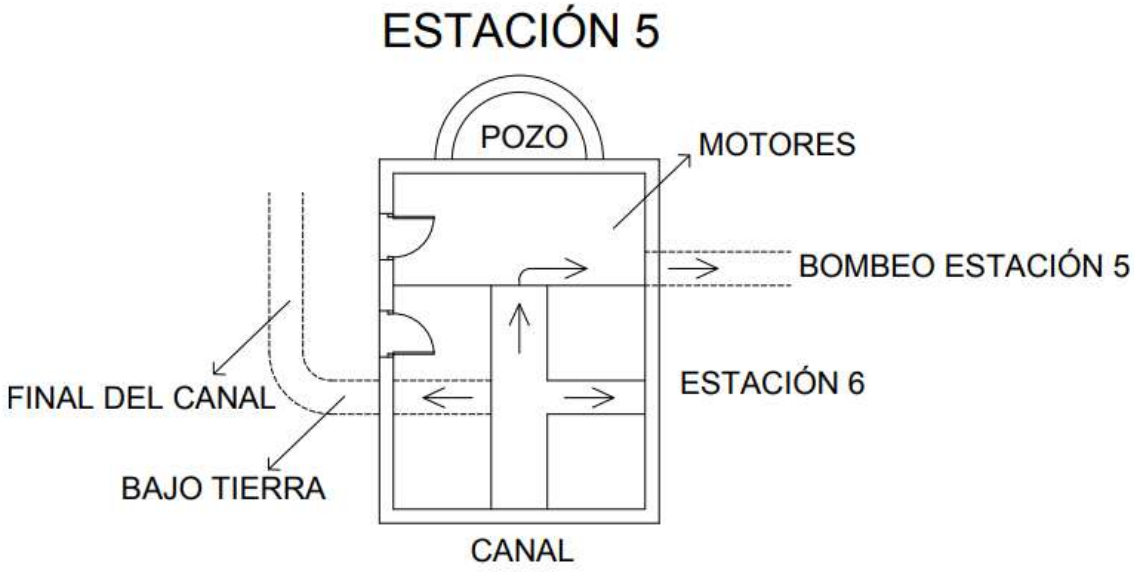

Figura 17. Plano de distribución de la estación 5.

El tramo estudiado se caracteriza por tener una zona abierta (figura 18), una chimenea reductora de presión (figura 19), otra chimenea que está rota a causa de una lluvia torrencial que excedió la presión a la que se ajustaba y al final de la tubería también encontramos una pequeña parte que se encuentra abierta.

Figura 18. Primera zona abierta de la tubería.

Figura 19. Chimenea reductora de presión.

En el siguiente plano podemos observar la diferencia de cota entre la estación 5 y el punto de vertido, incluye también la alternativa de alargar la tubería unos metros y ganar entre 1,5 y 2 metros más de diferencia de cota. En los planos hemos puesto que, como máximo tendríamos 15 metros para no sobreestimar los resultados.

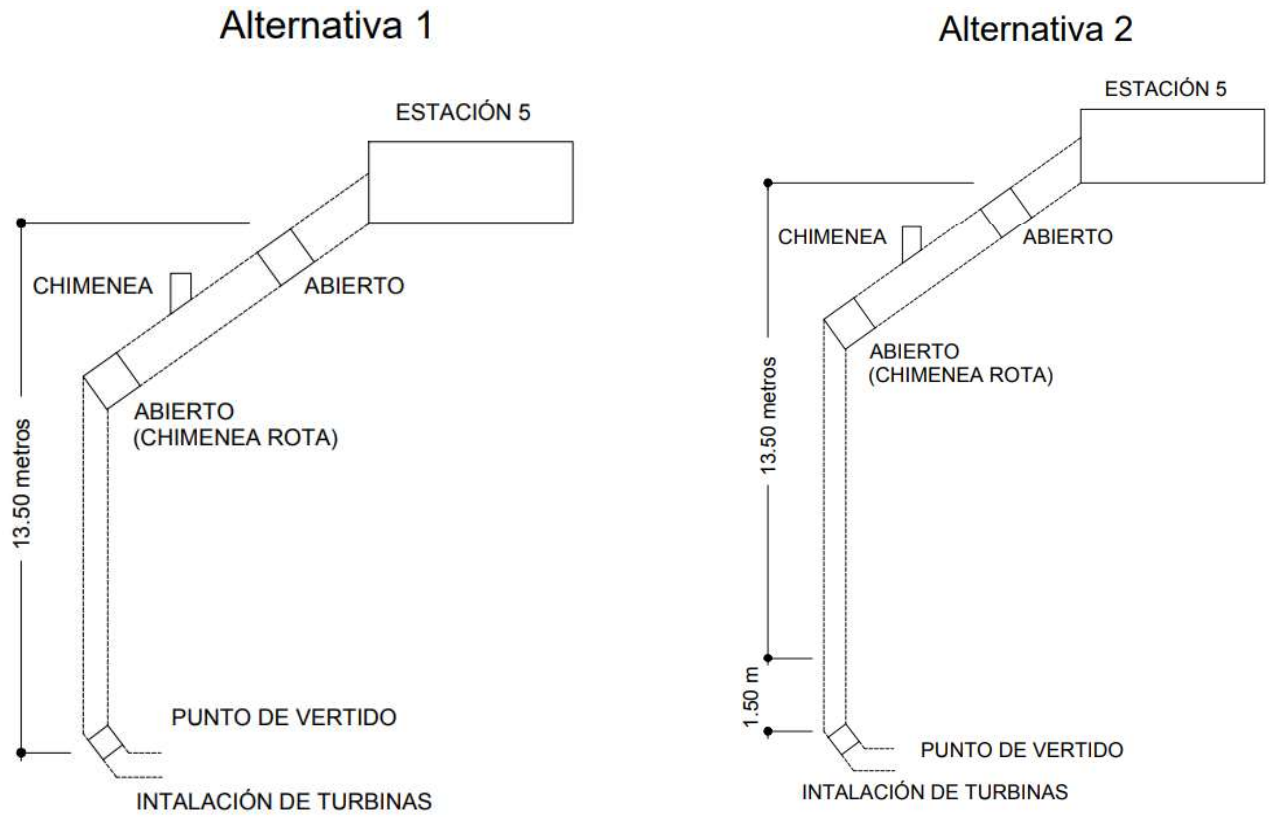

Figura 20. Planos detallados del último tramo del canal. Alternativas 1 y 2.

Para elegir las turbinas es necesario tener unos determinados datos, lo cuales se han calculado y explicado previamente. En la siguiente tabla vienen todos los datos específicos de cada una de las alternativas:

- Caudal (apartado 1.2.3.2)
- Diferencia de cotas
- Pérdidas de carga: realizado por la empresa de contacto POWER TURBINES mediante la fórmula de HAZEN WILLIAMS)
- Longitud
- Diámetro de la tubería: existe una parte del tubo que aumenta el diámetro, lo que hace que tengamos menos pérdida de carga. Aunque no lo vamos a tener en cuenta para no sobreestimar los datos.
- Material de la tubería

	Alternativa 1	Alternativa 2
Caudal	1000 l/s	1000 l/s
Diferencia de cota	13,5 m	15m
Pérdidas de carga	4 m	4,2 m
Longitud de la tubería	320 m	330 m
Diámetro de la tubería	600 mm	600 mm
Material de la tubería	Hormigón	Hormigón

Tabla 4. Características de la tubería.

3.3.1.2 Tipo de turbina

Introducción

Las turbinas conectadas a la red están diseñadas para la recuperación de energía en redes de agua presurizadas. Pueden instalarse en pequeñas presas, entre depósitos situados a distinta cota a la entrada de arquetas de rotura de carga, e incluso en paralelo a válvulas reductoras de presión, dado que son capaces de funcionar tanto a descarga libre como con presión a la salida.

Figura 21. Ejemplo de una turbina instalada por Powerturbines.

Estas turbinas son tipo PAT ("pump used as turbine" por sus siglas en inglés), es decir son bombas centrífugas convencionales operando en modo inverso.

El modelo concreto de turbina a utilizar así como la potencia generada dependen del caudal y el salto de presión aprovechable en la instalación. Con los datos obtenidos de caudal y salto de presión el modelo más adecuado para nuestra situación serían las PAT MICROGRID LINE R 350-I.

Componentes del sistema

Las turbinas conectadas a red se suministran en forma de kit formado por los siguientes componentes:

- Turbina hidráulica tipo PAT (bomba usada como turbina). Hay 3 tipos dependiendo de la altura y el caudal a turbinar:

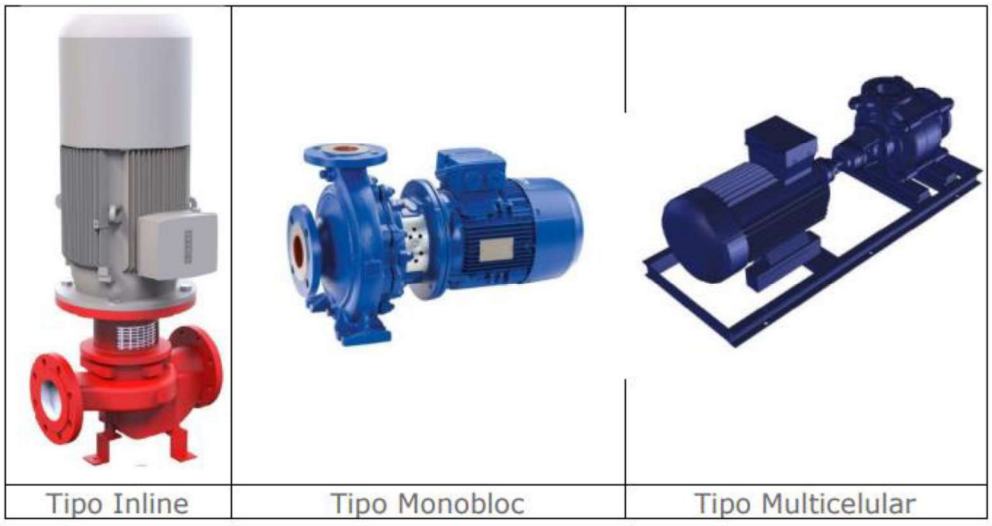

Figura 22. Tipos de PATs.

En nuestro proyecto la más adecuada es la Tipo Inline.

- Generador eléctrico

Los generadores son síncronos de imán permanente y están construidos en base al estándar IEC, es decir, su aspecto es como el de cualquier motor convencional de jaula de ardilla, aunque su rotor está formado por imanes. Estos generadores trabajan con una eficiencia muy elevada (clase IE4) lo cual garantiza un elevado ratio de conversión de energía mecánica en energía eléctrica.
Powerturbines trabaja con distintos fabricantes como WEG o Lafert, en función de la potencia y las revoluciones necesarias para cada proyecto.

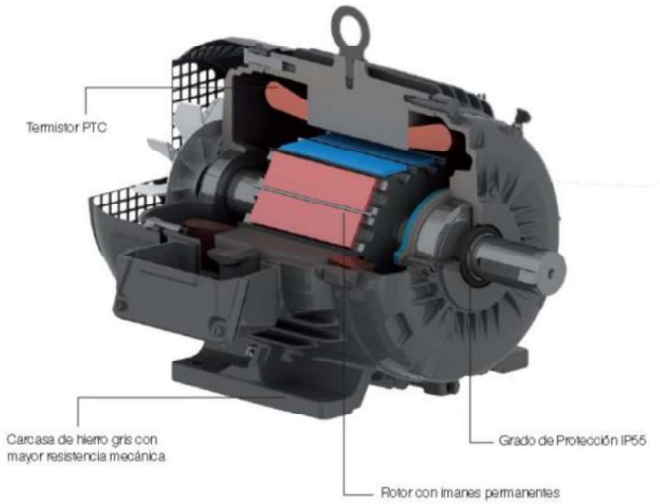

Figura 23. Generador eléctrico.

La salida del generador es trifásica sin neutro, no obstante su voltaje y frecuencia no son compatibles con la red eléctrica, por tanto no pueden conectarse directamente a la misma. La conexión y sincronización con la red se realiza a través de un inversor.

- Cuadro de control

Cada turbina se suministra con su cuadro de control cuya misión principal es filtrar y rectificar la corriente alterna del generador para obtener corriente continua necesaria para el funcionamiento del inversor.
Por otro lado el cuadro de control también se encarga de activar las resistencias de frenado en caso de fallo de la red eléctrica para evitar el embalamiento de la turbina.
Adicionalmente cuenta con una seta de parada de emergencia, un piloto indicador de marcha así como una señal tipo contacto libre de potencial para notificar posibles fallos de funcionamiento (sobre-temperatura del generador, sobre-temperatura del cuadro, etc.).
Dicha señal de fallo se utiliza para cerrar la válvula asociada a la turbina, de forma que mientras el fallo persista la turbina permanece parada.

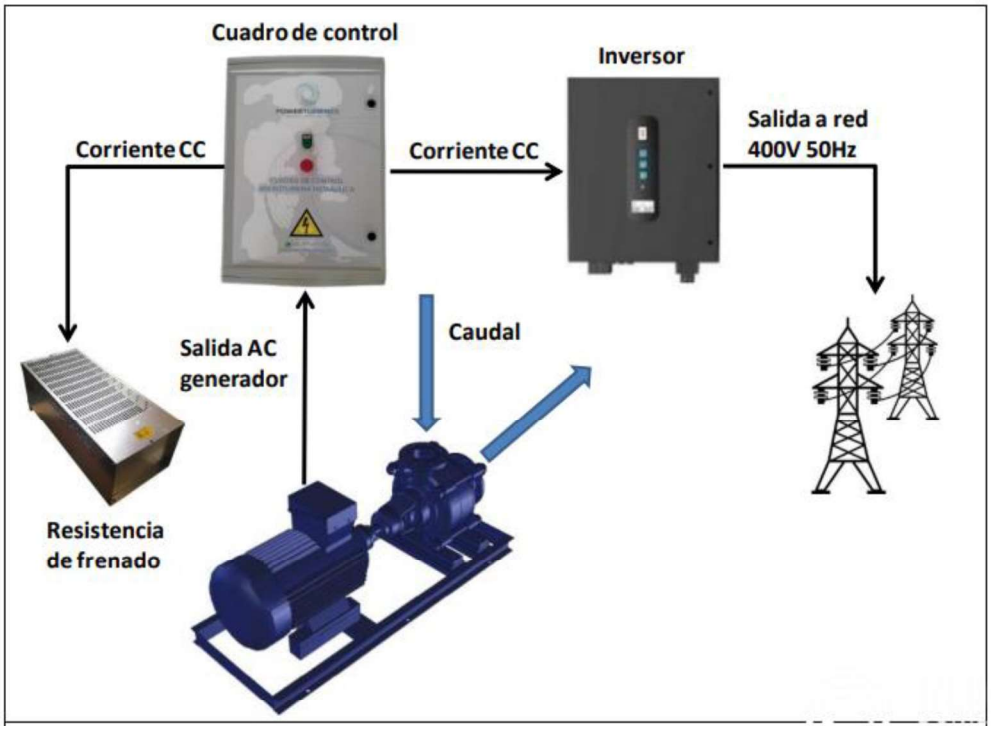

Figura 24. Componentes del sistema.

- Inversor

El inversor convierte la corriente continua rectificada previamente por el cuadro de control en corriente alterna compatible con la red eléctrica, tanto en voltaje como en frecuencia.
La salida puede ser monofásica o trifásica (3 fases + neutro) y la potencia se inyecta a la red con factor de potencia 1.
Adicionalmente el inversor incorpora un relé de conexión a red así como las protecciones exigidas por la compañía eléctrica (anti-isla, tiempo seguro de reconexión, etc.)
En cuanto a monitorización remota de la turbina, puede realizarse de dos formas siempre a través del inversor:

1. Mediante la plataforma de monitorización del propio fabricante del inversor (vía webb o app), para lo cual es necesario disponer una conexión de internet en la instalación.

2. Mediante la salida modbus del inversor, lo cual permite su integración en sistemas de supervisión privados tipo SCADA de terceros.

- Resistencias de frenado y Válvula de cierre automático
  Además de las resistencias de frenado que protegen a la turbina frente a embalamiento en caso de fallo de la red eléctrica o bien de la propia turbina (sobre-temperatura del generador, sobre-temperatura de cuadro, etc.), el sistema debe contar con una válvula de cierre automático.
  Esta válvula puede ser suministrada por Powerturbines (normalmente válvulas de solenoide o bien válvulas de mariposa motorizadas) o bien directamente por el cliente.

Proposición ofertada (sin impuestos)

Descripción	*Cantidad*		*Precio Unitario(€)*		*Importe moneda (€)*
Turbina para conexión a red SERIE MICROGRID LINE-R modelo 350-I					
Turbina hidráulica PN16 de eje vertical con conexión de entrada y salida mediante bridas DN 350mm fabricada en fundición. Incluye: - Generador de imanes permanentes de alta eficiencia. - Cuadro de control IP55. - Inversor trifásico de conexión a red con display para visualización de parámetros de funcionamiento. - Resistencias de frenado para proteccion frente a embalamiento de la turbina. - Compensación de energía reactiva (factor de potencia = 1). - Conexión wifi y plataforma de monitorización integrada. - Salida de comunicaciones Modbus incluida. Punto de funcionamiento estimado: - Caudal de 330 litros/segundo - Salto de presión de 10,8 metros - Potencia eléctrica de 25 kW.	3	ud.	58.958,92	€	176.876,75
Portes de envío de mercancía.	1	ud.	1.400,00	€	1.400,00
Puesta en marcha de los equipos suministrados previamente instalados por el cliente.	1	ud.	3.847,50	€	3.847,50
TOTAL OFERTA				**€**	**182.124,25**

El mantenimiento que requiere es el siguiente:

- Sustitución de cierre mecánico (cada 50.000 horas).
- Engrase de rodamientos del generador (cada 20.000 horas).
- Engrase de los rodamientos de la turbina (cada 8.300 horas).
- Sustitución de los rodamientos del generador (cada 100.000 horas).

Ventajas de la oferta

- Facilidad para adquirir recambios, a través de Powerturbines o bien directamente a través del fabricante original de la bomba (KSB) ampliamente implantado en el mundo.
- Sistema con un diseño simple y estandarizado, a diferencia de una turbina tradicional que obliga a depender del fabricante tanto para los mantenimientos como para adquirir piezas de repuesto.

- Capacidad de trabajar en un amplio rango de caudales gracias a la instalación de 3 turbinas en paralelo, adaptando el funcionamiento de estas en función del caudal. En nuestro caso tenemos pleno rendimiento en durante los meses de Noviembre hasta Mayo, pudiendo utilizar las tres turbinas. En cambio, desde Junio hasta Octubre tendremos un menor caudal ya que la comunidad utiliza el agua para regar en mayor proporción, utilizando 1 o dos turbinas solamente.
- Monitorización de los datos, gracias al uso de inversores de conexión a red lo que permite acceder a los datos de la instalación de manera remota sin necesidad de instalar equipos adicionales.

3.3.2 Reemplazo de motores y turbinas.

La segunda línea de actuación del proyecto consiste en el reemplazo de las bombas y motores de cada una de las 7 estaciones de la comunidad de regantes. Con este reemplazo se pretende reducir el consumo eléctrico, ya que se trata de unas instalaciones de los años 50 y su consumo se puede reducir considerablemente con bombas y motores modernos.

Para poder conocer qué motores y bombas se necesitan actualmente se estudiaron cada una de las estaciones de bombeo. En este estudio intervino un experto en sistemas de bombeo, un topógrafo y dos de los guardas del canal. Los datos obtenidos en el estudio fueron (figura 25) :

- Diferencia de cota
- Sección de la tubería en la entrada y salida de las bombas
- Sección final de la tubería

Figura 22. Mapa topográfico de las diferentes cotas entre las estaciones y los puntos de vertido

Los resultados obtenidos se encuentran en el punto 1.2.3.3, tabla 3 y 4.

Los motores nuevos tienen una normativa específica de fabricación implantada por la Comunidad Económica Europea que permite una reducción en el consumo eléctrico de estos.

Los motores de última generación están diseñados teniendo en cuenta las siguientes premisas:

1. Reducción de los niveles de ruido y vibración.
2. Aumento de los niveles de eficiencia energética y térmica.
3. Facilidad de mantenimiento.
4. Crecimiento de las aplicaciones con velocidad variable a través de la aplicación de convertidores de frecuencia.
5. Flexibilidad en cuanto al grado de protección y modularidad.

Figura 23. Motores de una de las estaciones.

3.3.3 Creación de la comunidad energética

Los puntos 3.3.1 y 3.3.2 consisten en una colaboración entre la comunidad de regantes y ayuntamiento de Huétor Tájar. Esta colaboración puede conformarse en una comunidad energética ya que obtendrían facilidades para llegar a acuerdos entre ellos a la hora de gestionar la energía producida.

Como tercera línea hemos desarrollado cómo sería el primer paso para la creación de una comunidad energética entre los vecinos, cooperativas y entidades de la mancomunidad Ribera Baja del Genil.

Para la creación de esta el primer paso es realizar una jornada de divulgación donde se explique qué es una comunidad energética, qué hace falta para crearse y los beneficios que se obtienen de ella.

Previamente a la jornada de divulgación es necesario que se extienda por las redes un cartel donde venga el día de la jornada junto con información clara y concisa de qué se hablará en ella. Este cartel también se puede imprimir y exponer en sitios claves de los pueblos de la mancomunidad como pueden ser los ayuntamientos.

3.4 ACTORES Y SUS ROLES EN EL PROYECTO.

Los principales actores interventores del proyecto son:

- Diputación de Granada: La función de la diputación es fundamental, ya que, como se mencionó previamente, este ente ha impulsado el desarrollo del programa PUENTES, el cual ha dado origen a este proyecto. El papel que desarrolla diputación es clave en el desarrollo de la agenda urbana Ribera Baja del Genil, donde se encuentra enmarcado el actual proyecto. Para la puesta en marcha de este es necesario el apoyo de diputación.
- Ayuntamiento de Huétor Tájar: Es la administración pública más implicada en el proyecto, siendo una de las principales promotoras para las dos principales líneas de actuación de este proyecto (instalación de turbinas y reemplazo de motores y bombas) y será uno de los aportadores de capital de mayor peso. Este ente será uno de los principales promotores del proyecto. Destacar los roles que han ejercido y ejercerán durante la puesta en marcha del proyecto por parte del técnico municipal Francisco Javier Nuño Cuberos y también el apoyo del alcalde de Huétor Tájar y presidente de la mancomunidad Fernando Delgado Ayén.
- Comunidad de regantes Huétor Tájar y Villanueva de Mesía: Son los principales beneficiados del proyecto, por tanto el rol que desempeñan es fundamental ya que son los que poseen tanto el canal donde se instalarán como las 7 estaciones de bombeo. Los principales actores implicados son los tres guardas, el alcaide, el secretario y el presidente. Se han encargado de guiarnos por todo el canal para conocer su estado y puntos clave. Para el desarrollo del proyecto desempeñaran roles de gestión y desarrollo. Los más de 900 agricultores que lo forman también tendrán su rol a la hora de tomar decisiones acerca del proyecto.
- Empresas: Existen tres principales empresas que están implicadas en el proyecto:

Ficha de empresa	Descripción
- Nombre: POWERTURBINES - Dirección: Calle Senija 5, 03206 Elche – España - Correo: info@powerturbines.eu - Teléfono: +34 635546392	Powerturbines es una empresa especializada en el diseño y fabricación de turbinas hidráulicas para generar energía en redes de agua potable o regadío. Disponen de modelos para carga de baterías o turbinas conectadas a la red eléctrica para autoconsumo o venta de energía. Estos equipos son capaces de producir energía 100% renovable en depósitos de agua, válvulas reductoras de presión, arquetas de rotura de carga, etc. Se pueden instalar en cualquier punto de la red donde exista presión y un caudal circulante. El mantenimiento es mínimo debido a que se trata de bombas trabajando como turbinas (PAT), lo cual da como resultado unos equipos sencillos, fáciles de instalar y con una elevada vida útil similar a una bomba convencional.
- Nombre: Green Cities - Dirección: Txirrita-Maleo Kalea, 3 D, Errenteria / Rentería, país Vasco 20100, España - Correo: greencities@greencities.es - Teléfono: +34 637505964	Green Cities es una empresa pionera en la creación de plataformas para la gestión de sistemas con autoconsumo compartido o comunidades energéticas. También llevan a cabo soluciones y servicios especializados para la gestión de la energía en edificios residenciales apostando por las energías renovables como fórmula de sostenibilidad.
- Nombre: Letter Ingenieros - Dirección: Calle Venezuela, 32, 18007 - Granada - Correo: info@letteringenieros.es - Teléfono: +34 958 12 04 81	Letter ingenieros es una consultoría de eficiencia energética, con tres líneas de negocio principales: - Eficiencia Energética (auditoria, certificados, viabilidad de energías renovables, cargador de vehículo eléctrico, etc) - Proyectos de Ingeniería (basados en energía e instalaciones afines) - Formación y Medio Ambiente (huella de carbono, implantación de ISOs, Paisajismo, estudios impacto ambiental, etc.)

- Universidad de Granada: La Universidad de Granada se destaca como una valiosa contribución de recursos humanos y sabiduría, como se evidencia en el proyecto PUENTES que ha inspirado la creación de este plan. Por consiguiente, la totalidad de la comunidad académica desempeña un rol significativo que merece reconocimiento.
  Comunidad de vecinos: el rol que desempeñan los vecinos es fundamental para el desarrollo de la comunidad energética, siendo la figura del ciudadano la que tome las decisiones sobre la comunidad de forma conjunta. La participación activa debe ser uno de los pilares clave de esta comunidad.

3.5 RECURSOS NECESARIOS Y POSIBLES.

- **Fondo Life**:
  El Programa LIFE representa la única herramienta financiera de la Unión Europea destinada de manera exclusiva a la preservación del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático. LIFE brinda apoyo tanto a organizaciones grandes como a pequeñas, ya sean de carácter público o privado, que operan en territorio europeo. Este programa LIFE engloba diversas áreas de acción, incluyendo la conservación de la naturaleza y la biodiversidad, la promoción de la economía circular y la mejora de la calidad de vida, así como la mitigación y adaptación al cambio climático, además de la transición hacia fuentes de energía más limpias.

- **Fondo FEDER**:
  Los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) son un conjunto de recursos financieros proporcionados por la Unión Europea (UE) con el objetivo de promover el desarrollo económico y la cohesión territorial en las regiones de la UE. Estos fondos se destinan a proyectos y programas que contribuyen al crecimiento económico, la creación de empleo y la reducción de las disparidades regionales dentro de la Unión Europea.
  Los FEDER financian una amplia gama de iniciativas, que pueden incluir inversiones en infraestructura, investigación y desarrollo, innovación, apoyo a pequeñas y medianas empresas, protección del medio ambiente, desarrollo de energías renovables y muchas otras áreas. El propósito fundamental de los Fondos FEDER es fortalecer la competitividad y la sostenibilidad de las regiones de la UE, garantizando al mismo tiempo que ningún territorio quede rezagado en términos de desarrollo económico.
  En resumen, los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) son un mecanismo clave de financiamiento de la UE para impulsar el progreso económico y la cohesión entre las distintas regiones de Europa.

- **Programa de incentivos para la eficiencia energética en explotaciones agropecuarias en Andalucía**:

  Este programa va dirigido a titulares de explotaciones agropecuarias, de explotaciones agrícolas de regadío, comunidades de regantes y otras organizaciones cuyo fin consista en la gestión común de agua para el riego agrícola. También podrán acceder al programa tanto las empresas de servicios

energéticos, como las comunidades de energías renovables y las comunidades ciudadanas de energía.

El procedimiento es 100% telemático y puede realizarse con ayuda de colaboradores sociales previamente autorizados por la Agencia Andaluza de la Energía o también se puede solicitar por cuenta propia.

La principal actuación que se necesita para solicitar el programa consiste en la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de regadío.

El objeto de los incentivos es reducir el consumo de energía final y las emisiones de CO2 a través de la actuación en los equipos de bombeo de explotaciones agropecuarias y comunidades de regantes. Incluyendo todo tipo de soluciones que mejore la eficiencia energética de las instalaciones de regadío, siempre que contribuyan de forma directa al ahorro de energía.

Actuaciones

Actuación 1: Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de regadío

Objeto: reducir el consumo de energía final y las emisiones de CO2 a través de la actuación en los equipos de bombeo de explotaciones agropecuarias y comunidades de regantes.

Se incluye todo tipo de soluciones que mejore la eficiencia energética de las instalaciones de regadío, siempre que contribuyan de forma directa al ahorro de energía.

Limitaciones: no serán elegibles aquellas actuaciones que contribuyan al incremento en el consumo de agua o de la superficie regable.

Por ejemplo:

- Sustitución de motores de accionamiento eléctrico por otros más eficientes (al menos de clase IE3).
- Incorporación de variadores de frecuencia, y arrancadores estáticos, o la sustitución por equipos más eficientes energéticamente en bombeos.
- Implantación o modernización de sistemas de regulación, control y monitorización de la red de riego que contribuyan de forma directa al ahorro de energía.
- Instalación o sustitución de baterías de condensadores para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas de las estaciones de bombeo.

Actuación 2: Mejora de la eficiencia energética y utilización de energías renovables en explotaciones

Objeto: reducir el consumo de energía final y las emisiones de CO2 a través de la reforma de las explotaciones e instalaciones consumidoras de energía térmica, eléctrica y de proceso propias de las explotaciones agropecuarias.

Por ejemplo:

- Mejora del aislamiento de cubierta y fachadas de una nave de uso agropecuario, justificando el ahorro de energía final en base a la utilización de los equipos de climatización del recinto cuyo cerramiento se mejora.
- Sustitución de equipos de generación de calor en invernaderos por otros de mayor eficiencia energética.
- Sustitución de equipos de conservación de frío en naves de ordeño de explotación agropecuaria por otros de mayor eficiencia energética.
- Instalación solar térmica para generación de agua caliente para limpieza y desinfección de nave de uso agropecuario.
- Sustitución de equipos de generación de calor que consumen combustibles o energías tradicionales en granja avícola o invernadero por otros de biomasa, en tanto que la eficiencia energética del nuevo equipo que usa biomasa fuera tal que su consumo de energía final (biomasa) fuera inferior al consumo de energía final de los actuales combustibles o energías tradicionales usados.
- Instalación de geotermia para suministro de calor a invernaderos en sustitución de generadores de calor que consumen combustibles o energías tradicionales
- Renovación del alumbrado interior y exterior de explotación agropecuaria por otro de mayor eficiencia energética.

Actuación 2: Mejora de la eficiencia energética y utilización de energías renovables en explotaciones

Objeto: reducir el consumo de energía final y las emisiones de CO2 a través de la reforma de las explotaciones e instalaciones consumidoras de energía térmica, eléctrica y de proceso propias de las explotaciones agropecuarias.

Por ejemplo:

- Mejora del aislamiento de cubierta y fachadas de una nave de uso agropecuario, justificando el ahorro de energía final en base a la utilización de los equipos de climatización del recinto cuyo cerramiento se mejora.
- Sustitución de equipos de generación de calor en invernaderos por otros de mayor eficiencia energética.
- Sustitución de equipos de conservación de frío en naves de ordeño de explotación agropecuaria por otros de mayor eficiencia energética.
- Instalación solar térmica para generación de agua caliente para limpieza y desinfección de nave de uso agropecuario.
- Sustitución de equipos de generación de calor que consumen combustibles o energías tradicionales en granja avícola o invernadero por otros de biomasa, en tanto que la eficiencia energética del nuevo equipo que usa biomasa fuera tal que su consumo de energía final (biomasa) fuera inferior al consumo de energía final de los actuales combustibles o energías tradicionales usados.

- Instalación de geotermia para suministro de calor a invernaderos en sustitución de generadores de calor que consumen combustibles o energías tradicionales
- Renovación del alumbrado interior y exterior de explotación agropecuaria por otro de mayor eficiencia energética.

En resumen los requisitos son:

- Reducir las emisiones de CO_2.
- Justificar una reducción del consumo de energía final de un 10% con respecto a su situación de partida.
- Otras condiciones: Las actuaciones objeto de ayuda deberán cumplir con la normativa vigente que les sea de aplicación, así como contar con las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas en el caso de que las mismas lo requieran.
- Efecto incentivador: solo se admitirán actuaciones por parte de los destinatarios últimos de las ayudas iniciadas con posterioridad a la fecha de registro de la solicitud de la ayuda.
- Plazos de ejecución fijados en la resolución de concesión, con un máximo de 12 meses (ampliables hasta un máximo de 24 meses).
- Pago del incentivo, tras justificación de las inversiones realizadas, mediante transferencia bancaria. No se contempla la posibilidad de anticipos ni pagos parciales.

El importe de los incentivos es del 30% sobre la inversión incentivable, siempre que no se supere el siguiente porcentaje del coste incentivable:

	Gran empresa	Mediana empresa	Pequeña empresa
Eficiencia energética	35%	45%	55%
Energías renovables	50%	60%	70%

Y también debe de haber una inversión mínima de 5.000 euros.

Costes elegibles:

Todos los costes necesarios para la consecución de los objetivos del Programa:

- Costes de gestión de solicitud de la ayuda (máx. 4% del incentivo o 3.000 €)
- La realización de auditorías energéticas que permitan identificar y evaluar adecuadamente las medidas a implantar de mejora de la eficiencia energética.
- Costes de la redacción de los proyectos técnicos relacionados.
- Costes de la dirección facultativa de las actuaciones.
- Costes de ejecución de las obras y/o instalaciones, incluyendo obra civil asociada e instalaciones auxiliares necesarias.
- Para instalaciones geotérmicas, el coste de la realización de los estudios, ensayos TRT, sondeos y simulaciones previas a la realización del diseño de la instalación.
- Inversión en equipos y materiales efectuada.

- Costes de redacción de informes y demás documentación requerida para la solicitud y justificación de estas ayudas.
- Costes de gestión de la justificación de la realización de las actuaciones (máx. 7% del incentivo o 7.000 €)
- Asesoramiento técnico especializado para el mantenimiento y conservación de las instalaciones en orden a la disminución de consumos energéticos y costes.
- Informes que acrediten la adecuada realización de las actuaciones objeto de la ayuda emitidos por un organismo de control o entidad de control.
- Otras partidas necesarias (auxiliares o no) específicas de cada tipología de actuación subvencionable.

Este programa de financiación es ideal para el reemplazo de los motores de la comunidad de regantes. Aunque a principios de año se podrían buscar nuevas líneas de financiación.

Es de especial interés el periodo de solicitud que tiene como límite hasta el **31 de Diciembre de 2023.**

3.6 FASES PARA SU IMPLEMENTACIÓN.

1. Primera Fase
   - Estudio de la viabilidad del proyecto, tanto de la primera línea de actuación (instalación de turbinas) como de la segunda (reemplazo de motores).
   - Reunir tanto a la comunidad de regantes como a las personas responsables de este proyecto en el ayuntamiento de Huétor Tájar para visualizar el estudio de viabilidad y tomar decisiones para la puesta en marcha del proyecto.
   - Creación de una memoria donde se recojan todos los requisitos para el programa de incentivos para la eficiencia energética en explotaciones agropecuarias en Andalucía.
   - Realización de jornadas de divulgación para dar a conocer la comunidad energética de la mancomunidad.
2. Segunda fase
   - Creación de un convenio entre la comunidad de regantes y el ayuntamiento de Huétor Tájar.
   - Reunión con la empresa promotora para concretar el trabajo de campo y realizar un diseño específico para la instalación de turbinas.
   - Concertación de la puesta en marcha del reemplazo de los motores en cada una de las estaciones.
   - Constitución formal de la Comunidad Energética.
3. Tercera fase
   - Concertación de la redacción del proyecto, las obras de instalación de turbinas y ejecución del contrato.
   - Tramitación administrativa y puesta en funcionamiento.
4. Cuarta Fase
   - Seguimiento del proyecto. Evaluación del proceso y resultados.
   - Mantenimiento de las instalaciones.

3.7 HOJA DE RUTA MUNICIPAL PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

Acciones	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Estudio de viabilidad												
Redación de la memoria												
Realización de las jornadas de divulgación												
Creación del convenio												
Constitución Comunidad Energética												
Puesta en marcha del proyecto												
Seguimiento del proyecto												

3.8 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA SU DESARROLLO, O EN SU CASO ESTUDIO DE VIABILIDAD.

Para el estudio de viabilidad se han calculado el VAN (Valor actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno) para evaluar la viabilidad económica tanto de las turbinas como del remplazo de los motores.

En el caso de las turbinas tenemos en cuenta que durante el año tenemos una variación del caudal, siendo los meses de verano inferior, ya que la comunidad de regantes utiliza esta agua. La estimación realizada es la siguiente:

Funcionamiento de las turbinas		
Rendimiento	Meses funcionando	Producción (kWh/año)
Rendimiento Pleno de las turbinas (3 turbinas)	5	270.000
Rendimiento Medio de las turbinas (2 turbinas)	2	72.000
Rendimiento Bajo de las turbinas (1 turbinas)	5	93.000
		Total: 435.000

Tabla 5. Rendimiento de las turbinas

Teniendo en cuenta la oferta proporcionada por la empresa Power Turbines (punto 3.3.1.2), el coste total tanto de las turbinas como de todos los aparatos necesarios para la puesta en funcionamiento asciende a 182124 euros sin tener en cuenta el IVA ni la instalación. Si aplicamos 21% de IVA ascendería a 220370 euros.

El coste de instalación oscilaría los 40000 euros. Por tanto el coste de inversión oscilaría los 260370 euros.

Para calcular el ahorro económico en euros/año, se ha realizado un supuesto donde la mitad de la energía producida pertenecería a la comunidad de regantes y la otra mitad al ayuntamiento de Huétor Tájar. El coste del kilovatio hora que tiene la comunidad de regantes actualmente es de aproximadamente 30 céntimos. En cambio, el ayuntamiento tiene un contrato variable (pool), donde hemos estimado el coste del kilovatio hora haciendo la media de los primeros 7 meses de 2023 (últimos datos disponibles), obteniendo 0,152 euros/kWh. El estudio de viabilidad queda sintetizado en la siguiente tabla:

INSTALACIÓN DE TURBINAS	
Ahorro Energético (kWh/año)	435.000
Ahorro Económico (€/año)	98.310,00
Inversión (€)	260.370,00
Período de Retorno (años)	2,65
VAN (€)	498.753,76
TIR (%)	36,02%
Reducción CO_2 (kg CO_2/año)	143.985,00
Evaluación de la Propuesta	RENTABLE
	-277,58%

Tabla 6. Estudio de viabilidad turbinas.

Teniendo en cuenta que el periodo evaluado son 10 años, el proyecto sería rentable, siento el periodo de retorno 2,65 años.

También observamos como el VAN nos da un resultado de casi 500000 euros con una tasa de descuento del 5% anual.

Tras analizar el estudio de viabilidad, podemos observar que el proyecto es tiene una buena rentabilidad sin tener en cuenta las subvenciones que se podrían obtener.

También estudiamos la viabilidad del remplazo de los motores de alta eficiencia.

A continuación se detalla el ejemplo de ahorro de uno de los motores:

DATOS	MOTOR IE1	MOTOR IE3
Potencia Kw (Cv)	30 Kw (40Cv)	30 Kw (40Cv)
Tipo	4 Polos /Carcasa de Aluminio	4 Polos /Carcasa de Aluminio
Rendimiento	90,10%	93,60%
Horas de funcionamiento 14 horas dia , 5 días por semana	3.500 horas	3.500 horas
consumo energético	116.537,20 Kw	112.179,48 Kw
coste energético	23.307,44 €	22.435,90 €

Tabla 7. Estudio de viabilidad motores.

Diferencia de coste energético al año 872,54 €.

Precio de un motor IE3 es 1946,44 €.

Por tanto tendríamos un periodo de retorno de 2,23 años.

3.9 Incorporación y análisis de la perspectiva de género en el proyecto.

La incorporación y análisis de la perspectiva de género en el proyecto de comunidades energéticas e impulso a las energías renovables es fundamental para garantizar la equidad y la inclusión en el desarrollo y beneficio de estas iniciativas. Esto implica considerar cómo las políticas, inversiones y decisiones en el ámbito energético pueden afectar de manera diferenciada a mujeres y hombres, así como a diversos grupos de identidad de género. Es esencial identificar y abordar las barreras de género que pueden existir en el acceso a la energía renovable, la participación en proyectos comunitarios y la toma de decisiones relacionadas con la energía. Esto no solo promueve la igualdad de género, sino que también enriquece la calidad y efectividad de los proyectos al aprovechar plenamente el potencial de todas las personas en la comunidad. En última instancia, la integración de la perspectiva de género en el proyecto contribuye a la construcción de sociedades más justas y sostenibles.

3.10 Diseños previos, infografías, mapas, soluciones marketing, etc ...

3.11 Consecución de objetivos en relación con el proyecto.

Primer objetivo: Desarrollo de una memoria que recoja el estudio realizado para la puesta en marcha de la comunidad energética formada por la comunidad de regantes de Huétor Tájar y Villanueva de Mesía, ayuntamientos de los pueblos pertenecientes a la mancomunidad y vecinos de los municipios.

Este objetivo se ha cumplido permitiendo abarcar a dos grandes entidades compuestos por un gran número de personas. Todas estas personas se verían beneficiadas del proyecto presentado.

Segundo objetivo: Estudio sobre la creación de energía renovable mediante la instalación de turbinas hidroeléctricas en el canal de la comunidad de regantes de Huétor Tájar y Villanueva Mesía.

Tercer objetivo: Estudio sobre ahorro energético de la comunidad de regantes mediante el reemplazo de los motores de bombeo.

Tanto el segundo como tercer objetivo se han conseguido cumplir como se puede observar en el desarrollo de este documento. Obteniendo como resultados que la instalación de turbinas puede generar una rentabilidad y beneficios ambientales considerables. En cambio los motores...

Cuarto objetivo: Impulso de la comunidad energética del Salar.

Por último, el impulso a la comunidad energética del Salar creó una interacción entre dos empresas; Letter Ingenieros y Green cities. Esta conexión permitirá una mejor evolución en dicha comunidad junto un impulso en la creación de más comunidades en la zona.

4 BIBLIOGRAFÍA.

- Ch, D. E., Empiricias, F., & Seg, E. (n.d.). *HIDRODINÁMICA . PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Capítulo 1 Fricción en tuberías . Pérdidas de carga continuas*.

- https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/comunidades-energeticas
- https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/transicion-energetica/comunidades-energeticas
- https://energia.gob.es/es-es/Participacion/Paginas/DetalleParticipacionPublica.aspx?k=595
- https://powerturbines.eu/blog/pico-central-hidroelectrica-tipos-de-micro-turbinas-hidraulicas/
- https://www.areatecnologia.com/mecanismos/turbinas-hidraulicas.html#Turbina_Pelton
- https://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_de_flujo_transversal
- https://tecnoturbines.com/blog/bombas-usadas-como-turbinas-bajo-condiciones-hidraulicas-variables
- https://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3rmula_de_Manning
- https://www.oteagranada.com/buenas-practicas-ficha.php?id=28
- http://greencities.es/salar-energia/
- https://solarmente.es/blog/casos-de-exito-de-comunidades-energeticas

- https://www.tierra.org/comunidades-energeticas/neen-sollars-una-comunidad-cooperativa-hidroelectrica/
- https://alisea.es/277906-2/

- ANEXOS.

ANEXO I PRESENTACIÓN DEL PROYECTO EN POWER POINT

INFORMACIÓN GENERAL

Economía de la mancomunidad

- Sector primario: Economía sustentada en la agricultura de regadío (hasta un 60 % de la población).
- Sector secundario: Cooperativas y empresas relacionadas con la agricultura principalmente
- Sector terciario: Turismo poco aprovechado en la zona.

Comunidad de regantes de Huétor Tájar y Villanueva Mesía

- Está formado por:
  - 900 agricultores;
  - 3 guardas, un alcaide;
  - un secretario;
  - y un presidente.
- La comunidad dispone de un canal de riego que deriva agua del río Genil.

INFORMACIÓN GENERAL

Características del canal

- Se trata de un canal construido en los años 50
- Tiene 12 km de longitud
- Tiene 7 estaciones de bombeo con motores de alta potencia para ampliar su zona de riego, llegando a las 5000 hectáreas.
- Diferencia de cota entre el primer punto y la estación 5 (mas cercana al punto de vertido)
- Entre la estación 5 y el punto de vertido si tenemos una buena diferencia de cota.
- Es la base la economía de la zona.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

1 INSTALACIÓN DE TURBINAS

2 REMPLAZO DE MOTORES Y BOMBAS EN CADA UNA DE LAS ESTACIONES

3 CREACIÓN DE LA COMUNIDAD ENERGÉTICA

INSTALACIÓN DE TURBINAS

Características del tramo

- Diferencia de cota es 15 metros si se alarga la tubería entre
- Pérdida de carga de 4,2 metros
- Tenemos 10,8 metros de carga
- Se instalarían 3 turbinas de 25 kW en paralelo

Alternativa 1

Alternativa 2

INSTALACIÓN DE TURBINAS

Estudio de viabilidad

Funcionamiento de las turbinas		
Rendimiento	Meses funcionando	Producción (kWh/año)
Rendimiento Pleno de las turbinas (3 turbinas)	5	270.000
Rendimiento Medio de las turbinas (2 turbinas)	2	72.000
Rendimiento Bajo de las turbinas (1 turbinas)	5	93.000
		Total: 435.000

INSTALACIÓN DE TURBINAS

Estudio de viabilidad (10 años)

INSTALACIÓN DE TURBINAS	
Ahorro Energético (kWh/año)	435.000
Ahorro Económico (€/año)	98.310,00
Inversión (€)	260.370,00
Período de Retorno (años)	2,65
VAN (€)	498.753,76
TIR (%)	36,02%
Reducción CO_2 (kg CO_2/año)	143.985,00
Evaluación de la Propuesta	RENTABLE
	-277,58%

- 50 % de lo generado para la comunidad y 50 % para el ayuntamiento con precios de 30 céntimos el kWh y 0,15 céntimos el kWh respectivamente
- Inversión
  - IVA
  - Coste de instalación
  - Material de instalación
- VAN
  - Tasa de descuento del 5% anual

REMPLAZO DE LOS MOTORES

- Estudio de cada una de las estaciones
  - Diferencia de altura entre las estaciones y sus puntos de vertido
  - Diámetros de las tuberías
  - Características y estado de los motores actuales
- Motores de alta eficiencia
  - IE3 40CV --> 2000 euros
  - Ahorro 870 euros al año
  - En 2 años están amortizados
  - Incluso menos ya que tendrían un menor coste de mantenimiento

CREACIÓN DE LA COMUNIDAD ENERGÉTICA

- ¿Qué es una comunidad energética?
- La comunidad energética se crearía entre la comunidad de regantes y el ayuntamiento. Adicionalmente se puede ampliar dicha comunidad.
- La comunidad energética aportaría los siguientes beneficios:
  - Beneficios ambientales
  - Ahorros energéticos
  - Ahorros económicos que afecta directamente a todos los ciudadanos

SUVENCIONES

Programa de incentivos para la eficiencia energética en explotaciones agropecuarias en Andalucía:

- La principal actuación que se necesita para solicitar el programa consiste en la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de regadío.
- Requisitios
  - Reducir las emisiones de CO2
  - Justificar una reducción de energía final en un 10%
- Fecha límite el 31 de Diciembre de 2023

Fondos FEDER

- Son fondos que se destinan a muchos tipos de proyectos, entre ellos los de innovación.
- Su principal objetivo es fortalecer la competitividad y sostenibilidad de las regiones.

ANEXO II ACTAS

Acta día 25 de Mayo de 2023

Acta de reunión para el servicio de asistencia técnica a prácticas extracurriculares puentes en el diseño de un proyecto de promoción del autoconsumo e impulso de las comunidades energéticas locales-ribera baja.

Emplazamiento: AYUNTAMIENTO DE HUÉTOR-TÁJAR

Asuntos tratados

Según indicaciones de los Servicios Técnicos Municipales, se pueden iniciar los trabajos dirigidos a un estudio de generación de energía en el canal hidráulico de la comunidad de regantes de Huétor Tajar mediante la implantación de turbinas en paralelo. Actualmente la comunidad de regantes pose una canal para riego que discurre en paralelo al río y que suele usarse entre los meses de mayo a septiembre, los 7 meses restante tenemos un caudal máximo que puede ser aprovechado para la generación de energía.

Se barajan los siguientes datos, aún por confirmar:

- 70 m de desnivel
- 6 km de extensión del canal
- Posibilidad de necesitar sistema de filtrado del agua procedente del río

Se baraja la posibilidad de estudiar el diseño de una planta de generación de hidrógeno, en el caso de poseer un sobrante de energía una vez calculados los consumos y la generación.

Al ser una actuación enmarcada en un cauce, será necesario realizar una consulta la Confederación Hidrográfica, así como comprobar la afección a espacios naturales protegidos y Red Natura.

Se planifica una reunión en el mes de junio junto para visitar la zona de actuación y tomar cuantos datos sean necesarios (caudal, salto de agua, accesos, etc).

Los Servicios Técnicos Municipales ofrecen la ayuda de un topógrafo para obtener cotas y el perfil del canal.

Por último se tratan las subvenciones y ayudas de IDAE que pueden ser fundamentales en el proyecto.

Acta día 7 de Julio de 2023

Acta de reunión agenda urbana mancomunidad Ribera Baja del Genil.

Emplazamiento: AYUNTAMIENTO DE SALAR

Se realizó una pequeña presentación como seguimiento del proyecto:

Líneas de actuación

- Turbina en el canal de riego (12km – 4,75 m)
  - No tenemos presión hidráulica por falta de cota del canal
  - Se necesita 20 metros de presión (empresa EMSC) y caudal mínimo de 100 l/s
  - Derivación del canal desde los puntos más altos del canal hacia el río
  - Buscar turbinas que trabajen con menos presión→ menos generación de energía

Líneas de actuación

- Reemplazo de las bombas en las estaciones de bombeo
  - 7 estaciones de bombeo
  - Ahorro energético considerable con el cambio de las bombas
- Instalación de placas solares en las estaciones de bombeo

Acta día 29 de Agosto de 2023

Acta de reunión agenda urbana mancomunidad Ribera Baja del Genil.

Emplazamiento: AYUNTAMIENTO DE HUÉTOR-TÁJAR

Asuntos tratados:

1. Seguimiento proyectos puente 2023 formados por:
   - Un primer proyecto que consiste en el diseño de un plan comarcal para el empoderamiento de la mujer.
   - Un segundo proyecto que consiste en el Diseño de un programa de promoción del autoconsumo e impulso a la figura de las comunidades energéticas locales.
2. Compromisos para la aprobación en septiembre por Mancomundad del proyecto empoderamiento mujer; centro comarcal igualdad conforme a los datos analizados en la sesión anterior.
3. Encuesta de inversiones para solicitud posibles fondos “feder” de la Unión Europea.
4. Nueva propuesta de prácticas puentes para 2024.
5. Información para la puesta en funcionamiento del proyecto medida tractora planta de compostaje.
6. Propuesta de:
   a) Presentación proyectos puente 2023 y última sesión con estos proyectos.
   b) Propuesta de las primeras jornadas de desarrollo sostenible en Ribera Baja del Genil.