



PROYECTO FIN DE CARRERA
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



ESTUDIO ECONÓMICO Y TERMOECONÓMICO DE UNA CENTRAL TERMOSOLAR HÍBRIDA SOLAR-BIOMASA

AUTORA: SUSANA BRICEÑO CANO
TUTOR: CARLOS GÓMEZ CAMACHO
DPTO: INGENIERÍA ENERGÉTICA

Junio 2011

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Energética

Universidad de Sevilla

**ESTUDIO ECONÓMICO Y
TERMOECONÓMICO DE UNA
CENTRAL TERMOSOLAR HÍBRIDA
SOLAR-BIOMASA**

por

Susana Briceño Cano

TUTOR: CARLOS GÓMEZ CAMACHO

Sevilla, a 22 de junio de 2011

Susana Briceño Cano

RESUMEN

El crecimiento de los países desarrollados, cuyo sistema energético se caracteriza por el consumo de combustibles fósiles, está provocando una disminución en dichos recursos a la vez que graves consecuencias para el medio ambiente. Por lo tanto, se requiere la implantación de tecnologías energéticas que utilicen fuentes renovables que desemboquen en un modelo energético sostenible.

A esta inquietud obedece el compromiso suscrito por un gran número de países mediante el llamado protocolo de Kyoto para reducir las emisiones de CO₂. También obedece a este fin el compromiso establecido dentro de la UE para que en 2010 se lograra que al menos el 12% del consumo energético interno fuese de origen renovable.

Adicionalmente a las medidas anteriores, en España se aprobó el Real Decreto 661/2007, en virtud del cual se incentivan las instalaciones de generación de energía eléctrica que emplean fuentes renovables, estableciendo un sistema retributivo muy favorable.

Este proyecto se engloba en la generación de energía eléctrica a partir de la hibridación de dos de las tecnologías renovables con más posibilidades de desarrollo en cuanto a generación eléctrica: Solar Termoelectrica y Biomasa.

Esta combinación se realiza, por las amplias posibilidades que presentan, en cuanto a los objetivos de muchos países de generación de energía eléctrica de manera sostenible y por el carácter innovador que presenta este proyecto en cuanto a la obtención de energía eléctrica íntegramente de origen renovable. De esta manera, los objetivos propuestos por diferentes organismos mundiales, europeos y españoles se encuentran más próximos ya que se contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ y al aumento de utilización de estas tecnologías.

Además, la hibridación es interesante tanto desde el punto de vista técnico como económico. Esta hibridación permite alcanzar rendimientos mayores y optimizar la rentabilidad económica de la central aumentando hasta en un 50% la producción de energía neta. Además, es un hecho, que dentro de las tecnologías termosolares, la tecnología con captadores cilindro parabólicos es la que posee una mayor madurez tecnológica, como muestra la mayor apuesta realizada por las empresas hacia dicha tecnología a la hora de proyectar las centrales. Por ello, es interesante realizar estudios económicos exhaustivos para profundizar en la viabilidad de estas centrales con el apoyo de combustibles fósiles y ver las posibles mejoras que se puedan plantear mediante un estudio termoeconómico detallado.

El alcance de este proyecto consiste en la definición y análisis termodinámico, económico y termoeconómico de una central de generación eléctrica de potencia nominal de 50 MW mediante tecnología solar termoelectrica de captadores cilindro parabólicos, hibridada con biomasa (procedente de cultivos energéticos), con gas natural y con almacenamiento térmico mediante sales fundidas.

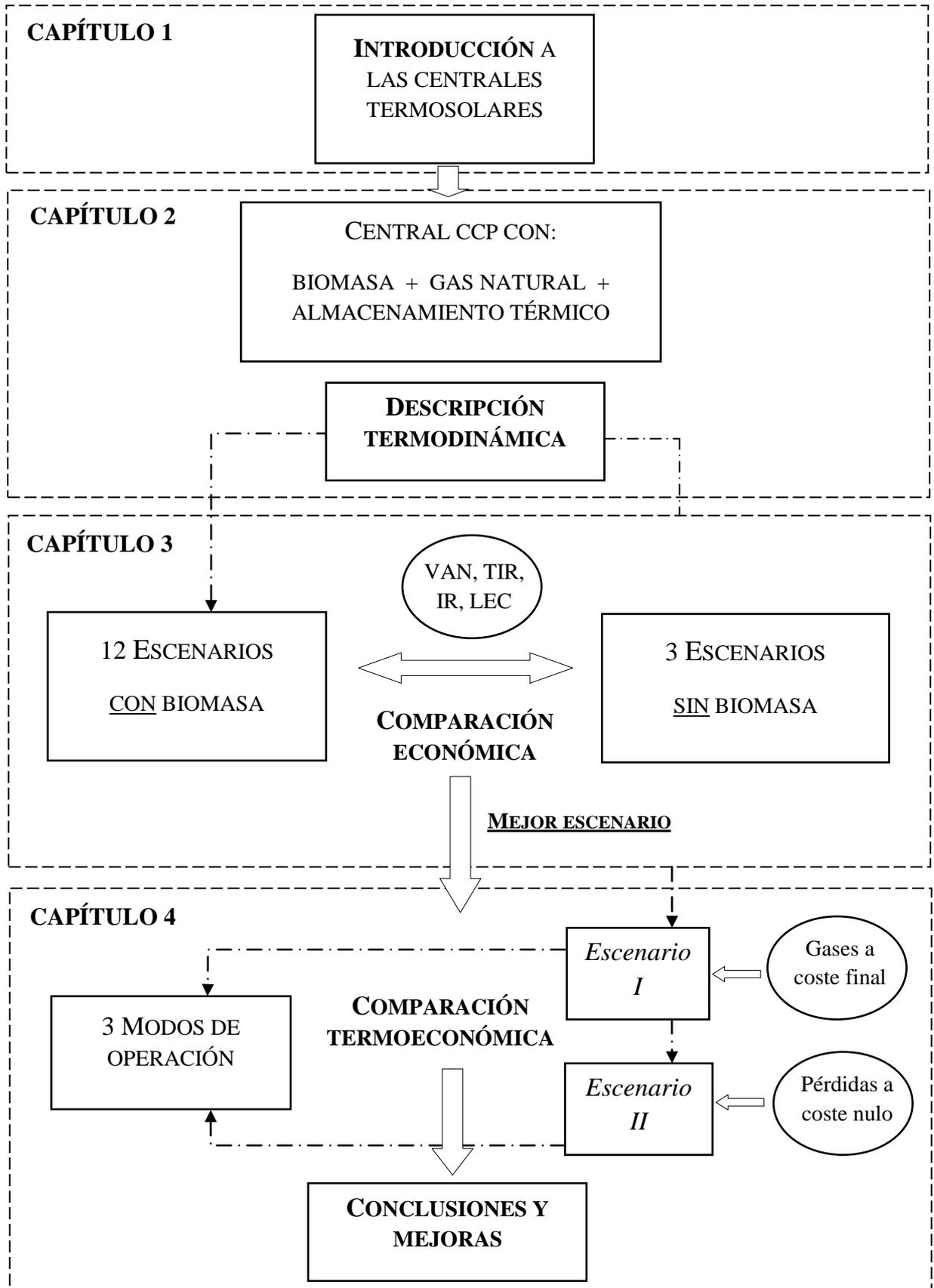
El Capítulo 1, que es meramente informativo, describe el marco energético actual, la evolución que ha sufrido la producción eléctrica a partir de energías renovables en los últimos años, y las previsiones para los años venideros.

En el Capítulo 2, en primer lugar se detallan los objetivos del proyecto. Además, se dan todos los parámetros necesarios para la descripción termodinámica de la central, caracterizando todas las corrientes que juegan un papel decisivo en el funcionamiento de la misma, asignando valores concretos de energía y exergía a cada interacción entre los componentes y entre estos y los límites de cada sistema. También se detallan los tres modos de operación de la central escogidos para el análisis termoeconómico.

En el Capítulo 3, se realiza un estudio económico de diferentes escenarios. Se llevan a cabo 12 casos de estudio combinando capacidades de 4, 6 y 8 horas de almacenamiento térmico, aportes de gas natural del 10% y menor del 10% a la producción eléctrica anual y dos tamaños de generadores de aceite para hibridar con biomasa, 12,5 MW_e y 25 MW_e. Para cada uno de ellos se calculan varios indicadores económicos, como el VAN, la TIR, y el LEC. Además se realiza un estudio paralelo a estos escenarios, sin tener en cuenta la hibridación con biomasa, para poder comparar económicamente escenarios con y sin biomasa, y observar la viabilidad económica de los mismos.

El análisis termodinámico realizado en el Capítulo 2, junto con el estudio económico que se realiza en el Capítulo 3, conforma el punto de partida para el Capítulo 4. En este Capítulo 4 se lleva a cabo un análisis termoeconómico de uno de los 12 casos desarrollado en el Capítulo 3, concretamente del escenario C.4, que se corresponde con una central de 50 MW de potencia nominal con una capacidad de almacenamiento térmico de 8 horas, un generador de aceite de 25 MW_e y una contribución del 10% del gas natural a la producción eléctrica anual. Este escenario es el que mejores resultados muestra en el estudio económico. Para el estudio termoeconómico, se analiza este caso bajo dos escenarios. En ambos se considera la central termosolar como un único bloque con sus corrientes exergéticas de entrada (radiación solar, gas natural y biomasa) y sus corrientes exergéticas de salida (pérdidas térmicas, pérdidas por gases de combustión y electricidad final). En el primer escenario se evalúan las pérdidas térmicas a coste exergético unitario nulo y las pérdidas por gases de combustión a coste exergético unitario de producto (electricidad final). En el segundo escenario se evalúan todas las pérdidas a coste exergético unitario nulo. De esta manera se obtiene el coste exergético unitario de la electricidad si se aprovechasen las pérdidas por gases de combustión (16,79 c€/kWh) y el coste real al no aprovecharse (19,78 c€/kWh).

Tras el cálculo de la electricidad bajo estos dos escenarios, se estudian tres modos de operación de la central para poder introducir mejoras y reducir los costes finales.



ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1. Introducción a las Centrales Solares Termoeléctricas de CCP.

Capítulo 2. Análisis Descriptivo y Termodinámico de la Central de CCP.

Capítulo 3. Estudio Económico de Centrales de CCP con Hibridación Solar-Biomasa.

Capítulo 4. Estudio Termoeconómico de una Central de CCP con Hibridación Solar-Biomasa.

