



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela técnica superior de ingeniería agronómica y del medio natural.



Estudio de viabilidad de la implantación solar térmica en industrias alimentarias

Pablo Xavier Calderón Luna

Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Curso 2017-2018

Valencia, julio de 2018

Tutora: Dña. GABRIELA CLEMENTE POLO.

Primer tutor externo: FRASQUET HERRAIZ, MIGUEL.

Resumen.

La implementación de tecnología de concentración solar térmica en la industria agroalimentaria viene marcada por la necesidad de disminuir el consumo de combustibles fósiles (gas natural, gasoil, fuel oil, propano y butano), de manera que se satisfagan las necesidades energéticas de las industrias a la vez que se reducen las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Este estudio se centra en conocer la viabilidad de la implantación de energía solar térmica en la industria alimentaria.

Para ello, en primer lugar, se buscaron industrias alimentarias situadas en zonas de elevada radiación solar y con etapas térmicas en sus procesos productivos. Se seleccionaron cuatro empresas, teniendo en cuenta factores como la demanda energética de la empresa, su consumo de gas natural o de otros hidrocarburos y el perfil energético durante el año. Las empresas seleccionadas fueron una de elaboración de cerveza artesanal (tamaño pequeño), una de fabricación de pasta (tamaño mediano), una de conservas y otra de zumos (tamaño grande). El análisis se realizó mediante el estudio energético y financiero de dichas industrias, con el fin de estimar el potencial real de aplicación de energía solar térmica en cada una de ellas. Los resultados mostraron que la implantación de esta tecnología permite disminuir en hasta el 16% el consumo de combustibles fósiles, lo que representa una mejora para las empresas tanto desde el punto de vista económico como medioambiental.

Palabras clave: energía solar térmica, radiación, industria alimentaria, etapa térmica.

Summary.

The implementation of thermal solar concentration technology in the agri-food industry is marked by the need to reduce the consumption of fossil fuels (natural gas, diesel, propane and butane). The energy needs of the industries can be reached at the same time that the emissions of polluting gases are reduced. This study focuses on the feasibility of implementing solar thermal energy in the food industry.

For that purpose, industries located in areas with high solar radiation and with thermal stages in their production processes were searched. Four companies were selected, taking into account factors such as the energy demand of the company, its consumption of natural gas or other hydrocarbons and the energy profile during the year. The selected companies were a small-scale brewing (small size), a pasta manufacturing (medium size), a canning company and a juice company (large size). The analysis was carried out through the energy and financial study of the industries, in order to estimate the real potential of application of solar thermal energy in each of them. The results showed that the implementation of this technology allows the consumption of fossil fuels to be reduced up to 16%, which represents an improvement for the companies, both from an economic and environmental point of view.

Keywords: thermal solar energy, radiation, food industry, thermal stage.



Agradecimientos.

A mi tutora, Gabriela, por su incansable paciencia a la hora de realizar este proyecto, que sin su ayuda no habría salido adelante.

A mi cotutor, Miguel, que me brindó la oportunidad de ingresar en el equipo de SOLATOM y depositar en mí la confianza necesaria para llevar a cabo mis labores dentro del equipo.

Por último, agradecer a mi familia, en especial a mis padres (Miguel Ángel y Nancy), por su paciencia, por el tiempo que no he podido estar con ellos y sobre todo por el cariño que día a día me brindan.

Gracias a todos.

Índice

1.	ANTECEDENTES.....	1
2.	CONSUMO ENERGÉTICO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	2
2.1.	ETAPAS TÉRMICAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	3
2.1.1.	ESCALDADO.....	3
2.1.2.	PASTEURIZACIÓN.....	4
2.1.3.	ESTERILIZACIÓN.....	4
2.1.4.	MACERACIÓN.....	5
2.1.5.	COCCIÓN.....	6
2.1.6.	SECADO.....	6
2.1.7.	EVAPORACIÓN.....	7
2.2.	PRINCIPALES INDUSTRIAS ALIMENTARIAS CONSUMIDORAS DE ENERGIA.....	7
2.2.1.	FABRICACIÓN DE BEBIDAS.....	7
2.2.2.	PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS.....	8
2.2.3.	INDUSTRIAS DE PASTAS ALIMENTICIAS.....	10
3.	TECNOLOGÍA DE CONCENTRACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	11
4.	OBJETIVO.....	13
5.	METODOLOGÍA.....	13
5.1.	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	13
5.1.1.	EVALUCIÓN DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR EN EL TERRITORIO ESPAÑOL.....	13
5.1.2.	BUSQUEDA DE INDUSTRIAS DEL SECTOR ALIMENTARIO.....	14
5.1.3.	RECOGIDA DE DATOS MEDIANTE SOLICITUD DE FORMULARIO PREEVIO.....	15
5.1.3.1.	DATOS DE USUARIO.....	15
5.1.3.2.	DATOS FINANCIEROS.....	16
5.1.3.3.	DATOS DE UBICACIÓN.....	16
5.1.3.4.	DATOS DE PROCESO.....	17
5.1.3.5.	PERFILES ANUALES DE CONSUMO.....	17
5.1.4.	INTRODUCCIÓN DE LOS DATOS RECOPIADOS EN EL PROGRAMA RESSSPI.....	18
6.	RESULTADOS.....	18
6.1.	RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA.....	18
6.2.	RESULTADOS DEL FORMULARIO DE OBTENCIÓN DE DATOS.....	20
6.3.	INFORME RESULTADOS ENERÉTICOS Y FINANCIEROS.....	23
6.3.1.	RESULTADOS ENERGÉTICOS.....	23
6.3.1.1.	NÚMERO DE MÓDULOS.....	23
6.3.1.2.	ESQUEMA DEL TIPO DE CONEXIÓN.....	24
6.3.1.3.	PRODUCCIÓN SOLAR DURANTE UN AÑO.....	25
6.3.2.	RESULTADOS FINANCIEROS.....	28
7.	CONCLUSIÓN.....	30
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	32

Índice de figuras

Figura 1. Encuestas de consumos energéticos actividad extractiva y manufacturera (2009-2015). INE, 2017.....	1
Figura 2. Evolución del consumo energético según tipo de fuente (2009-2015). INE 2017.....	2
Figura 3. Consumo energético según actividad principal 2015. INE 2017.....	3
Figura 4. Intercambiador de placas (a), intercambiador de tubos (b)	4
Figura 5: Sistema UHT (ultra high temperature)	5
Figura 6. Tanques de maceración.	6
Figura 7. Evaporador de simple efecto a vacío.....	7
Figura 8. Módulo de concentración solar (a), mecanismo de calefacción (b)	8
Figura 9. Diagrama calor a tanque de condensados (a), directo a proceso (b), tanque de almacenamiento (c)	9
Figura 10. Niveles de radiación solar (Estudio geolocalizado del potencial de aplicaciones de calor solar de proceso en media temperatura). Solar Concentra, 2017.....	13
Figura 11. Demanda de energía térmica en el sector de alimentación y bebidas (Estudio geolocalizado del potencial de aplicaciones de calor solar de proceso en media temperatura). Solar Concentra, 2017.....	14
Figura 12. Datos del usuario. RESSSPI (red de sistemas solares simulados para procesos industriales)	15
Figura 13. Datos financieros. RESSSPI (red de sistemas solares simulados para procesos industriales)	16
Figura 14. Datos de la ubicación. RESSSPI (red de sistemas solares simulados en procesos industriales)	16
Figura 15. Datos del proceso. RESSSPI (red de sistemas solares simulados en procesos industriales)	17
Figura 16. Datos del perfil de consumo. RESSSPI (red de sistemas solares simulados en procesos industriales)	17
Figura 17. Número de industrias según la actividad comercial.	19
Figura 18. Conexión directa a proceso (a), conexión a depósito (b), conexión a depósito de condensados (c)	24
Figura 19. Producción y demanda energética. Empresa de zumos (a), conservas (b), pastas alimenticias (c) y cerveza (d)	26
Figura 20. Producción solar primera semana de enero y junio sin almacenamiento empresa de conservas (a) y de pastas (b)	27
Figura 21. Producción solar primera semana de enero y junio con almacenamiento empresa de zumos.....	28
Figura 22. Gráfica cash flow empresa conservas (a), pastas alimenticias (b), cerveza (c) y zumo (d)	30



Índice de tablas.

Tabla 1. Sectores industriales de la fabricación de bebidas. INE, 2017.....	8
Tabla 2. Distribución del consumo energético en la fabricación de bebidas. INE, 2017.....	8
Tabla 3. Tabla 3: Consumo energético en la conservación y preparación de frutas y hortalizas. INE, 2017.....	9
Tabla 4. Número de empresas según el tipo de conexión.	19
Tabla 5. Datos de proceso de cada industria.	21
Tabla 6. Resultados energéticos.....	23
Tabla 7. Resultados financieros.	28