

DEMONSTRATIVE PROJECT FOR THE USE OF LOCAL RENEWABLE RESOURCES IN INDUSTRIAL PROCESSES: ENERING LIFE+

García-Cascales, M. Socorro¹; Molina-García, Angel¹; Ortuño, Andrés²;
Martínez Sánchez, Rafael²

¹ Universidad Politécnica de Cartagena, ² Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la
Región de Murcia

The ENERING LIFE + project (reference LIFE-ENV-11-ES-542) seeks to demonstrate, in a real industrial environment, the possibilities of integration of local renewable resources in industrial processes, in order to reduce both energy consumption and CO₂ emissions as well as to mitigate the needs of electricity demand in the industrial sector.

The industrial process object of the project is a plant dedicated to the manufacture of spirits, where the maceration stage requires a considerably bounded ambient temperature range. Thus, the process has a great need for refrigeration, to be obtained, for the most part, from an absorption machine, which should be fuelled by autochthonous biomass from the area. The remaining electricity demand not related to refrigerating treatments, and in the months of lower supply of biomass, will be covered in the daytime with a 100kW photovoltaic plant. This would mean that the energy demand would be reduced in 80% of the global industrial process. As a complementary objective, if there are energy surpluses at the plant they can be transferred to other nearby industrial processes in the industrial area in which similar energy needs are identified.

Keywords: Renewable Energy; Biomass; Solar photovoltaic; Industrial Processes

PROYECTO DEMOSTRATIVO DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS RENOVABLES LOCALES EN PROCESOS INDUSTRIALES: ENERING LIFE+

El proyecto ENERING LIFE + tiene como objetivo la demostración en un entorno industrial real de las posibilidades de integración de recursos renovables locales en procesos industriales con el fin de reducir tanto el consumo energético como las emisiones de CO₂ y atenuar las necesidades de demanda eléctrica en el sector industrial.

El proceso industrial objeto del proyecto es una planta dedicada a la fabricación de licores, donde la etapa de maceración requiere de unos rangos de temperatura ambiente bastante acotados. De este modo, el proceso tiene una alta necesidad de refrigeración la cual se quiere obtener, en su mayor parte, a partir de una máquina de absorción que estará alimentada por biomasa autóctona de la zona. El resto de demanda eléctrica no vinculada a los tratamientos de refrigeración, así como en los meses de menor oferta de biomasa, se cubrirá en las horas diurnas con una planta fotovoltaica de 100kW. Con ello se reduciría la demanda energética de hasta un 80% del global del proceso industrial. Como objetivo complementario, si existen excedentes energéticos en la planta estos puedan ser trasvasados a otros procesos industriales cercanos en el área industrial en los que se detecten necesidades energéticas similares.

Palabras clave: Energías Renovables; Biomasa; Solar Fotovoltaica; Procesos Industriales

Correspondencia: M^a del Socorro García-Cascales. Dpto Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos, Universidad Politécnica de Cartagena. C/Dr Fleming s/n 30201 Cartagena (Murcia).
Teléfono +34 968 326574, FAX +34 924 32 65 00, E-mail: socorro.García@upct.es

1. Introducción

El proyecto Enering es un proyecto demostrativo financiado bajo el programa europeo Life+ (<http://www.eneringlife.eu>) en el que se ofrece un ejemplo práctico de la viabilidad de funcionamiento y gestión de naves industriales de cero emisiones o emisiones casi nulas. En este caso se ha optado por centrar la actuación sobre una nave industrial que alberga un proceso de producción y maceración de licores con gran consumo energético y unos requerimientos muy precisos de temperaturas de maceración del producto. En lo que respecta a la demanda energética, ésta se puede dividir en demanda eléctrica (iluminación, potencia, climatización y acondicionamiento de espacios), necesidades de agua fría y de agua caliente.

Para intentar conseguir que esta instalación se acerque al modelo de cero emisiones se ha actuado en todos los consumos energéticos, diseñando una solución que proporcione parte de las necesidades de energía eléctrica, agua fría y caliente a partir de fuentes de energía renovables presentes en la zona de la comarca de Cartagena (Murcia) como son la alta radiación solar y la presencia de biomasa autóctona (FEMP, 2012). Con estos aportes renovables se ha optado por la inclusión de instalación solar fotovoltaica (100 kWp), una caldera de biomasa y una máquina de absorción con los que mitigar las demandas energéticas en su conjunto y eléctricas del proceso productivo. El aprovechamiento de los recursos naturales existentes en la zona supone una de las vías más atractivas actualmente para disminuir las necesidades energéticas y atenuar al mismo tiempo las emisiones de gases de efecto invernadero. (Kueck et. al, 2001)

En relación a las tareas y acciones propias del proyecto, indicar que éste engloba la construcción de una nave auxiliar en la que albergar la maquinaria relativa al proceso de absorción así como un silo en el que alojar la biomasa que servirá como fuente renovable. Así, y antes de iniciar la construcción de este edificio, es necesario llevar a cabo algunos estudios y cálculos preliminares. Esta supone la primera actividad técnica y necesita de una gran cantidad de intercambio de información entre los socios así como entrevistas con los fabricantes de la industria y los técnicos municipales y regionales y de los responsables políticos. Esta acción ha tenido una duración de los primeros seis meses de vida del proyecto y ha incluido como tareas específicas la elaboración de estudios técnicos sobre la planta. Los estudios ya desarrollados se han concluido con un diseño final sobre el edificio y la planta, realizando una elección entre las distintas opciones estudiadas. Igualmente, ha sido necesario desarrollar cálculos en cuestiones logísticas relacionadas con la biomasa. Dado que la planta incluye una instalación fotovoltaica y una planta de biomasa, ha sido también necesario el desarrollo de algunas cuestiones logísticas, como la elaboración de un plan de suministro de biomasa y el desarrollo de plan de acometida para el suministro de electricidad y calor a partir de la instalación a otros edificios industriales.

En lo que se refiere a la construcción y montaje de la nave e instalaciones propias del proyecto, indicar que ésta se ha llevado a cabo en el Polígono Los Camachos, ubicado en el término municipal de Cartagena (Murcia), con zona climática (Ref. Código Técnico de Edificación) B3, en las nuevas instalaciones de la empresa Diego Zamora S.A. (<http://www.diegozamora.es>). Este polígono se encuentra cerca del Valle de Escombreras, el centro químico industrial más importante de la Región de Murcia y uno de los más importantes de España. Por lo que tiene todas las infraestructuras necesarias y las redes de comunicación para la instalación de cualquier industria. A modo de resumen en cuanto a las indicaciones generales de los recursos energéticos disponibles, indicar que respecto a la radiación solar, ésta presenta altos niveles de irradiación horizontal, con un promedio anual en torno a 4685 Wh/m²·día, siendo Junio (7058) y Enero (2707) los que plantean los valores extremos (Gómez-López et al, 2010). En lo que respecta a la biomasa, y atendiendo exclusivamente a biomasa seca, debido a su facilidad de uso. El importe máximo anual (estimado) de este recurso en un radio de influencia de 10 km, gracias a la aplicación SIG

para la evaluación de recursos de biomasa agrícola y forestal (BIORAISE), desarrollada por el CIEMAT se ha evaluado en 3520 Ton/año (según recursos medios disponibles), lo que equivale a 40229 kWh/día (Brocal et. al, 2001). La solución tecnológica propuesta se basa por tanto en los datos anteriores acerca de los recursos disponibles y la demanda de energía media calculada, en combinación con una instalación solar fotovoltaica y de recuperación de calor de condensación para la distribución futura del calor residual en la red interna del polígono en base a los requerimientos del resto de procesos industriales. (IEA, 2012)

Los indicadores que se han seleccionado a la hora de evaluar los impactos positivos ambientales del proyecto se resumen a continuación. Dado que este proyecto se centra en la reducción de CO₂ y el empleo de recursos naturales de la zona, es necesario definir los indicadores que se utilizarán para evaluar el desempeño ambiental de proyectos sobre este tema y los valores iniciales de estos indicadores. El alcance de esta acción de vigilancia será el proceso industrial en su conjunto, donde las emisiones de CO₂ de todas las etapas han de considerarse. Así, el conjunto preliminar de indicadores seleccionado ha sido el siguiente: (i) emisiones de CO₂ en edificios individuales, y (ii) emisiones de CO₂ debidas a las instalaciones y servicios comunes del parque industrial. La metodología utilizada para la evaluación de los indicadores será un estándar con el fin de poder compararlo con otras experiencias y áreas de Europa. Es necesario también para desarrollar un programa de monitorización de establecer el calendario para la medición de los indicadores. Esta acción se desarrollará de dos fases, una fase inicial ya finalizada englobando de Enero a Marzo de 2013 donde se han realizado medidas preliminares de emisiones previas a la implementación de la solución energética propuesta; y una segunda fase que se encuentra en vías de inicialización donde se realizará una batería de medidas para comprobar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

El objetivo de las actividades de difusión, creación de redes y la transferencia engloban el desarrollo de materiales de difusión, herramientas y actividades para llegar a los grupos de interés clave identificados en este proyecto, así como al público en general con la finalidad de lograr una amplia transferencia de tecnología a otras áreas y actividades económicas. Las actividades de difusión están basadas en las propias tareas del proyecto y los resultados de todo el proyecto demostrativo. Por otro lado, se realizarán actividades específicas centradas en otros proyectos Life+ que pueden compartir objetivos, metodologías o problemas con el fin de generar sinergias, el intercambio de información y explorar las posibilidades de nuevos desarrollos conjuntos. Además de estas herramientas principales, el proyecto también está desarrollando: un plan de comunicación de objetivos básicos, herramientas, calendario y grupos destinatarios de las actividades de difusión; folleto divulgativos del proyecto con información descriptiva de los objetivos del proyecto; lista de e-mailing; boletín trimestral para informar sobre las actividades del proyecto y el progreso que se vaya produciendo; una guía técnica sobre la implementación de las soluciones propuestas y la forma de transferir a otros edificios y polígonos. Este esfuerzo de difusión tiene como objetivo hacer posible la transferencia tecnológica del proceso innovador en un corto plazo y lograr un alto "índice de adopción" entre las partes interesadas y los grupos destinatarios. Los diversos grupos de interés se orientarán de manera diferente. Así, los aspectos científicos del proyecto se difundirán entre los investigadores y técnicos, tanto en el sector público y privado; los aspectos técnicos, económicos y de gestión se difundirán entre la industria, las administraciones locales, regionales y nacionales; los beneficios ambientales y económicos del proyecto y su valor añadido europeo se difundirán ampliamente. Los materiales de difusión serán también diferentes, y adaptados a los intereses de cada sector, adecuando también los medios utilizados y el evento en el que se enmarque su difusión.

2. Estado del arte y aspectos innovadores del proyecto

A pesar de que los polígonos industriales representan una gran parte de las emisiones de CO₂ en Europa (alrededor del 30 %), pocas iniciativas para reducir este tipo de emisiones se han desarrollado en este sector, y menos aún se han centrado en el diseño (o conversión) de los polígonos y la adaptación de los propios edificios industriales. Actualmente hay sólo 75 polígonos denominados "eco-parques" en todo el mundo, lo que es prácticamente despreciable teniendo en cuenta que sólo en España hay cerca de 4.850 polígonos industriales. (Fernández et al 2005). Los eco-parques o polígonos industriales sostenibles son aquellos áreas industriales se rigen por los principios de ecología industrial para minimizar el consumo de recursos y la generación de residuos a través de la creación de redes de intercambios de materiales y energía entre las industrias y que ofertan servicios emergentes de "cuarto nivel" como pueden ser: Sistemas de Información ambiental, infraestructuras de intercambio de materia y energía, gestión sostenible, etc. (Ruiz M. C et al, 2009)

Hoy en día, existen diferentes herramientas para hacer frente a los impactos energéticos y ambientales negativos producidos por cada tipo de actividad en los polígonos industriales, pero son sobre todo actividades o iniciativas individuales o actuaciones muy sesgadas. Los gestores de polígonos industriales deben actuar sobre todo el sistema, la adopción de un enfoque lo más amplio posible, potenciando la creación de sinergias entre las diferentes actividades y procesos industriales. Los planificadores y diseñadores necesitan apoyo para incluir soluciones sostenibles en el diseño de nuevos polígonos así como la adaptación de los polígonos industriales ya existentes. Para cada actividad, y luego en su conjunto, las necesidades energéticas reales que pueden evolucionar con el tiempo, deben ser evaluadas y adaptarse a los posibles cambios a lo largo del tiempo tanto en el corto plazo (diario) como en el largo plazo como consecuencia de modificaciones en los propios procesos involucrados. Este enfoque (tanto en el diseño como en la propia gestión) podría superar las barreras que impiden que el diseño de polígonos más eficientes en energía y podría conducir a un ahorro de energía y reducción de emisiones de CO₂ a través de las sinergias entre las industrias establecidas en estos polígonos. Por otra parte, los ya existentes podrían mejorar su eficiencia energética mediante la adopción de algunas de las soluciones aportadas en este proyecto. Para los polígonos existentes no hay otra opción que la mejora de las instalaciones existentes y la restauración de los espacios comunes más pequeños con el fin de incluirlas en el plan general de la eficiencia energética. (Figura 1)

Los aspectos innovadores del proyecto están relacionados con la innovación en los procesos y la innovación económica y empresarial. Las tecnologías que se han programado para producir energías renovables (fotovoltaica y biomasa) no son innovadoras por sí solas, ya que deben considerarse soluciones comunes y factibles), pero el proyecto se centra en la forma de aplicar las tecnologías atendiendo a los recursos propios de la zona y cómo mejorar la gestión del polígono mediante la incorporación de nuevas herramientas y opciones para la gestión diaria de la zona industrial. El enfoque para establecer sinergias entre las diferentes industrias presentes y con el propio polígono es también un aspecto innovador del proyecto. Además, la mayoría de las tecnologías no se centran en la adaptación de los edificios ya existentes, sino en el diseño de los nuevos. Enering trata de desarrollar este enfoque en las actividades del proyecto y demostrar que es posible un mejor aprovechamiento de recursos propios y una disminución ostensible de la dependencia energética exterior.

Figura 1. Cartel informativo proyecto enering life +



3. Presentación de Socios y Cronograma del Proyecto

El proyecto está formado por un consorcio de organismos de la Región de Murcia que lo componen, el INFO como líder y socio principal del proyecto, junto con CETENMA, CTCON, UPCT, COIIRM que tienen distintos roles a lo largo del proyecto

- **Instituto de Fomento de la Región de Murcia (INFO).** El Instituto de Fomento es la agencia de desarrollo de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia que tiene encomendadas la promoción y el impulso para el crecimiento económico, así como el estímulo de la competitividad, la innovación y la productividad de su tejido empresarial. Entre ellas el desarrollo tecnológico, favorecer la expansión internacional de las empresas, prestar servicios de consultoría y asesoramiento a las empresas en proyectos de inversión, facilitar el acceso a la financiación para proyectos empresariales, participar en instrumentos innovadores de financiación en apoyo de las pymes y de los emprendedores.
- **CETENMA.** Asociación Empresarial privada sin ánimo de lucro, creada con la finalidad de servir de apoyo a la investigación, desarrollo e innovación tecnológica para las empresas, en todo lo relacionado con Energía y Medio Ambiente y contribuir con ello a mejorar su competitividad. Con el proyecto Enering CETENMA pretende aumentar sus conocimientos sobre el uso de la biomasa como combustible en la industria y sobre sistemas de producción de frío mediante tecnologías de absorción, para poder posteriormente poner aplicar estos conocimientos y resultados del proyecto en otros sectores de la industria.
- **La Asociación empresarial Centro Tecnológico de la Construcción Región de Murcia,** es una entidad sin ánimo de lucro que tiene como objetivo principal la realización y el fomento de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación en el sector de la Construcción. CTCON trabaja en la obtención de nuevos materiales y productos tecnológicamente avanzados con mejores propiedades y nuevas prestaciones.

- **Universidad Politécnica de Cartagena**, con un total de 7000 estudiantes, supone una de las universidades públicas de la Región de Murcia. El profesorado es en torno a 550 y el PAS de 300. Incluye 8 Escuelas o facultades y un total de 24 departamentos.
- **Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia, (COIIRM)** es una Corporación Profesional que, entre sus fines, tiene el de promover iniciativas que fomenten, la toma de conciencia de los problemas actuales que afecten a la sociedad por el uso de la tecnología y el desarrollo industrial, impulsando soluciones tecnológicas universalizables, que sean técnica, medioambiental y socialmente sostenibles. Entre sus misiones se encuentra la dar prioridad a su contribución ante uno de los principales retos de esta sociedad, el del desarrollo sostenible. Dentro de las misiones del COIIRM se encuentra: Contribuir al progreso de la sociedad murciana. Desarrollo del tejido empresarial, situando al colectivo de los ingenieros industriales como referente de la innovación, de la tecnología, de la sostenibilidad y de la sociedad del conocimiento.

El proyecto Enering abarca un amplio campo de actuaciones, desde la planificación del proceso, construcción y explotación de las instalaciones, toma de datos y monitorización de estas, hasta la obtención de conclusiones, la difusión de los resultados y las actividades de formación y sensibilización, siendo el cronograma del proyecto con las distintas acciones a desarrollar en el proyecto como se puede ver en la Figura 2 donde la duración total del proyecto es de 30 meses.

Figura 2. Cronograma del proyecto

Acción		2012			2013			2014				
Número acción	Nombre acción	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
A. Acciones de preparación elaboración de planes de acción y gestión												
A1	Planificación técnica y procesos administrativos											
B. Suelo y licencias												
B1	Construcción de la nave industrial											
B2	Mejora de la eficiencia del edificio mediante ajustes y simulaciones											
B3	Capitalización											
C. Acciones concretas de conservación												
C1	Establecimiento de la siutación inicial e indicadores											
C2	Valoración del progreso de los indicadores											
C3	Valoración del impacto medioambiental y socio económico											
D monitorización del impacto de las acciones de proyecto												
D1	Página Web											
D2	Paneles informativos Life+											
D3	Informe Layman											
D4	Desarrollo de herramientas y materiales											
D5	Actividades de información y sensibilización											
D6	Actividades de formación											
E Sensibilización pública y diseminación de resultados												
E1	Gestión del proyecto y reuniones											
E2	Monitorización del desarrollo del proyecto											
E3	Networking											
E4	Plan de comunicación After-Life+											

- **A1: Acción Preparatoria:** Socio responsable INFO junto con COIIRM, CETENMA, CTCON, UPCT: Pasos previos a la construcción. Definición precisa del proyecto técnico (coordinado por UPCT) y cumplimiento de todos los trámites administrativos. Incluye aspectos logísticos, como el suministro de biomasa

- *B1: Construcción:* Socio responsable COIIRM. Construcción de las instalaciones
- *B2: Ajustes técnicos y simulaciones:* Responsable CTCON, junto con CETENMA y UPCT. Ajustes técnico y simulaciones para mejorar el rendimiento energético. Conexión y registro de consumos energéticos en planta con equipo portátil. Definición de puntos de medida para la instalación de monitorización definitiva
- *B3: Capitalización:* Socio responsable CETENMA. Recopilación de información de otras experiencias y proyectos desarrollados a nivel europeo, en materia de biomasa, eficiencia energética, construcción sostenible. Aproximadamente 40 proyectos identificados, en proceso de análisis. Preparación del modelo de encuesta para solicitud de información a través de entidades de conservación y gestores de polígonos
- *C1: Desarrollo de indicadores:* Socio responsable CTCON junto a CETENMA. Monitorización, registro de consumos energéticos de la industria (global, línea de frío y oficinas) para establecer la línea base de la industria.
- *C2: Evaluación de indicadores:* Socio responsable CETENMA. Evaluación del progreso de los indicadores. Mediciones periódicas, al menos 3 con una duración de 2 meses. Resultados a incluir en informe socioeconómico.
- *C3: Impactos:* Socio Responsable UPCT. Evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos. Incluirá los impactos medibles durante el proyecto y esperados a medio plazo. Los impactos socioeconómicos se expresarán como una proyección de la transferencia al resto de polígonos industriales de la Región
- *D1: Project web-site:* Socio responsable UPCT. www.eneringlife.eu Disponible en inglés y español. Actualizada con las novedades del proyecto y de los socios. Se va a mantener durante 5 años tras la finalización del proyecto, de acuerdo a lo estipulado por la normativa propia de la Unión Europea en este tipo de convocatorias.
- *D2: Cartel informativo del proyecto.* Socio responsable UPCT (Figura 1)
- *D4: Materiales de comunicación.* Socio Responsable UPCT. Plan de comunicación. Folleto del proyecto. Listas de distribución. Boletín trimestral. Videos Enering. Redes Sociales
- *D5: Plan de comunicación:* Socio responsable COIIRM. Actividades de información y sensibilización. Organización de visitas a la planta, para diferentes públicos. Organización de seminarios técnicos. Visitas técnicas a otros parques industriales en Murcia (8), España (5) y Europa (5). Publicaciones técnicas y para el público en general. Otras actividades y otros formatos (radio, infografía...). Actividades con un perfil más técnico (gestores de polígonos industriales e industrias en general, administración pública relacionada, arquitectos, ingenieros, PYMEs...) y orientadas a facilitar la transferencia de los resultados. Incluirán visitas a la planta
- *E1: Gestión.* Responsable INFO. Gestión del proyecto. Representación del proyecto. Desarrollo de informes técnicos y financieros. Relación con oficina LIFE e IDOM. Coordinación de las actividades de auditoría. Reuniones mensuales de coordinación. Entrega de la información técnica y financiera cada tres meses.
- *E2: Monitoring.* Socio responsable INFO Seguimiento del desarrollo del proyecto frente a lo planeado. Apoyo en la administración y comunicación del proyecto conforme a la normativa del programa (formación). Herramientas de monitorización

- *E3: Networking.* Socio responsable INFO. Eventos Life + con distintos proyectos, asistencia congresos, jornadas y ferias
- *E4: Afterlife.* Socio responsable INFO. After-LIFE Communication plan. Plan para asegurar la difusión de los logros del proyecto una vez que este acaba. Incluye descripción de actividades, calendario, presupuesto y resultados esperados.

El presupuesto total del proyecto asciende a más de 2 millones de Euros cuyo desglose por acciones es el que se puede contemplar en la Tabla 1, así mismo la situación actual del proyecto en función del desarrollo de las acciones es el que se puede ver también en la misma Tabla 1.

Tabla 1. Desglose del presupuesto por acciones y situación actual del proyecto

Acciones	Totales proyecto	Estado
A.1	73.906,00 €	Finalizada
B.1	214.747,00 €	Finalizada
B.2	859.133,00 €	Hasta fin proyecto
B.3	171.912,00 €	Hasta fin proyecto
C.1	22.554,00 €	Finalizada
C.2	73.214,00 €	Hasta fin proyecto
C.3	47.329,00 €	Abril 2014 a fin proyecto
D.1	17.472,00 €	Finalizada
D.2	500,00 €	Finalizada
D.3	8.086,00 €	Fin proyecto
D.4	51.717,00 €	Finalizada
D.5	37.787,00 €	Hasta fin proyecto
D.6	68.924,00 €	Hasta fin proyecto
E.1	188.433,90 €	Hasta fin proyecto
E.2	120.981,00 €	Hasta fin proyecto
E.3	87.644,00 €	Hasta fin proyecto
E.4	0,00 €	Fin proyecto
TOTAL	2.044.339,90 €	

4. Instalaciones que incluye el proyecto

La nave que contendrá las instalaciones del proyecto enering tiene una superficie de 124m² distribuidos en dos plantas, donde están ubicados los siguientes sistemas: (Tabla 2)

Tabla 2. Planta y superficies de las instalaciones

Superficies	m²
Superficies Construida Planta Baja	62
Superficies Construida Planta Alta	62
TOTAL	124
Zonas	
Planta Baja	
Sala Caldera	35,6
Silo	21,2

Planta Alta	
Sala Maq, Absorción	29,9
Terraza Torre Refrigeración	27,21
Total Superficie Util	113,91

- Caldera de biomasa
- Equipo de absorción
- Torre de refrigeración
- Dos depósitos de inercia
- Silo para almacenaje de Biomasa
- Sistemas auxiliares: sistema de bombeo, tuberías calorifugadas, valvulería

4.1. Instalación de biomasa: análisis de fuentes propias de la comarca

La biomasa es el conjunto de materia orgánica generada en la fotosíntesis y su evolución en la cadena biológica. Suelen distinguirse tres categorías correspondientes a los tres estados en los que se puede valorizar: biomasa (sólida), biocarburantes y biogás. Los combustibles normalmente utilizados en calderas de biomasa para la producción de energía térmica son varios: (i) residuos agrícolas leñosos procedentes de podas de olivos, viñedos frutales y cambio varietal con un calibre inferior a 5 cm de diámetro y PCI = 3500 kcal/kg cuyo sistema de recogida está aún en desarrollo; (ii) residuos agrícolas herbáceos procedentes del cultivo de cereales y rastrojos, en este caso su valorización energética solo se realiza si no usan como alimento al ganado o la preparación de camas, su sistema de recogida está muy avanzado, poseen un carácter estacional y un PCI= 3600- 400 kcal/kg; (iii) residuos forestales como ramas, virutas, serrín, tocones, raíces etc que se originan en la limpieza de los montes procedente de clareos, desbroces, podas, aperturas de caminos, tendido eléctrico...; (iv) residuos industriales procedentes de la primera y la segunda transformación de la madera como astillas, cortezas, serrín y residuos de la industria agroalimentaria. (Alcaraz A. et al., 2000)

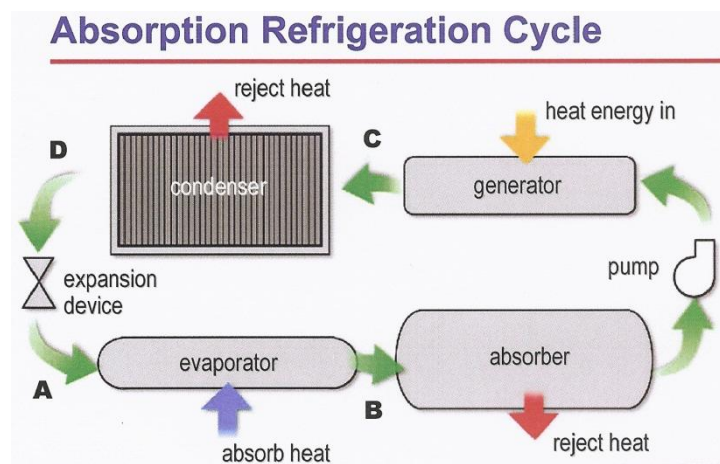
Todos estos combustibles requieren una transformación para poder ser utilizados en las calderas de biomasa. Atendiendo a los estudios realizados en materia de los residuos comarcales o locales de los que se dispone, en el proyecto Enering se han previsto el uso de los siguientes combustibles: (i) hueso de aceituna seco procedente de la elaboración de aceite de oliva el cual procede del proceso de molienda de olivas en las almazaras, posee un PCI = 4700 kcal/kg y las cenizas obtenidas son buenas para la fertilización de suelos; (ii) cáscara de almendra el cual es un subproducto del descascarado de almendra con un PCI de 3700 kcal/kg; (iii) pellets consistente en pequeños cilindros de biomasa compactada entre 5 y 6 cm de diámetro y 2-3 cm de longitud, presentando una buena combustión debido a su alta densidad y con facilidades de transporte y de carga a silo; (iv) astillas procedentes del tratamiento de los bosques forestales o de las podas de frutales del campo de Cartagena. (IMIDA 2001)

En el proyecto Enering se ha dispuesto una caldera policombustible capaz de quemar cualquier tipo de biomasa de las descritas anteriormente. El residuo de la combustión de la biomasa es el humo generado en la combustión, el cual es evacuado al exterior a través de una chimenea. Las cenizas quedan posteriormente almacenadas en ceniceros para su retirada. Estas cenizas son valorizables, ya que tienen buenas propiedades para el enriquecimiento de suelos y abono.

4.2. Instalación de absorción

Un ciclo de absorción es un ciclo termodinámico en el que se intercambia calor entre diferentes focos produciendo el efecto frigorífico en uno de ellos. Presenta un esquema similar al de un ciclo convencional de compresión de vapor, pero con dos diferencias fundamentales (Figura 3): (i) el compresor es reemplazado por un absorbedor, una bomba y un generador; (ii) además del refrigerante, el ciclo de absorción usa otro fluido llamado absorbente. El condensador, el dispositivo de expansión y el evaporador tienen el mismo funcionamiento en ambos ciclos. En la figura se observa un esquema del ciclo de absorción, en este, el refrigerante entra el evaporador en la forma de una mezcla de líquido y vapor a baja presión y temperatura (A). El calor es transferido desde agua relativamente caliente al refrigerante, causando la evaporación del líquido refrigerante. Usando una analogía con el ciclo de compresión de vapor, el absorbedor actúa como la parte del compresor que succiona el refrigerante, actúa sobre el vapor del refrigerante para mezclarlo con el absorbente (B). La bomba actúa como en el compresor en el proceso de compresión de vapor, lleva la mezcla de refrigerante y absorbente a la presión de la parte alta del sistema. El generador actúa como la descarga del compresor, entrega el vapor de refrigerante al resto del sistema (C).

Figura 3. Instalación de Absorción

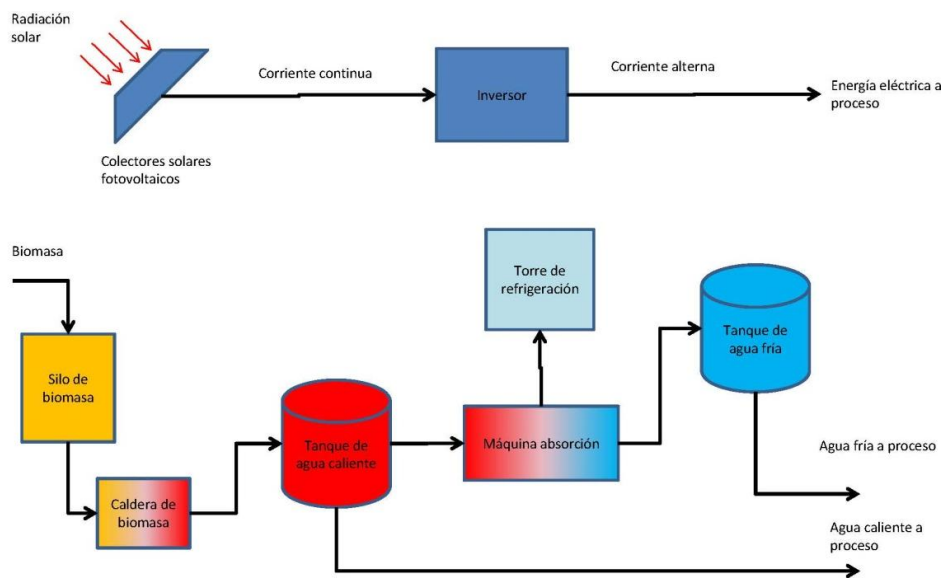


El vapor de refrigerante (C) que deja el generador entra al condensador, donde el calor es transferido al agua a más baja temperatura, causando que el vapor condense en líquido. Este líquido de refrigerante (D) fluye hacia el dispositivo de expansión, que reduce la presión hasta el nivel de presión del evaporador. La mezcla resultante de vapor y refrigerante (A) viaja hacia el evaporador para repetir el ciclo.

La ventaja principal de un ciclo de absorción frente a uno convencional de compresión de vapor es que el elemento consumidor de energía eléctrica en este caso es una bomba con un rendimiento mucho mayor que un compresor debido a que impulsa un líquido y por tanto con un consumo de energía mucho menor, en la mayoría de los casos prácticamente despreciable y la energía principal necesaria para activar el proceso es una fuente de calor que actúa sobre el generador del ciclo, si además esta energía procede de una fuente residual o renovable y barata como es el caso de la biomasa obtenemos una mejora medioambiental y económica.

Otras ventajas es que el refrigerante normalmente es agua y aunque use otras sustancias como el absorbente esta suele ser BrLi la cual es inocua o que no disponga de apenas partes móviles y sea silencioso.

Figura 4. Esquema de principio



En el proceso de generación de energía térmica se comienza con la carga del silo de biomasa procedente de restos de podas de la agricultura del campo de Cartagena, restos de industrias o tratamientos forestales donde esta se acumula a la espera de su posterior utilización, desde aquí se va alimentando la caldera de biomasa de forma automática a través de un tornillo sin fin, que es controlado por la propia caldera en función de sus necesidades de potencia térmica. (Figura 4)

En la caldera se produce la combustión de la biomasa y se genera calor que es transferido al agua, calentando esta y acumulándola en un depósito situado en la planta baja, la temperatura del agua en este depósito puede alcanzar los 90 °C, el agua caliente se usa para enviarla directamente a los procesos que requieran agua caliente y para enviarla a la máquina de absorción.

En la máquina de absorción se recibe el agua caliente y mediante el proceso termodinámico de absorción se genera agua fría entre 7 y 12 °C que es enviada a un tanque de almacenamiento donde se acumula para su posterior utilización, esta agua se usa para los procesos de producción de licores o refrigeración que requieran agua fría.

Además del agua caliente introducida a la máquina de absorción y el agua fría refrigerada, en las máquinas de absorción existe un tercer intercambio de energía que consiste en el agua de condensación, esta agua es enviada a una torre de refrigeración abierta donde se disipa la energía sobrante del ciclo de absorción.

En el proceso paralelo de la instalación solar fotovoltaica se recibe la radiación solar en las placas solares fotovoltaicas y estas transforman la radiación solar en energía eléctrica de tipo continua, la corriente continua pasa a través de un inversor que transforma la corriente continua en corriente alterna y la sincroniza con la de la red eléctrica en términos de tensión y frecuencia, esta energía eléctrica es enviada a la instalación eléctrica de Diego Zamora para sus necesidades.

De forma general las entradas al proceso global son la radiación solar y la biomasa y las salidas son energía eléctrica, agua fría y agua caliente para las necesidades de sus procesos de fabricación de licor.

5. Conclusiones

El proyecto Enering, financiado por la Unión Europea dentro del Programa Life+ con referencia LIFE-11-ENV-ES-542, supone una propuesta demostrativa y real de integración de fuentes renovables en polígonos industriales. Se ha realizado una experiencia piloto aprovechando los recursos solar y de biomasa con el fin de disminuir la demanda eléctrica de las instalaciones del Grupo Diego Zamora ubicadas en Cartagena (Murcia). En concreto, se ha implementado una instalación solar fotovoltaica de 100 kWp y un sistema de refrigeración por absorción con el fin de suministrar las altas necesidades de climatización existentes en la planta donde se fabrican y almacenan licores cuyos requisitos de temperatura son críticos. Así, el sistema de absorción permite cubrir las necesidades de refrigeración de los procesos de fermentación y maceración en frío (por debajo de 0°C), con un total de 352 kW de capacidad de refrigeración y alimentado el sistema a través de la biomasa propia de la zona. En cuanto a las disminuciones de demanda eléctrica, ésta se sitúa en torno al 70%-80%, siendo el resto de demanda la asociada a zona de oficinas. Esta solución energética, podría hacerse extensible a otros sectores económicos e industriales, sobre todo a aquéllos que presenten características similares en cuanto a requerimientos térmicos, incluyendo el acondicionamiento de grandes espacios o edificios y almacenes con altas necesidades de refrigeración/calefacción.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con fondos europeos del programa LIFE + mediante el proyecto (LIFE-11-ENV-ES-542) y agradecer a todos los socios del proyecto INFO, CETENMA, CTCON, COIIRM, UPCT y así como a la empresa DIEGO Zamora S.A.

6. Referencias

- Alcaraz A. et al., (2000) Libro de Pastos del IMIDA, La Cartografía Nacional de Hábitat (Inventario de Habitats de la Directiva 92/43/CEE, elaborada en el año 2001) y el mapa de Cultivos y Aprovechamientos.
- Brocal et. al (2001) IMIDA, Libro de Pastos. Tipificación, Cartografía y Evaluación de los recursos pastables de la Región de Murcia
- Enering Life+ web oficial <http://www.eneringlife.eu>
- Federación Española de Municipios y Provincias. FEMP, (2012), Plan de Acción 2011 – 2020: los municipios, escenarios destacados del ahorro y la eficiencia energética
- Fernández Diego I, Juan Luna, A.; Ruiz Puente, M.C. (2005) Análisis del estado actual de desarrollo de parques industriales sostenibles. IX Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos (Málaga)
- Gómez-López, M.D., García-Cascales, M.S., & Ruiz-Delgado, E. (2010). Situations and problems of renewable energy in the Region of Murcia, Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 1253–1262.
- Grupo Zamora, <http://www.diegozamora.es>
- International Energy Agency, 2012, World Energy Outlook 2012, Renewable Energy Outlook, http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/WEO2012_Renewables.pdf
- International Energy Agency, 2012, World Energy Outlook 2012, Renewable Energy Outlook,
- Kueck et. al, 2001, Load as a Reliability Resource in Restructured Electricity Markets, Technical Report Ref. ORNL/TM2001/97
- Ruiz M.C., Fernández I. (2009) Retos y limitaciones en el desarrollo y gestión de áreas industriales sostenibles. XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos (Badajoz)