

SMART STEAM



GENERACIÓN DE CALOR RENOVABLE

ESCUELA DE ORGANIZACIÓN
INDUSTRIAL

Proyecto de Fin de Máster

AUTORES:

Rodrigo Barrera

Pablo Fernández

Javier Gil

Ana González

Fernando Sanz

Alejandro Taboada

Índice

1. Resumen Ejecutivo	3
2. Validación.....	4
2.1. Problemas a resolver.....	4
2.2. Desarrollo de la validación.....	4
3. ¿Qué es Smart Steam?	5
3.1. Empresa de Servicios Energéticos	5
4. Plan de marketing.....	6
4.1. Análisis DAFO	6
4.2. Análisis PESTLE	8
5. Estudio de Mercado.....	9
5.1. Definición de Industrias.....	9
5.2. Radiación Solar.....	10
5.3. Acceso de combustible a bajo coste.....	11
5.4. Industrias.....	12
5.5. Superficie.....	13
5.6. Resultados Estudio de Mercado	13
6. Normativa	14
6.1. Normativa actual	14
6.2. Normativa futura	15
7. Modelo de negocio y propuesta de valor.....	15
7.1. Modelo de negocio.....	15
7.2. Propuesta de valor	17
8. Operaciones	18
9. Estudio de la competencia.....	21
9.1. Coste del combustible	21

9.2. Inversión.....	22
9.3. Medioambiente.....	22
9.4. Recurso.....	23
9.5. Imagen	24
10. Modelo técnico.....	24
10.1. El recurso solar	24
10.2. ¿Cómo funciona?.....	27
10.2.1 El campo solar.....	27
10.2.2. El sistema auxiliar	29
10.2.3. El intercambiador de calor.....	29
10.2.4. La carga.....	29
10.3. Dimensionado de la instalación y herramienta software	30
11. Plan económico	31
11.1. Proyectos.....	31
11.2. Análisis de la empresa.....	35

1. Resumen Ejecutivo

Nombre de la empresa: Smart Steam

Descripción de la actividad de la empresa

Empresa de servicios energéticos que se dedica a instalar colectores cilindro-parabólicos en el techo de las industrias. De esta manera se aprovecha la energía termosolar para la generación del vapor utilizado por las industrias en sus procesos.

Descripción del equipo fundador

Equipo formado por estudiantes especializados en energías renovables y medio ambiente, con conocimientos sobre emprendimiento y las técnicas utilizadas en la metodología Lean Startup.

Resumen del modelo de negocio

Se basa en el funcionamiento de las empresas de servicios energéticos. El cliente contrata la instalación gratuita de los cilindros, y utiliza la energía termosolar para generar vapor. Esto genera un ahorro en el consumo de combustible, que se reparte entre el cliente y Smart Steam.

Problema que se resuelve

Permite a las industrias ahorrar dinero en la compra de combustibles mediante el uso de la energía termosolar, a la vez que reduce la dependencia de la industria en dichos combustibles y reduce las emisiones de CO₂.

Productos o servicios ofrecidos

Ahorro económico, diferenciación empresarial y responsabilidad social corporativa mediante el uso de energías renovables.

Descripción del mercado

Industrias textiles, papeleras, ganaderas, agrícolas y de alimentación; que usan combustibles convencionales; y situadas en la mitad sur de España o en zonas con alta radiación solar.

Estrategia de marketing

Promoción de la empresa y el ahorro generado en ferias industriales, página web y boca a boca.

Competencia

Empresas de servicios energéticos capaces de conseguir un ahorro energético parecido, empresas instaladoras de cilindros-parabólicos, y empresas proveedoras de combustibles con precios bajos.

Ventajas competitivas

Instalación gratuita, fácil y personalizada de los equipos.

2. Validación

2.1. Problemas a resolver

El objetivo de la validación no es otro que el de comprobar si los problemas que se presuponen realmente existen, y si la idea creada los soluciona.

Este proyecto se centra en aportar un ahorro económico a las empresas, otorgándoles una diferenciación empresarial y dándoles la oportunidad de ser más respetuosos medioambientalmente hablando. Para ello, se propone aportar la energía limpia y eficiente procedente del sol mediante la tecnología termosolar, para que las empresas reduzcan su gasto en combustibles fósiles a la vez que reducen su dependencia de estos combustibles y sus niveles de contaminación.

2.2. Desarrollo de la validación

Para llevar a cabo la validación de nuestro proyecto, se siguieron una serie de pasos:

- En primer lugar, se llevó a cabo un pequeño estudio de mercado, buscando y consiguiendo información para determinar si el producto ofrecido suscitaría interés entre el sector, y sin olvidar investigar también sobre la posible competencia
- En segundo lugar, se investigó el tamaño del mercado, estudiando el posible volumen del negocio, escogiendo España como punto de partida para empezar.
- En tercer lugar, se desarrolló la propuesta de valor, que se explica detalladamente en el punto 7, y se desarrolló de la siguiente forma: describiendo la misión de la empresa; definiendo las ventajas competitivas de la empresa; y elaborando un DAFO donde visualizar rápida y fácilmente las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la misma.
- Por último, se hicieron varias entrevistas a gente del sector y banca para ver si la idea podría ser implantada, obteniendo diversos resultados y un gran aprendizaje durante el proceso.

Se trató de validar también la parte financiera de la empresa, con la intención de aprender cómo se financian este tipo de proyectos y el porcentaje de financiación externa que se podría conseguir.

Se ha hablado con gente de los principales sectores en los que la empresa se especializaría, como son el sector papelerero, el textil, el agrícola y ganadero y el de la alimentación, obteniendo diversos resultados tras haberles explicado las ventajas que

obtendrían gracias a nuestro producto (un gran ahorro económico, diferenciación ambiental empresarial y una mayor responsabilidad con el medio ambiente).

Los resultados fueron bastante esclarecedores, siendo los siguientes:

- Gran parte de ellos fueron bastante claros, expresando que no tenían o el tiempo o el dinero necesarios para aceptar la propuesta, o que no se lo habían planteado nunca.
- Una mediana parte declararon que podría ser interesante en el futuro, pero que a día de hoy no lo ven necesario, por lo que no contratarían a Smart Steam.
- Una pequeña parte quedó impresionada con la idea y sus posibles beneficios y dijeron que contratarían a la empresa en el hipotético caso de que fuese real.

Queda claro, por lo tanto, que la mayoría de empresas no consideran esta idea debido a la inversión inicial. Debido a esto, se propone que Smart Steam realice la inversión inicial, como se explicará más adelante.

Además, en la página web de la empresa se agregará una interfaz en la que las empresas podrán estimar de manera muy aproximada el ahorro que les supondrían los servicios de Smart Steam, metiendo una serie de datos sobre sus consumos y gastos actuales.

3. ¿Qué es Smart Steam?

3.1. Empresa de Servicios Energéticos

Smart Steam es una Empresa de Servicios Energéticos (ESE). Es decir, es una empresa que se encarga de la gestión integral de las instalaciones de energía, asumiendo el desembolso inicial de los equipos y su instalación, y vendiendo al cliente la energía suministrada por los mismos. El pago por estos servicios se realizará gracias al ahorro conseguido mediante las mejoras de eficiencia energética. Este ahorro se divide entre la ESE y el cliente, según lo indicado en un contrato de compra. En este contrato se deberán incluir los siguientes apartados, como mínimo:

- Definición de la vida útil de la instalación, durante la cual la ESE se compromete a mantener en funcionamiento el equipo instalado.
- Definición de un porcentaje mínimo de ahorro con respecto al gasto existente antes de la contratación de la ESE, que posteriormente será repartido entre el cliente y la propia ESE.
- Definición de un gasto mínimo de energía o una cuota fija por parte del cliente para garantizar a la ESE una rentabilidad razonable.

Proyecto de Fin de Máster: Smart Steam

- Definición de un pago en caso de que el cliente decida rescindir el contrato, permitiendo a la ESE recuperar los equipos instalados y recibir una indemnización.

En el caso de Smart Steam, y como se explicará más adelante con más detalle, el ahorro se consigue por medio de la instalación de colectores cilindro-parabólicos (CCPs), que concentran la radiación solar en un del fluido de trabajo, con el objetivo de conseguir el vapor que se utiliza en los procesos industriales. De este modo, las industrias pueden invertir menos capital en combustibles para la generación de vapor, aumentando su ahorro económico, disminuyendo su dependencia de fuentes no renovables, y consiguiendo una gran diferenciación ambiental empresarial.

La empresa se encargará, por lo tanto, de la proyección de los proyectos, la distribución y supervisión durante la instalación de los receptores, y su posterior mantenimiento.

Más adelante, en el punto 10, se explica con más detalle cómo se transforma el recurso solar en energía térmica para la producción de vapor.

4. Plan de marketing

El plan de marketing es una herramienta vital y necesaria para toda empresa a día de hoy.

El entorno actual es altamente competitivo y dinámico, donde la empresa debe afrontar continuamente nuevos retos. Sin duda, la globalización de mercados, internet, la inestabilidad económica y un continuo desarrollo y avance tecnológico producen una serie de cambios que determinan el éxito de toda empresa. La adaptación de éstas a este nuevo paradigma no puede ser improvisada y es necesario elaborar un plan de marketing que permita anticiparse y afrontar los cambios del entorno.

Para ello, es imprescindible analizar el entorno y las fortalezas y debilidades de la propia empresa. Para ello se han realizado un análisis PESTLE y un DAFO para poder contemplar de una forma más gráfica e intuitiva dichas variables.

4.1. Análisis DAFO

El análisis DAFO nos permite conocer las debilidades, fortalezas (internas en la empresa) y las amenazas y oportunidades (ambas externas). Se observan en la imagen inferior y se detallan a continuación:

Tabla 1: Análisis DAFO

<p><u>Debilidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Poca experiencia en el sector energético renovable. → Las industrias priorizan los combustibles fósiles debido a su flexibilidad y garantía. → Inversión alta. 	<p><u>Amenazas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Legislación Española vigente en materia de autoconsumo energético muy restrictiva e injusta. → Poca innovación en el sector de abastecimiento energético industrial. → Sector de los combustibles fósiles muy arraigado.
<p><u>Fortalezas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Se trata de una tecnología novedosa e innovadora, con tendencia a la expansión. → Implantar tecnologías renovables supone un ahorro económico a largo plazo. → Diferenciación ambiental empresarial. → Seguridad de suministro de combustible (energía solar). 	<p><u>Oportunidades</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → No se aprecia competencia alguna debido a que se trata de una empresa pionera. → Efecto de sentirse ambientalmente responsable como industria → Utilización de un recurso renovable, gratuito y no contaminante. → Puede implementarse en cualquier industria que use vapor.

Las debilidades hemos podido definirlas rápidamente, ya que eran bastante obvias. Por un lado, la poca o nula experiencia que Smart Steam tiene como empresa, unido a la necesidad de una alta inversión inicial y a la reticencia de las empresas de no depender completamente de los combustibles fósiles.

Por otro lado, las fortalezas suponen un alto nivel de optimismo, ya que la tecnología que Smart Steam quiere implantar es novedosa e innovadora, junto con el ahorro y diferenciación que supondrá para las empresas. Además, el suministro es ilimitado al proceder del sol, al contrario que con los combustibles fósiles.

En cuanto a las amenazas, la más preocupante es el arraigo del país en el sector de los combustibles fósiles.

Por último, surgen varias oportunidades, ya que al ser una tecnología tan novedosa no se aprecia competencia directa en España, y puede aplicarse a cualquier industria que necesite generar vapor para funcionar (necesidad muy extendida en la industria).

Destacamos también que es un combustible renovable, limpio y eficiente, con lo que ayudará a las empresas siendo un factor diferencial y verde.

4.2. Análisis PESTLE

El análisis PESTLE es una herramienta muy útil para fijarnos en variables muy importantes de cara a la implantación de nuestra idea, tales como la política actual en el país, los factores económicos, sociales, tecnológicos o ecológicos y la legislación actual. Podemos observarlos en la siguiente imagen, y se detallan a continuación.

Tabla 2: Análisis PESTLE

Políticos	<ul style="list-style-type: none">→ Miembro de la UE.→ Clima político actual con bastante incertidumbre.→ Futuro impulso a la generación renovable
Económicos	<ul style="list-style-type: none">→ Crisis económica muy reciente.→ Grandes desigualdades económicas.→ Poca inversión en I+D+i.→ Altos precios de combustibles fósiles.→ Modelo productivo basado en el turismo.
Sociales	<ul style="list-style-type: none">→ Ambiente confuso actual (crisis catalana).→ Crispación social generalizada.→ Necesidad de mejorar la imagen ambiental de las empresas.
Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none">→ Mucha industria en España.→ Poca inversión en I+D+i.→ Tecnología termosolar poco diversificada en España.
Ecológicos	<ul style="list-style-type: none">→ Legislación ambiental y ecológica europea.→ Tecnología renovable dependiente de la radiación solar incidente en el terreno.
Legislación	<ul style="list-style-type: none">→ RD 900/2015 en el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

En primer lugar, en los temas políticos, España es miembro de la UE, si bien es cierto que hay mucha incertidumbre y un futuro incierto para las energías renovables debido al clima político actual.

En los temas económicos, cabe recordar que acabamos de salir de una fuerte crisis económica, lo cual ha generado desigualdades y poca inversión en I+D+i. El precio de los combustibles fósiles sigue elevándose.

Destacar también una crispación social generalizada, en parte por los temas anteriormente mencionados, y la necesidad de las empresas de mostrar una imagen más renovable, más limpia.

En los aspectos tecnológicos, hay que destacar la amplia cantidad de industria que hay en España y el poco uso que se le da a la energía termosolar. Esta tecnología, además, es muy madura para la producción de vapor, aunque este tipo de uso no está muy generalizado en España.

Importante también la nueva normativa que va a surgir en Europa y España sobre la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y conseguir un mayor compromiso ecológico por parte de las empresas.

5. Estudio de Mercado

El desarrollo del estudio de mercado se basa el informe “Estudio geolocalizado del potencial de aplicaciones de calor solar de proceso en media temperatura – Who is who”.

El objetivo de este estudio es localizar las áreas, dentro de España, donde existen industrias que contemplen un alto potencial para la instalación de sistemas de concentración solar, con el fin de dar una solución técnico-económica viable para la producción de vapor dentro de sus procesos.

5.1. Definición de Industrias

Los tipos de industrias con un alto potencial para la instalación de estos sistemas se definen bajo los siguientes criterios:

- Radiación: la industria debe estar en una zona con un alto nivel de radiación directa. Es probable que las altas radiaciones se encuentren en la parte sur de la península.
- Acceso a combustibles: nivel de acceso a los combustibles convencionales a bajo coste.
- Proceso: la industria seleccionada debe tener la necesidad de vapor en alguno de sus procesos.
- Espacio: disponer de una abundante superficie libre para poder ubicar los captadores. La superficie puede ser la cubierta o un espacio adyacente.

5.2. Radiación Solar

España tiene niveles de radiación muy altos con respecto a los europeos. La radiación es de 1.000 – 1.900 KWh/m² al año, siendo el valor menor para la zona norte de la península y mayor para la zona sur. A continuación, se muestra una figura de Europa con los niveles de radiación como envolvente.

Como ya se ha dicho, en Smart Steam se van a utilizar captadores cilindro-parabólicos (CCPs) o una tecnología similar que contemple la concentración solar y deba utilizar la radiación solar directa.

Uno de los puntos más importantes para poder mejorar el payback o TIR del proyecto es tratar de buscar zonas con alta radiación solar directa, ya que esta variable se encuentra directamente relacionada con la maximización de la producción de vapor y el éxito de la inversión o proyecto.

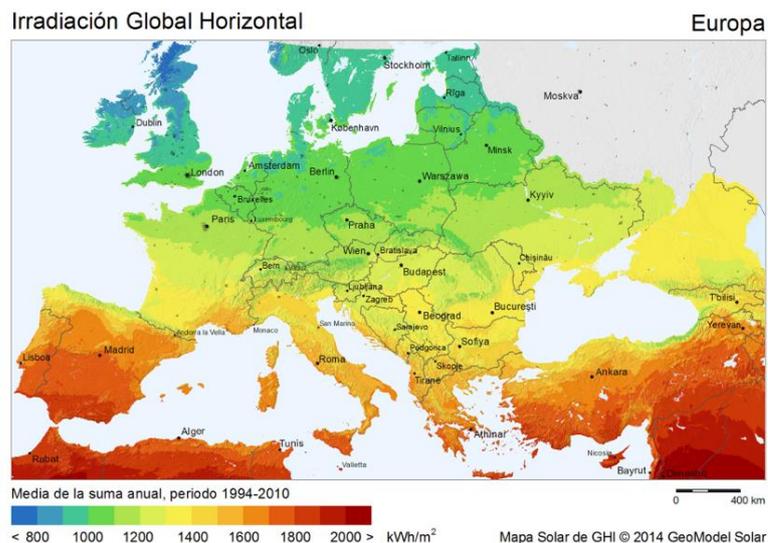


Figura 1: Radiación global Europa

En los Atlas de irradiación solar de España, los datos de radiación solar directa (DNI) no son de libre acceso, por lo tanto, se han utilizado datos de la irradiación solar global horizontal (GHI). A continuación, se muestra una figura con los niveles de GHI del territorio español.

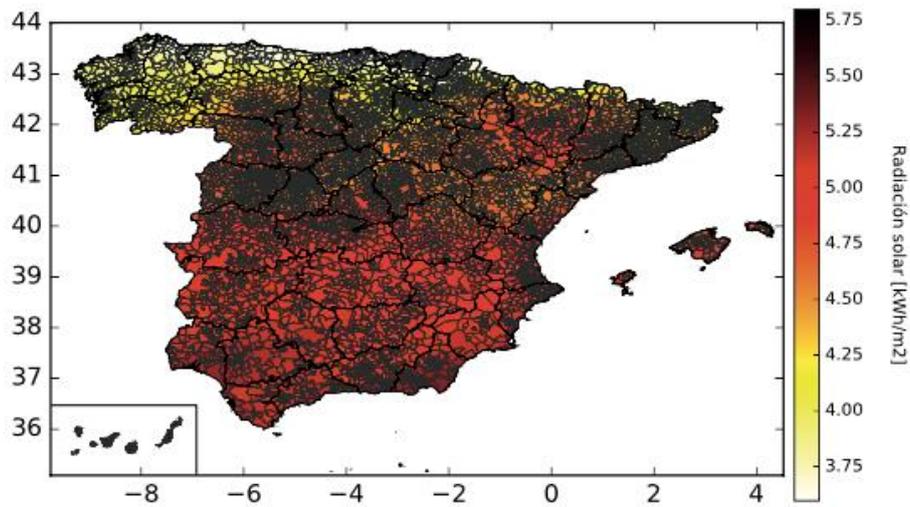


Figura 2: Radiación solar España (GHI)

En esta figura se puede observar que la zona con altos niveles de radiación es la parte sur de la Península.

5.3. Acceso de combustible a bajo coste

La radiación solar como generador de energía térmica o eléctrica es un sustituto de los combustibles fósiles, por lo que es un competidor directo.

Es importante señalar que cuando los precios de los combustibles fósiles sean altos o tengan un nivel de variación grande, es probable que la inversión aumente, ya que la industria estaría más interesada en una mayor independencia energética.

El principal sustituto para este tipo de tecnología de generación de vapor es el gas natural, por lo tanto, se considerará como un posible nicho de negocio las zonas del territorio español que no tengan acceso al gas natural por medio de tuberías.

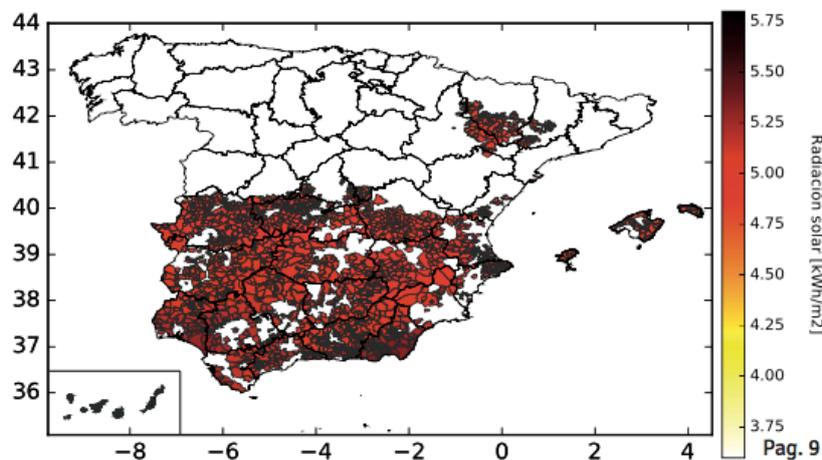


Figura 3: Sectores con bajo nivel de acceso a gas natural por tuberías

5.4. Industrias

El estudio considera cuatro sectores para el análisis: Alimentación y Bebidas, Agricultura, Textil y Papelero.

- **Sector Papelero:** en este sector se pueden utilizar turbinas de vapor, las cuales necesitan energía cinética proveniente de la presión a la que llega el vapor de agua. Los combustibles más empleados para la producción de vapor en las calderas, pueden ser biomasa, residuos sólidos, etc. Además, se suele utilizar vapor para secar la pasta y el papel. Los costes energéticos suponen un 16% de los costes totales. El consumo de energía térmica en todo el proceso es de 17 TWh. El sector tiende a utilizar una gran cantidad de biomasa residual, aproximadamente 52%, la cual proviene directamente de sus procesos intermedios, por lo que es difícil competir con este tipo de tecnología. Este tipo de proyectos de cogeneración provocan ahorros en los costos asociados al tratamiento de sus propios residuos y la biomasa es un agente principal para la fabricación de papel.
- **Sector Textil:** en España existe una tradición de empresas textiles como el gigante Inditex. El vapor se suele utilizar para el secado o tintado de los tejidos e hilos. En la actualidad se identifican 14.348 empresas textiles en el territorio. El consumo en energía térmica es cercano a 2,7 TWh, bastante menor que el sector papelero. Esta industria se encuentra sumamente desarrollada y concentradas en las zonas de Valencia, Alicante y Barcelona, por lo cual tiene un alto nivel de acceso a redes de gasificación.
- **Sector Agricultura y Ganadería:** este sector tiene un elevado consumo de petróleo y derivados, ya que es un sector que necesita una alta capacidad de maquinaria. El consumo es aproximadamente del 70% del consumo total energético. Este sector utiliza la energía térmica principalmente para calefacción. Es muy disperso, ya que el modelo de negocio es generar grandes plantaciones para tener un mayor impacto en la economía de escala. Esto provoca que no exista un alto nivel de acceso de gas natural por tuberías.

- **Sector de alimentación y bebidas:** principalmente en este sector se utiliza vapor para la esterilización. El vapor debe ser de una alta calidad, ya que se pierden las propiedades en el embazado de los alimentos. Es un sector con un crecimiento estable, y con una demanda muy dispersa geográficamente, por lo cual el acceso a redes de gas natural potencia el uso de nuestra tecnología.

5.5. Superficie

La industria seleccionada para realizar un anteproyecto debe disponer de espacio libre para disponer los captadores. La superficie puede ser:

- La cubierta. No debe ser de material ligero, por ejemplo, techumbre ligera como planchas de acero de bajo espesor. Se debe tener una cubierta de losa de hormigón que su capacidad portante pueda interactuar con los nuevos esfuerzos o cargas.
- Espacio adyacente. El espacio adyacente no tiene mayores complicaciones, sólo se necesita un suelo con capacidad portante no muy alta. Los suelos blandos son los más complicados ya que tienen gran cantidad de limo o arcilla, pero este punto en contra se puede solucionar con una cimentación especial.

El análisis del espacio dependerá de cada industria, ya que es una condición especial propia. A priori existe bastante espacio en las zonas industriales en el sur de la península.

5.6. Resultados Estudio de Mercado

En el pequeño análisis realizado anteriormente, se ha deducido que es mejor comenzar a buscar clientes en el sector de la alimentación y bebidas, ya que necesitan vapor de calidad para los procesos de esterilización en el embazado de alimentos. Además, deben encontrarse en sitios donde existe un alto nivel de radiación solar y puedan tener bastante espacio libre. A continuación, se puede ver la figura 4 que identifica los lugares donde se encuentran las industrias de alimentación y bebidas.

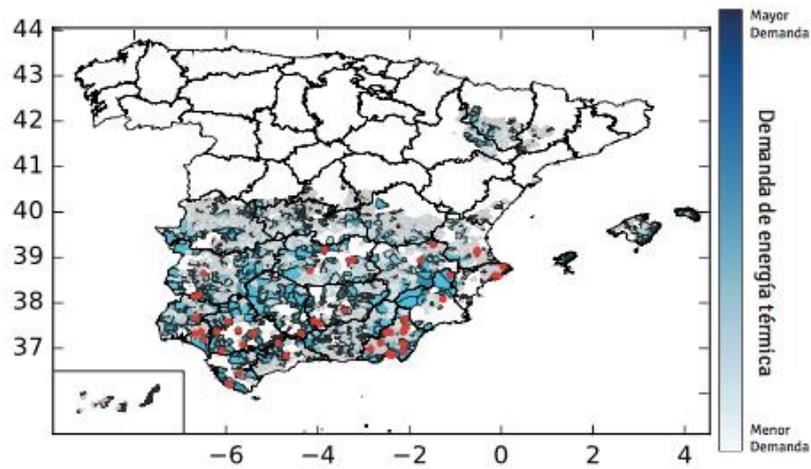


Figura 4: Posición de industria sector alimentación y bebidas

6. Normativa

En este apartado, se ha investigado acerca de la normativa actual o que se aplicará en un futuro cercano, y que gracias a este proyecto permitirá a las empresas cumplir de manera más eficiente las normativas medioambientales actuales, y prevenga a su vez posibles penalizaciones o problemas derivados del incumplimiento de las normativas futuras.

Estas normativas tratan temas tales como eficiencia energética, ampliación en el uso de energías renovables, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, ahorro energético, sostenibilidad energética...

A continuación, se relatan los objetivos que pretenden conseguir algunas de estas normativas, sobre todo a nivel nacional.

6.1. Normativa actual

- *Real Decreto 56/2016*: se aplica en las PYMES. El objetivo es el establecimiento de un marco normativo que desarrolle e impulse actuaciones dirigidas a la mejora de la eficiencia energética de una organización, a la promoción del ahorro energético y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, que permitan contribuir a los objetivos de la Unión Europea en materia de eficiencia energética.
- *Ley 16/2017*: la presente ley tiene como finalidades reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la vulnerabilidad a los

impactos del cambio climático, favorecer la transición hacia una economía neutra en emisiones de gases de efecto invernadero, competitiva, innovadora y eficiente en el uso de recursos.

- *Ley 15/2012*: tiene como objetivo armonizar nuestro sistema fiscal con un uso más eficiente y respetuoso con el medioambiente y la sostenibilidad, valores que inspiran esta reforma de la fiscalidad, y como tal en línea con los principios básicos que rigen la política fiscal, energética, y por supuesto ambiental, de la Unión Europea.
- *Plan de Energías Renovables 2011-2020*: el objetivo es promocionar el uso de energías renovables y su integración en el mix energético.

6.2. Normativa futura

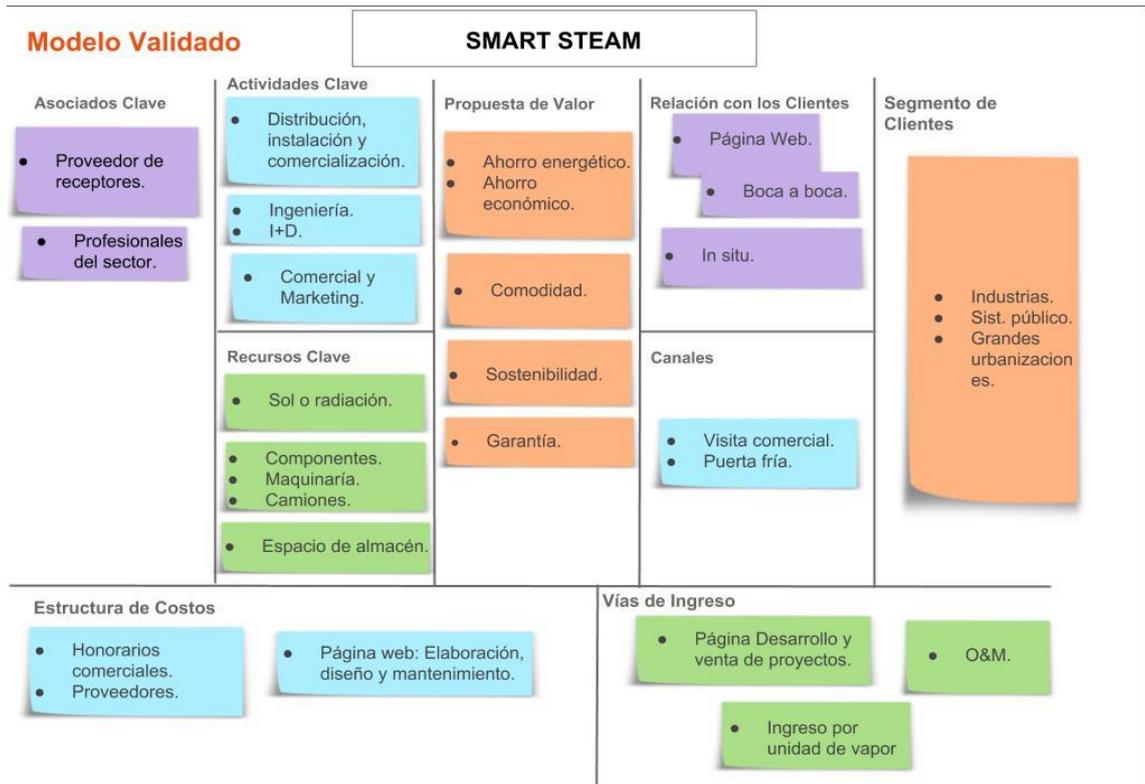
- *Ley de Cambio Climático*: próximamente, entrará en vigor una nueva ley que ampliará la Ley 16/2017, y cuyos objetivos se centran en la reducción de emisiones y sostenibilidad.
- *Marco 2030*: su objetivo es la reducción de un 40% de emisiones respecto a 1990, aumentar al menos un 35% el uso de energías renovables y al menos un 27% de mejora de eficiencia energética.

7. Modelo de negocio y propuesta de valor

7.1. Modelo de negocio

El modelo de negocio es parecido al de las Empresas de Servicios Energéticos, explicado en el punto 3.1. El principal servicio de la empresa es hacerse cargo de la ingeniería, construcción, operación y mantenimiento de los CCPs. Los clientes pagarán estos servicios mediante el reparto del ahorro conseguido estipulado en el contrato.

El Business Model Canvas para Smart Steam es el siguiente:



Las relaciones y canales con los clientes se basarán en dos puntos importantes: primero por medio de nuestra página web. En ella existe una herramienta que ayuda a entender el nivel de ahorro en nuestros servicios prestados. En segundo lugar, la empresa podrá darse a conocer por medio de visitas comerciales a puerta fría. El servicio ofrecido se basa en generar un proyecto ad-hoc para cada cliente, ya que las necesidades de estos son diferentes, por lo que se necesita conocer, evaluar y contemplar las verdaderas necesidades para cada cliente.

La segmentación de nuestro cliente son las industrias, servicios públicos y grandes urbanizaciones. Se podrá prestar servicio a cualquier requerimiento de vapor medianamente importante. En primera medida se buscará a la industria alimenticia como principal cliente, ya que se encuentra en zonas con una alta radiación y sus necesidades de vapor son bastante altas para su proceso productivo.

Los ingresos siempre serán en unidades de energía (€/KWh), y en ella se podrán reflejar los costes o servicios solicitados por cada cliente, desde la ingeniería, construcción, operación y mantenimiento. A medida que se consideran mayores servicios, el coste en la factura energética será mayor, pero siempre se considerará tener un menor coste al de un combustible tradicional.

Los asociados claves serán los diferentes proveedores de colectores solares, ya que la tecnología se encuentra en pocas manos a nivel mundial. Será bastante

importante tener una buena relación con ellos y poder generar sinergia entre los proyectos que se van realizando y su sistema de fabricación.

Las actividades claves y estructura de costes tienen relación. Nos basamos en realizar proyectos ad-hoc, por lo que se debe realizar una propuesta desde ingeniería, considerando los estudios de recurso solar y demanda energética de la industria con el fin de encontrar el coste óptimo. La comercialización, distribución e instalación se basa tener la sinergia con nuestros asociados claves, y los costes se pueden encarecer por culpa de descoordinaciones de ambos equipos.

7.2. Propuesta de valor

Con respecto a la propuesta de valor que ofrece Smart Steam, se brindan una serie de beneficios que obtienen las industrias al adquirir nuestros equipos, que no tendrían si mantuviesen sus equipos actuales basados en la utilización de alguna fuente de combustibles fósiles.

Utilizando los equipos de Smart Steam en las industrias, lo principal que obtendrán es un ahorro económico considerable debido a la sustitución de los combustibles fósiles en favor de una tecnología renovable termosolar.

Un beneficio muy relevante que se obtiene al aplicar este tipo de tecnología termosolar es que se elimina casi en su totalidad la dependencia de esta industria sobre los combustibles fósiles.

Otro beneficio que obtienen las industrias solicitantes es la denominada “diferenciación ambiental empresarial” por lo que una compañía que tenga implementada los sistemas que ofrecemos, tiene la capacidad de diferenciarse positivamente de su competencia por el hecho de que la industria solicitante ha querido invertir en tecnologías menos contaminantes que las de su competencia.

El último gran beneficio que ofrece la implementación de Smart Steam en una industria, es la de gestionar dicha compañía desde un punto de vista sostenible, dirigir empresas mediante principios basados en la gestión de minimizar los impactos que su actividad genera sobre los clientes, accionistas, empleados, comunidades locales, etc.

Estos tres puntos se alinean con los requerimientos del cliente, ya que se basan en ayudar al ahorro económico y energético, siempre con el foco de mantener la calidad del suministro.

Para terminar, se ha realizado un boceto sobre un folleto informativo a repartir en las ferias de industrias, en el que se muestran los beneficios y resumen de la actividad que realizamos en Smart Steam (ilustración 1).



Ilustración 1: Folleto informativo

8. Operaciones

Con respecto a este apartado, se explicará cómo es la sucesión cronológica de las acciones que realiza Smart Steam desde que un cliente (industrias, empresas, etc.) solicita sus servicios hasta que los CCPs se encuentran ya instalados y en funcionamiento. Las distintas acciones que se realizarían por parte de Smart Steam en orden cronológico serían las siguientes:

1. El cliente (industria, empresa) quiere cambiar su modelo de obtención de vapor para su proceso productivo y solicita nuestros servicios.
2. Llegada de dicha solicitud y realización de una primera recolección de datos básicos sobre la empresa o industria.

3. Análisis interno en Smart Steam sobre si dicho proyecto se ajusta al tamaño de la empresa y si se podría realizar correctamente.
4. Comienzo de la búsqueda de información más detallada sobre la ubicación geográfica del cliente, modo actual de generar vapor, a que se dedican en su proceso productivo, situación económica, necesidades energéticas, viabilidad del proyecto, etc.
5. Con toda la información antes enunciada, se empezará con el dimensionado de los CCPs para el cliente.
6. Envío de los diseños a la empresa fabricante de CCPs (Inventive Power) situada en México, que se encargará de fabricarlos y enviarlos hasta España.
7. Una vez llegados a España por vía marítima, se procederá a su distribución hasta la ubicación del cliente por transporte terrestre.
8. Instalación de los CCPs y adecuación de las instalaciones del cliente para la nueva tecnología.
9. Existirá un periodo de pruebas en el que se monitorizará la funcionalidad de los CCPs con la finalidad de descartar cualquier tipo de problema de diseño o instalación.

Para representar de una manera más clara cómo sería la operativa de Smart Steam hemos querido representar un diagrama de Gantt.

Tabla 3: Diagrama de Gantt

	Día 0	Día 20	Día 40	Día 60	Día 80	Día 100	Día 120	Día 140	Día 160	Día 180	Día 200	Día 220	Día 240
El cliente solicita nuestros servicios	█												
Realizamos una serie de investigaciones básicas sobre la industria		█											
Sopesamos internamente si Smart Steam es capaz de realizar correctamente dicho proyecto		█											
Búsqueda de información más detallada sobre la industria			█	█									
Dimensionado y diseño de los CCPs				█	█								
La empresa "Inventive power" (México) fabrica y nos envía los CCPs						█	█	█	█				
Distribución de los CCPs por vía terrestre en España hasta la ubicación de la industria										█			
Instalación de los CCPs en la industria										█			
Periodo de pruebas monitorizando los CCPs											█	█	█

9. Estudio de la competencia

El estudio de la competencia se ha basado en diversos factores que influirían en la decisión del cliente sobre la contratación de los servicios de Smart Steam. Estos factores se han comparado con otros combustibles normalmente usados para la generación de vapor, y con la instalación por parte del cliente de CCPs sin contar con Smart Steam.

9.1. Coste del combustible

El factor más importante ha sido el coste anual del combustible necesario para la generación de vapor por parte de las industrias, medido en €/KWh anuales:

- El primer competidor estudiado ha sido el gas natural. Es el principal competidor en cuanto a precio, ya que los pellets tienen otras desventajas que posteriormente se explicarán. El precio del gas natural es de 0,053 €/KWh anuales, y es el más utilizado por las industrias debido tanto al factor económico como a la seguridad de suministro y a las bajas emisiones de CO₂.
- Los siguientes competidores estudiados han sido el fuel-oil y el gasóleo. Estos dos combustibles tienen un precio de en torno a 0,092 €/KWh anuales. Este es un precio muy elevado en comparación con el resto de competidores, y a pesar de que la seguridad de suministro es mayor, las penalizaciones legislativas por emisiones de CO₂ son mucho mayores.
- El último competidor estudiado son las de calderas de biomasa, más concretamente de pellets. Su precio es de 0,050 €/KWh anuales, ligeramente inferior al del gas natural. Sin embargo, y a pesar de ser una forma de energía más limpia, es poco aconsejable. Esto es debido a la poca seguridad en el suministro de pellets que existe actualmente en España. Además, el almacenamiento de los mismos requiere unas condiciones específicas para evitar su deterioro o que se produzcan accidentes, por lo que es posible que no sean una opción tan económica.
- Tomando como referencia la inversión necesaria para un proyecto de tamaño medio realizado en primavera, y teniendo en cuenta que el recurso utilizado es la radiación solar, se ha calculado que el precio del

recurso ofrecido por Smart Steam es de 0,021 €/KWh anuales. Es decir, casi un 60% menos que el gas natural o los pellets. Otro de los factores más importantes es que la inversión por parte del cliente es nula, algo que no ocurriría si decidiese realizar la instalación por su cuenta.

9.2. Inversión

El siguiente factor estudiado ha sido la necesidad y el tamaño de la inversión que el cliente tendría que hacer para conseguir vapor para sus procesos:

- La instalación de calderas convencionales de gasóleo, fuel oil o gas natural implican una inversión media-alta, en especial las de gas natural al ser una tecnología más moderna y compleja.
- Las calderas de biomasa suelen ser ligeramente más caras que las anteriores, ya que actualmente no están muy extendidas para este tipo de uso.
- La instalación de CCPs sin la ayuda de Smart Steam o cualquier otra ESE requeriría una inversión demasiado alta por parte del cliente. Esto es debido a que tendría que pagar estudios de recurso solar, la compra de los CCPs en México, su transporte y posterior instalación.

En el caso de que el cliente decidiese contratar los servicios de Smart Steam, la inversión que tendría que realizar sería nula. Nuestra ESE encargaría de realizar la totalidad de la inversión, que sería recuperada en los años posteriores mediante la venta del ahorro generado.

9.3. Medioambiente

Este factor es importante ya que como se vio en el punto 6, se han creado diversas leyes nacionales y europeas que, por un lado, penalizan el exceso de emisiones de CO₂, y por otro, favorecer la instalación de energías renovables.

- En el caso del gas natural, este es un factor ligeramente importante, ya que usando este combustible las emisiones de CO₂ disminuyen considerablemente. Sin embargo, sigue siendo un combustible fósil, por lo que podría recibir penalizaciones en el futuro.
- El gasóleo y el fuel-oil son los más perjudicados en este apartado. Estos combustibles son altamente contaminantes, por lo que es muy poco

aconsejable mantener este tipo de calderas si se quiere cumplir con la nueva normativa europea.

- El uso de biomasa sería favorecedor en el sentido medioambiental, ya que esta considerada una energía renovable y, aunque emite pequeñas cantidades de CO₂, se consigue una gran reducción en las mismas.
- La instalación de CCPs sería la opción más óptima. El uso de la radiación solar como combustible no genera emisiones, y permitiría recibir ayuda económica en forma de subvenciones.

9.4. Recurso

Este factor estudia la disponibilidad de conseguir los distintos tipos de combustibles estudiados, y su dependencia de la política exterior debido a las importaciones.

- La disponibilidad del gas natural es bastante alta, ya que existen una gran cantidad de oleoductos que recorren todo el país, además de la existencia del transporte por carretera. Sin embargo, España depende de la importación desde Europa del Este, por lo que existe la posibilidad de que su precio suba.
- Lo mismo ocurre con el gasóleo y el fuel-oil, siendo su procedencia la única diferencia con el gas natural.
- La disponibilidad de la biomasa puede considerarse alta ya que este recurso puede encontrarse en cualquier parte de España. Sin embargo, no existe una red a escala nacional de este tipo de combustible, y los proveedores están deslocalizados, por lo que obtener un suministro estable es complicado. La biomasa, como se ha dicho anteriormente, debe ser almacenada en condiciones específicas que requieren una mayor inversión para su acondicionamiento.
- Los CCPs utilizan la radiación solar para generar vapor, por lo que su disponibilidad sólo se ve comprometida de noche o en épocas de mal tiempo. Sin embargo, los CCPs son un sistema complementario con la instalación que hubiese instalada, por lo que en los momentos en los que no pudiesen generar energía, ésta estaría garantizada por la caldera convencional.

9.5. Imagen

Este factor estudia la imagen generada por las industrias según el combustible utilizado. Esto puede generar una diferenciación empresarial de cara a posibles ayudas o clientes.

- Tanto el gas natural, como el gasóleo y el fuel-oil no generan buena imagen, especialmente estos dos últimos. Esto es debido a los grandes impactos medioambientales que provocan y la poca innovación de las tecnologías que utilizan.
- La biomasa y los CCPs generan una buena imagen ya que ambas son energías renovables y tecnologías innovadoras.

En la siguiente tabla se ha resumido el estudio de la competencia teniendo en cuenta sólo al gas natural y a la biomasa, ya que el gasóleo y fuel-oil tienen demasiadas penalizaciones, y comparando la incidencia del uso de estos combustibles en los diversos factores estudiados.

Tabla 4: Resumen del estudio de competencia

	Gas Natural	Biomasa	CCP sin Smart Steam	Smart Steam
Coste combustible	6	7	10	10
Inversión	6	7	1	10
Medioambiente	5	9	10	10
Recurso	8	6	10	10
Imagen	5	7	10	10
Sanciones	8	10	10	10
Innovación	4	8	10	10

10. Modelo técnico

10.1. El recurso solar

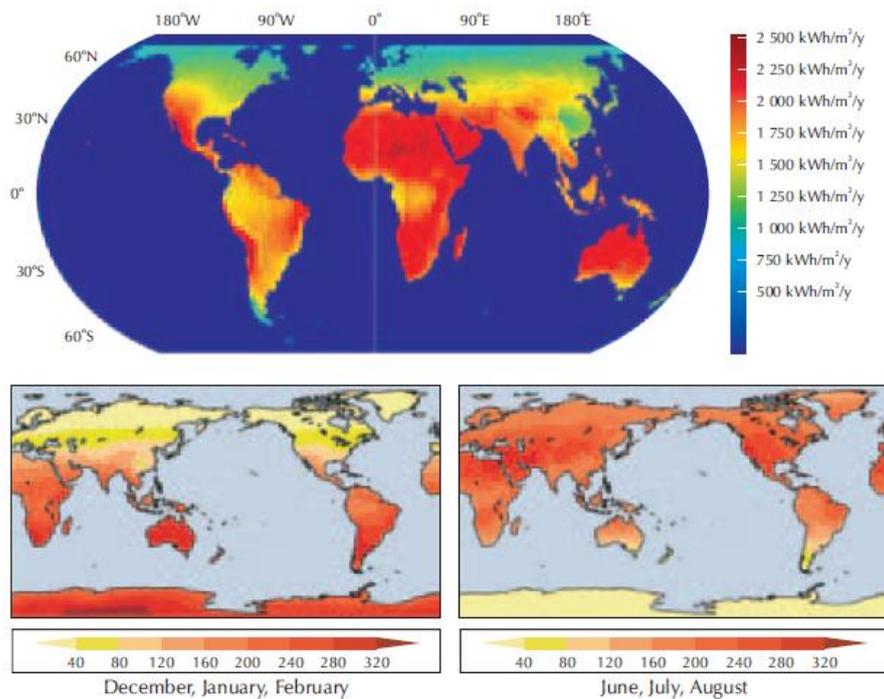
El sol ha sido, es y será el centro de la vida de nuestro planeta, encargado de proporcionar los recursos necesarios para la supervivencia de todas las especies. En tiempos antiguos ya se utilizaba la energía del sol en virtud del ser humano. Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología de los últimos siglos, se ha optado por otras fuentes de energía más eficientes. A pesar de ello y gracias a una concienciación

general en preservar el planeta, la energía solar se ha convertido en los últimos años en una fuente de energía limpia muy importante, cuyo proceso de obtención no requiere de contaminación medioambiental.

Cada segundo, el Sol transforma más de 4 millones de toneladas de su propia masa en energía, que es irradiada en todas las direcciones. Una pequeña parte de esta energía viaja 150 millones de kilómetros hasta llegar a la Tierra, proceso que tarda alrededor de 8 minutos.

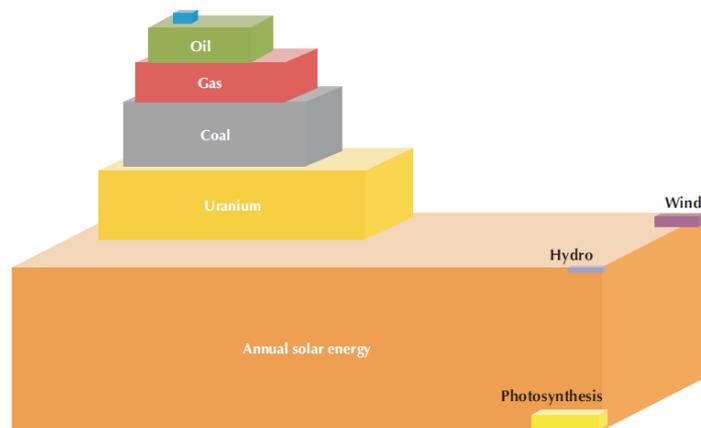
La potencia que se deposita por unidad de área en una zona que esté directamente expuesta a ella viene determinada por la constante solar (σ), de valor 1.368 W/m^2 . Sin embargo, esta constante se ve atenuada por la atmosfera terrestre de forma que, a nivel del mar, el valor de la irradiación cuando el sol está cerca de su zenit es de 1000 W/m^2 . La radiación solar puede ser descompuesta en sus dos componentes: la radiación directa, que proviene directamente del sol y la radiación difusa, fruto de las reflexiones ocurridas en el proceso de atravesar la atmósfera.

Debido a la forma del planeta, la radiación solar no se distribuye uniformemente por toda la superficie, tal y como se muestra en la gráfica 1. Como se puede observar, la radiación se concentra entre los 45° Sur y los 45° Norte.



En total, el Sol ofrece la gigantesca cantidad de 885 millones de teravatio-hora al año, lo que se traduce en $8'85 \cdot 10^{14}$ KWh. En términos relativos, dicha cantidad de energía equivale a más de 5000 veces la energía primaria consumida por la humanidad en 2017.

La cantidad anual de energía recibida del Sol sobrepasa toda la energía estimada en las fuentes de combustibles fósiles (incluyendo la energía por fisión nuclear), tal y como se muestra en el siguiente gráfico:



Fuente: National Petroleum Council, 2007, after Craig, Cunningham and Saigo (republicado de IEA 2008b)

Gráfica 2: Energía anual (global) consumida por el hombre

Existen dos formas de obtener esta energía del Sol:

- Aprovechar la energía de las partículas que forman dicha radiación, los fotones, que pueden generar la conducción de electrones en semiconductores, lo que da lugar a la energía fotovoltaica.
- Transformar la radiación incidente en calor mediante su absorción por un medio sólido, líquido o gaseoso. Este calor puede ser utilizado directamente o transformado en energía mecánica en aras de la producción de electricidad.

Este será el campo en el que se centrará este proyecto, ignorando la posibilidad de producir electricidad con el vapor generado. Smart Steam se encargará de proveer calor renovable a las industrias que la contraten.

10.2. ¿Cómo funciona?

En este apartado se pretende dar al lector ciertos apuntes sobre el funcionamiento de la instalación. Por motivos de simplificación, no se hará una demostración matemática del modelo ni se incurrirá en las fórmulas o variables utilizadas.

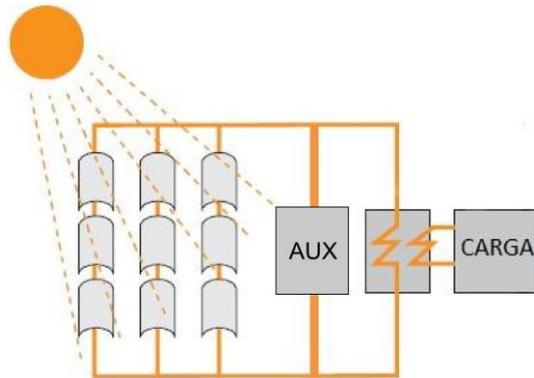


Ilustración 2: Esquema simplificado Instalación

Esta ilustración refleja un esquema muy simplificado de la instalación, pero que permite diferenciar claramente 4 subsistemas dentro del mismo: el campo solar, la caldera de combustible auxiliar, el intercambiador de calor y la carga. En pocas palabras, el campo solar se encarga de concentrar la radiación solar sobre un fluido, el cual se calienta, permitiendo que más adelante ceda su calor al agua en el intercambiador de calor, donde se generará tanto vapor como sea necesario para la instalación. A continuación, se explicará este proceso con un poco más de detalle:

10.2.1 El campo solar

La parte de la instalación conocida como campo solar está formada numerosas filas paralelas de colectores cilíndrico-parabólicos que concentran la luz solar en un tubo absorbedor que pasa por la línea focal y que genera temperaturas de hasta 400°C.

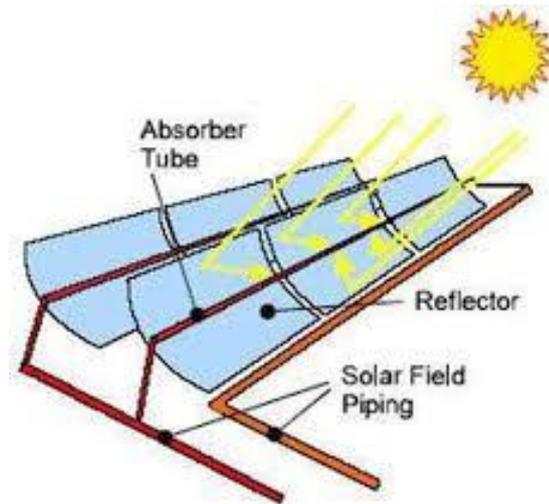


Figura 5: Esquema de funcionamiento CCP

Las superficies reflectantes de los colectores se consiguen a través de películas de plata o aluminio que se depositan sobre un soporte para conseguir la rigidez necesaria. Estos materiales deben poseer unas determinadas propiedades ópticas, como son una alta reflectancia y una elevada durabilidad, ya que constantemente están sometidos a contaminación, humedad, etc. Por otra parte, también deben poseer ciertas propiedades mecánicas, de tal manera que no sufran degradación por abrasión ni erosión, debido a las partículas que transporta el aire.

La instalación ha de contar con un sistema de seguimiento de un único eje, y es utilizado para orientar tanto los colectores solares como los receptores hacia el Sol. La influencia de la orientación de este eje de seguimiento es significativa en lo que respecta a la cantidad de energía absorbida. Las orientaciones más utilizadas son Norte-Sur y Este-Oeste, dependiendo el uso de una u otra en función del emplazamiento en que la planta esté situada.

El receptor está formado por el tubo absorbedor y una carcasa de vidrio concéntrica al mismo. El tubo absorbedor es generalmente de acero inoxidable, cubierto por un determinado recubrimiento selectivo con un elevado coeficiente de absorción y baja emisividad. Por el interior de este tubo circula el fluido calorífico, y entre el tubo absorbedor y la carcasa de vidrio se crea vacío con el objetivo de que se desarrolle un efecto invernadero, aumentando considerablemente la temperatura del fluido calorífico.

La carcasa de cristal proporciona protección del tubo absorbedor frente a las condiciones climatológicas adversas, además de reducir las pérdidas de calor por convección.

El fluido caloportador más utilizado en esta tecnología es un aceite térmico, pues sus propiedades y temperaturas de fusión y ebullición son más apropiadas para las temperaturas y presiones de trabajo.

10.2.2. El sistema auxiliar

Naturalmente, dado que se trata de una instalación basada en la energía del sol, el sistema contará con una caldera de combustible auxiliar que entrará en funcionamiento las horas del día en las que el campo de concentradores cilíndrico parabólicos no consigan aportar al aceite suficiente calor. Esta caldera estará conectada en la parte del circuito por la que aun circula aceite, permitiendo que este consiga la temperatura requerida antes de llegar al intercambiador de calor.

En instalaciones sobre industrias ya en funcionamiento, se aprovechará a caldera que se estuviese utilizando hasta ese momento.

10.2.3. El intercambiador de calor

Debido a que el sistema funciona con dos fluidos de trabajo diferentes (aceite térmico y agua) es necesario un intercambiador de calor que permita la diferenciación clara de ambos circuitos.

Un intercambiador de calor permite que dos fluidos circulen a través de él sin que exista contacto entre ellos. De esta forma, el aceite que viene caliente del campo solar cederá su calor al intercambiador de calor y este, a su vez, calentará el agua hasta convertirla en vapor.

10.2.4. La carga

La carga representa la cantidad de energía que requiere la fábrica en cuestión en ese momento. Esta energía será demandada en forma de vapor, el cual ha de ser aportado en unas condiciones de presión y temperatura muy específicas.

10.3. Dimensionado de la instalación y herramienta software

Una instalación de este tipo ha de ser dimensionada para una industria en concreto, por lo que cada proyecto será diferente del anterior. Se ha realizado, por tanto, la programación de un pequeño software que permite el cálculo automático de los componentes de la instalación. A continuación, se explicará cuáles son los pasos a seguir a la hora de calcular los diferentes sistemas:

1. Obtención de datos del cliente

Es de vital importancia que este punto se haga de forma muy rigurosa. Se han de conocer cuáles son las características de la fábrica y del vapor que utilizan. Las variables más importantes en este punto son:

- **Localización:** debido a la fuerte dependencia que la rentabilidad del proyecto tiene de la radiación solar, la localización del proyecto pasa a ser una variable fundamental. El software desarrollado permite en este punto elegir entre las diferentes provincias y municipios de España.
- **Presión, temperatura y caudal:** son las condiciones a las que ha de estar el vapor que llegue a la industria. A partir de estos valores, se puede estimar la potencia de la caldera existente y la del campo solar que se necesitaría.
- **Tipo de combustible:** es imprescindible conocer el tipo de combustible que utiliza actualmente la industria. Este parámetro influirá enormemente en la parte económica de cada proyecto, pues de cada tipo de combustible se puede obtener una cantidad de energía, además de que los precios difieren enormemente. Dado que Smart Steam se beneficia del ahorro del empresario, cuanto mayor sea el precio del combustible, mayores serán los beneficios. El software permite la elección del combustible, de forma que quedan actualizados el resto de parámetros dependientes.

2. Dimensionado de la instalación

A partir de los inputs generados por el cliente, se puede definir la potencia de la caldera actual, que será la potencia a sustituir por nuestro campo solar. De esta forma, se pueden calcular la cantidad y disposición de los colectores cilindro-parabólicos, así como el resto de variables técnicas que intervienen.

En este proceso, se evalúa el funcionamiento y producción de la instalación para cada una de las horas de un año típico, permitiendo así el cálculo de la energía generada al año. Suponiendo que toda la energía

generada por la instalación se aprovechase, este valor será equivalente al ahorro, por lo que será una de las principales variables del modelo económico.

3. Obtención de resultados

El software permite calcular el resto de parámetros de la instalación. Además de los puramente económicos (VAN, TIR, payback...), están también disponibles algunos de los parámetros más interesantes como la cantidad de CO2 que el cliente ha evitado a la atmosfera cada año o el ahorro anual en su empresa que la instalación permite.

11. Plan económico

11.1. Proyectos

Para realizar el estudio económico de la empresa y su rentabilidad se ha considerado que primero es necesario determinar la rentabilidad de cada uno de los proyectos y, a raíz de estos, ver cómo se comporta la empresa. Para ello, se realizó el análisis de tres proyectos hipotéticos que se han definido como proyectos “tipo”, pertenecientes a distintos sectores industriales susceptibles de ser potenciales clientes.

Para la definición de estos tres proyectos, se tienen en cuenta los parámetros principales de la planta, siendo estos los que la empresa necesita de la industria para realizar su actividad:

- Por una parte, la localización de la industria, puesto que la radiación es un factor clave en este negocio.
- A continuación, el tipo de combustible que la empresa utiliza actualmente, antes de realizar ninguna instalación. Este combustible pasará a ser el combustible auxiliar que entra en caso de que los CCP no produzcan, por lo que es importante conocer qué combustible es para saber cuánto se ahorraría del mismo. Se han considerado los tres tipos de combustible más comunes, siendo estos el gas natural, el carbón y el fuel-oil.

Gas natural	Carbón	Fueloil
0.053	0.12	0.0931

Precio del combustible en €/MWh

Es importante recordar que, a pesar de que el gas natural es el combustible más barato, se ha considerado que no todas las industrias hacen uso de este combustible porque no tienen acceso al mismo y, por lo tanto, utilizan otras fuentes de energía.

- Por último, la industria será la encargada de proporcionar a Smart Steam los datos de condiciones de vapor con los que operan, siendo estos: presión de vapor, temperatura y caudal de vapor. A partir de esta información, se lleva a cabo el cálculo de la potencia térmica.

Los tres clientes tipo pertenecen a sectores industriales diferentes, teniendo así en cuenta varios sectores en los que Smart Steam se puede mover, siendo los que se presentan a continuación:

PROYECTO A: Carlos es el CEO de su empresa, siempre se ha interesado por el medio ambiente y está buscando desde hace y algún tiempo la forma de hacer su empresa más sostenible.

Nombre
Edad
Cargo
Provincia
Municipio

Carlos Romero
37
CEO
Albacete
Bienservida



CARACTERÍSTICAS DE SU INDUSTRIA

SECTOR	Papelera
Presión [kPA]	750
Temperatura [°C]	200
Caudal [kg/s]	4
Combustible	Carbón

PROYECTO B: Teresa es la directora del departamento de producción de la industria conservera en la que trabaja. Desde hace unos meses está intentando minimizar los costes de la planta conservera y así obtener más beneficios.

Nombre
Edad
Cargo
Provincia
Municipio

Teresa Martín
55
Directora de producción
Murcia
San Javier



CARACTERÍSTICAS DE SU INDUSTRIA

SECTOR	Conservera
Presión [kPA]	575
Temperatura [°C]	240
Caudal [kg/s]	15
Combustible	Gas natural

PROYECTO C: Juan está buscando la manera de integrar un proceso limpio y sostenible en la industria en la que trabaja como director de desarrollo y así captar más clientes por ser "verdes", pero no quiere que esto le suponga a la fábrica un gran desembolso de dinero.

Nombre
Edad
Cargo
Provincia
Municipio

Juan López
42
Director de desarrollo
Badajoz
Lobón



CARACTERÍSTICAS DE SU INDUSTRIA

SECTOR	Textil
Presión [kPA]	700
Temperatura [°C]	175
Caudal [kg/s]	12
Combustible	Fueloil

	PY-A	PY-B	PY-C
Provincia	Albacete	Murcia	Badajoz
Municipio	Bienservida	San Javier	Lobón

Combustible	Carbón	Gas natural	Fueloil
Presión (kPa)	750	575	700
Temperatura (°C)	200	240	175
Caudal (kg/s)	4	15	12
Potencia (kWt)	678,60	3.894,00	1.407,60

Como indicadores de rentabilidad para cada uno de los proyectos se han utilizado el VAN, la TIR y el PAYBACK. Para ello, es necesario definir una serie de parámetros económicos, los cuales se han determinado mediante la consulta de proyectos con colectores cilindro-parabólicos y consulta a expertos. Estos parámetros se presentan a continuación:

Incremento de precio en el combustible	2%
% ganancias	90%
% costes	10%
Tasa de impuestos	35%
Tasa de descuento	4%

Los resultados son los que se muestran a continuación, junto con la inversión inicial que Smart Steam habría de hacer en cada proyecto:

	PY-A	PY-B	PY-C
Inversión (€)	885.720	4.207.170	1.295.910
VAN	1.347.283	1.238.840	2.194.502
TIR (%)	16%	7%	17%
Payback (años)	7	13	7

Es importante mencionar cuáles son las ganancias de los proyectos, puesto que al ser Smart Steam una empresa de servicios energéticos, no se está vendiendo un producto con el que se pueda contabilizar las ganancias.

Las ganancias que obtiene la empresa por proyecto es un porcentaje del ahorro que se le supone a la industria por el hecho de instalar los colectores. Este ahorro se ha calculado como el precio de combustible fósil que ya tenía la industria y que no se ha utilizado gracias a la planta solar para producir vapor.

11.2. Análisis de la empresa

Tras la definición de los tres proyectos tipo, se ha considerado que cada año Smart Steam incorpora nuevos proyectos a su portafolio. Para ello, se ha elaborado un matriz en la cual se indica cuántos proyectos de cada tipo se inician cada año, necesario para poder analizar los flujos de caja de la empresa.

Año de actividad Smart Steam	Proyecto	Proyecto	Proyecto	Proyectos nuevos
	A	B	C	
1	0	0	1	1
2	1	0	0	1
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1
5	0	0	1	1
6	1	1	0	2
7	0	0	1	1
8	1	1	1	3
9	1	0	2	3
10	3	1	2	6
11	1	0	1	2
12	1	1	1	3
13	3	0	1	4
14	0	0	1	1

Proyecto de Fin de Máster: Smart Steam

15	5	0	0	5
16	0	0	1	1
17	1	0	0	1
18	1	0	1	2
19	0	0	1	1
20	1	0	0	1

Se ha considerado que los indicadores VAN y TIR no son los más apropiados para determinar la rentabilidad de Smart Steam. Esto es así porque se han analizado los primeros 20 años de la empresa, pero se considera que tiene un ciclo de vida mayor, por lo que al iniciar cada año de los 20 nuevos proyectos analizados y teniendo en cuenta el payback de los distintos proyectos tipo, los proyectos tipo 1 iniciados a partir del año 13 en adelante, no se habrán rentabilizado en el año 20 de la empresa. Del mismo modo, esto ocurre con los proyectos de tipo 2 iniciados a partir del año 7 de la empresa y del tipo 3 iniciados a partir del año 13.

Por ello, la forma de analizar la rentabilidad económico-financiera de la empresa se procede a analizar sus flujos de caja cada año. En primer lugar, cada año se suman los flujos de caja correspondientes a los distintos proyectos que se tienen ese año, en los cuales ya se consideran todos los costes que cada proyecto tiene, incluyendo los costes de índole financiera. A continuación, es necesario contabilizar los préstamos que el banco proporciona por cada proyecto iniciado en cada año. Con todo ello, se establecen cuáles son los ingresos principales de la empresa. No obstante, se han de tener en cuenta cuáles son los costes propios de la empresa, como son: personal necesario por proyecto y qué sueldo va a tener cada trabajador y el alquiler de un local en el que la empresa desarrolle su actividad.

Personal mantenimiento (personas/proyecto)	2
Sueldo (€/persona/año)	20.000 €
Personal interno	6
Sueldo (€/persona/año)	35.000 €
Alquiler local (€/año)	24.000 €

Por lo tanto, con los gastos e ingresos que Smart Steam tiene a lo largo de los años se puede ver cuál es el comportamiento de la empresa y si esta es o no rentable:

Año de actividad Smart Steam	Cash flow anual
1	-193.591 €
2	43.301 €
3	135.977 €
4	383.882 €
5	484.177 €
6	279.136 €
7	1.028.541 €
8	693.680 €
9	1.533.631 €
10	1.423.319 €
11	3.348.054 €
12	3.373.082 €
13	4.222.934 €
14	5.303.618 €
15	5.012.062 €
16	6.281.178 €
17	6.731.387 €
18	6.832.804 €
19	7.603.209 €
20	7.859.119 €

Año de actividad Smart Steam	Cash-flow anual acumulado
1	6.409 €
2	49.710 €
3	185.687 €

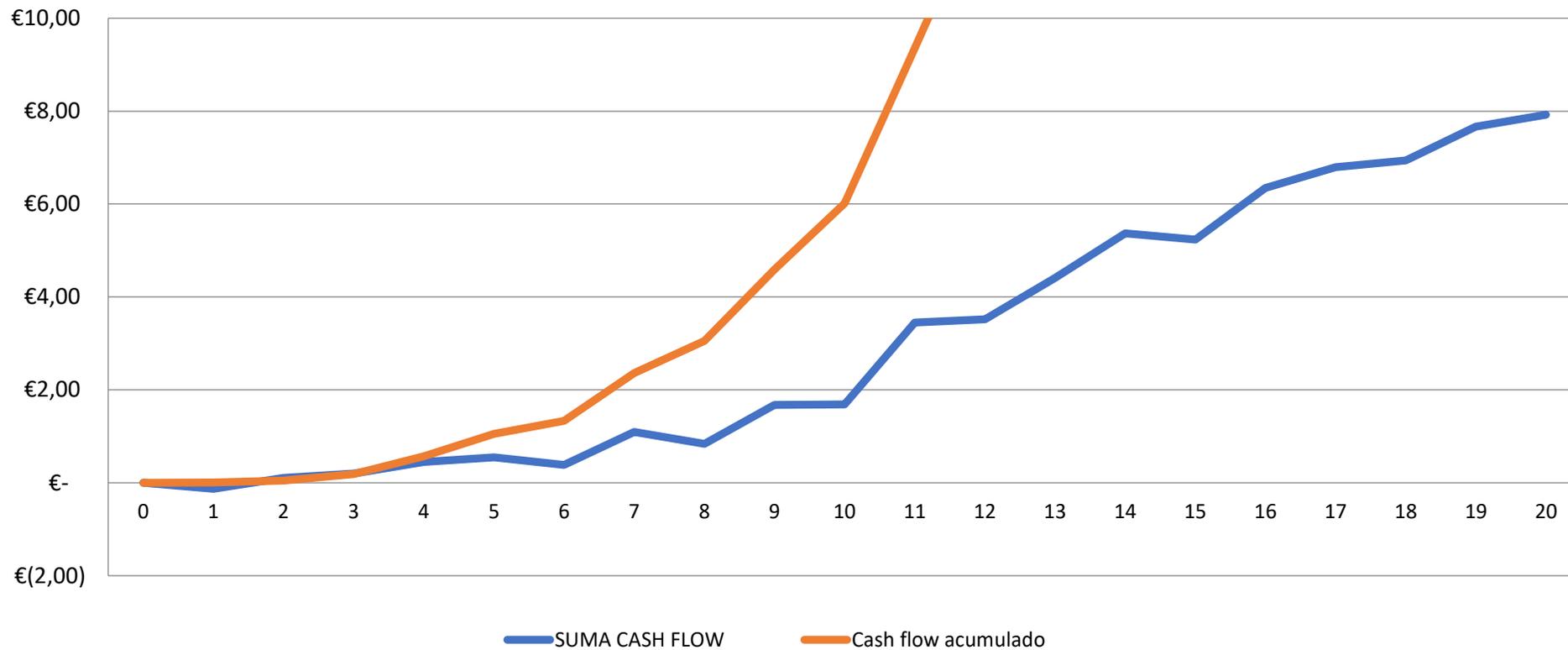
Proyecto de Fin de Máster: Smart Steam

4	569.569 €
5	1.053.747 €
6	1.332.883 €
7	2.361.425 €
8	3.055.105 €
9	4.588.736 €
10	6.012.055 €
11	9.360.110 €
12	12.733.192 €
13	16.956.127 €
14	22.259.745 €
15	27.271.808 €
16	33.552.986 €
17	40.284.374 €
18	47.117.178 €
19	54.720.387 €
20	62.579.507 €

Se puede comprobar que la empresa cada año aumenta sus beneficios y que, por lo tanto, es rentable y tiene capacidad para crecer e ir abarcando nuevos proyectos.

Se ha contabilizado un capital social en el año antes de comenzar la actividad de la empresa de 200.000 €, debido a que el banco no proporcionaría el 100% de la financiación del proyecto, como se explicará más adelante. Teniendo en cuenta que Smart Steam está formado por seis socios fundadores, cada uno de ellos deberá aportar un capital de 33.333 €. Esto se ve reflejado en el cash flow acumulado, donde se ha tenido en cuenta que en el año anterior a comenzar la actividad de la empresa se ha aportado un capital social.

Evolución Smart Steam



Siendo el eje de abscisas los años de actividad de Smart Steam y el eje de ordenadas millones de €.

En el gráfico se puede observar que, aunque en el primer año el cash flow anual es negativo, el cash flow acumulado no lo es. Esto es debido a que el cash flow anual pretende mostrar lo que entra y sale caja sin tener en cuenta el capital social que se ha aportado en el año 0, mientras que en el cash flow acumulado sí queda esto reflejado, como ya se ha mencionado anteriormente. La tendencia de la empresa es positiva, ya que cada año crece con más rapidez, por lo que se puede concluir que Smart Steam es rentable. Sin embargo, es importante mencionar que proyectos grandes como el Proyecto B no pueden ser abordados por Smart Steam hasta el año 6 de actividad de la empresa, pues supone una inversión inicial grande.

Por otra parte, es importante saber cómo se va a financiar la empresa. Con el fin de estudiar cómo se ha de financiar Smart Steam, durante la fase de validación se consultó la opinión de un experto, director de una sucursal de un banco, el cual proporcionó la siguiente información: los proyectos se financiarán con un 70% de préstamo por parte de un banco y el 30% restante se aportará gracias al capital social de la empresa, y así se ha tenido en cuenta en los cálculos financieros. Por otra parte, el banco pedirá garantías de pago por parte de los clientes de Smart Steam, por lo que será necesario presentar un contrato ya firmado por el cliente en el cual se compromete a efectuar los pagos. Por último, al tratarse de una empresa con un valor añadido de sostenibilidad, cabe mencionar que actualmente a los bancos les interesa participar en proyectos de esta índole, pues les beneficia a nivel de responsabilidad social corporativa y marketing.