



TRABAJO FIN DE MÁSTER

DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA PROYECTAR INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS BASADO EN EL SOFTWARE CHEQ4

Autor: Joaquín Moltó González

Especialidad: Formación Profesional de Industriales

Tutor: Manuel Lucas Miralles

Curso académico: 2023-24

ÍNDICE

1. Resumen y palabras clave	2
2. Introducción	4
3. Revisión bibliográfica.....	7
4. Propuesta	11
4.1 Introducción teórica a la energía solar térmica	11
4.2 Programa de diseño de instalaciones solares térmicas	12
5. Conclusiones.....	27
6. Referencias	29
7. Anexos.....	32
Anexo A. Certificado CHEQ4.....	32





1. Resumen y palabras clave

El método con el cual transmitimos conocimientos y adquirimos nuevos aprendizajes está en constante evolución. Las metodologías educativas tradicionales y magistrales, en las que el docente es el protagonista y los estudiantes reciben información de forma pasiva, ya no son tan eficaces como eran anteriormente.

En los últimos años, las metodologías activas han ganado un lugar destacado en el ámbito educativo, mediante un enfoque innovador aportando valor al proceso de aprendizaje centrado en el deseo de aprender del propio estudiando. En lugar de recibir únicamente conocimiento de forma pasiva, estas metodologías proponen la participación en equipo e involucrar activamente a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje.

Para la realización de este Trabajo Fin de Máster (TFM), se ha optado por la metodología de aprendizaje colaborativo basado en las energías renovables, desarrollando una unidad didáctica sobre las instalaciones solares térmicas. En concreto, haremos uso de un programa informático gratuito en el que los estudiantes se verán inmersos en su proceso de aprendizaje. Una parte fundamental es la posibilidad por parte de los estudiantes de proponer y desarrollar sus propias propuestas de instalación aplicando los conceptos teóricos aprendidos y fomentando la creatividad y el pensamiento crítico para lograr diseñar soluciones eficientes e innovadoras. Para alcanzar dicho objetivo, será necesaria la colaboración activa de cada uno de los miembros del grupo de trabajo, teniendo en cuenta verificar si las instalaciones solares propuestas cumplen los requisitos de contribución solar mínima exigida por la HE4.

Palabras clave: estudiantes, aprendizaje colaborativo, creatividad, energías renovables, eficientes.

Abstract

The method by which we transmit knowledge and acquire new learning is constantly evolving. The traditional lecture-based educational methodologies, where teacher is the protagonist and students receive information passively, are no longer as effective as they were in the past.

In recent years, active methodologies have gained a prominent place in the educational field, through an innovative approach bringing value to the learning process centred on the learner's own desire to learn. Instead of only receiving knowledge passively, these methodologies propose team participation and actively involving students in their own learning process.

To carry out this Master's Thesis (TFM), I have opted for a collaborative learning methodology based on renewable energies, developing a didactic unit on solar thermal installations. Specifically, we will make use of a free computer programme in which the students will be immersed in the learning process. A fundamental part is the possibility for students to propose and develop their own installation proposals by applying the theoretical concepts learnt and encouraging creativity and critical thinking in order to design efficient and innovative solutions. In order to achieve this objective, the active collaboration of each member of the working group will be necessary, taking into account the verification of whether the proposed solar installations meet the minimum solar contribution requirements of HE4.

Keywords: students, collaborative learning, creativity, renewable energies, efficient.



2. Introducción

En el contexto actual, los líderes mundiales han adoptado una serie de compromisos, denominados Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), cuyo objetivo es proteger al planeta y asegurar la prosperidad mediante el desarrollo sostenible (Agenda 2030). A lo largo de este proyecto desarrollaremos actividades pedagógicas enfocadas a la enseñanza y aprendizaje, específicamente el ODS 4, relacionado con la educación de calidad y el ODS 7 sobre la energía asequible y no contaminante.

Actualmente, la energía que consumimos sigue siendo la principal causa del cambio climático, representando alrededor del 60% las emisiones mundiales de efecto invernadero. Tal y como hace referencia Gámez (2024) de las Naciones Unidas, las fuentes renovables alimentan alrededor del 30% del consumo de energía del sector eléctrico, siendo los sectores del transporte y la calefacción los grandes desafíos.

Con la mirada en la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles, la energía solar térmica representa en la actualidad una fuente renovable de energía con un potencial elevado. De esta manera, podremos alcanzar los desafíos actuales en términos de sostenibilidad energética y cambio climático. La energía solar térmica aprovecha la radiación solar para calentar un fluido, capturando dicha radiación para posteriormente utilizar dicho elemento en aplicaciones para la calefacción de estancias y de agua para uso doméstico y/o industrial.

Como podemos observar en la siguiente imagen, en España es significativo el incremento de generación solar térmica en los últimos años. Este crecimiento se atribuye a su capacidad para producir energía de manera sostenible, la relativa facilidad de implementación, versatilidad y posibilidad de almacenamiento. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos que se vienen realizando para implementar y aprovechar eficientemente fuentes de energías renovables, se requiere de una mayor confianza pública, políticas favorables, legislación, incentivos económicos y educación para promover su crecimiento, desarrollo, implementación y formación de las siguientes generaciones Ocetkiewicz (2017).

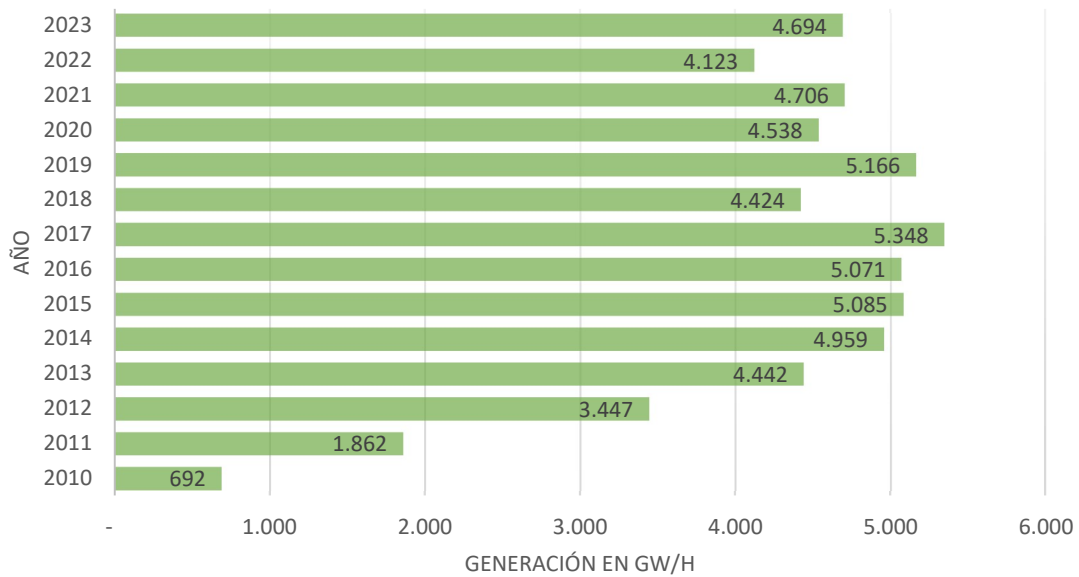


Figura 1: Generación solar térmica en España, adaptada de Statusta (2024).

Otro punto a tener en cuenta es que su implementación requiere de una base sólida de conocimientos y habilidades técnicas. Siendo necesario que los profesionales de esta área estén adecuadamente formados en la instalación y mantenimiento de sistemas solares térmicos, garantizando su eficiencia y rentabilidad en la vida útil de la instalación. Esto destaca la necesidad de alineación entre el ámbito académico y las demandas del mercado laboral en el sector de las energías renovables.

En este sentido, las metodologías activas ofrecen a los estudiantes un aprendizaje de forma interactiva y participativa: formándose de forma conjunta, compartiendo conocimientos y recursos, consiguiendo enriquecer su comprensión y planteando diferentes ideas. Además, el uso de programas informáticos especializados proporciona una herramienta muy versátil para el diseño y análisis de las instalaciones, dotando de una preparación de calidad para su futuro inmediato.

El objetivo principal de este trabajo es proponer una situación de aprendizaje colaborativo utilizando CHEQ4, un programa informático referente en el sector. Este software ha sido desarrollado por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE) junto con la Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT). Su finalidad es la aplicación, evaluación y cumplimiento del apartado HE4 dentro del Código técnico de la Edificación (CTE). Dicho programa es gratuito y consigue definir una amplia variedad de instalaciones solares. A su vez, introduce un mínimo de parámetros del proyecto asociados a cada configuración del sistema, obteniendo así la cobertura solar que ese sistema proporciona sobre la demanda de energía para agua caliente sanitaria (ACS) y calentamiento del agua de las piscinas del edificio.

Como docentes es de vital importancia conocer las nuevas herramientas y recursos disponibles para diversificar los métodos de enseñanza ya insaturados a lo largo de los años con el fin primordial de adaptarse a las demandas cambiantes dentro del entorno educativo y profesional.

Para la propuesta metodológica se toma como referencia el uso de CHEQ4, en el contexto educativo permite al alumnado del módulo 0352 sobre configuración de instalaciones solares térmicas (Técnico Superior en Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica) conseguir alcanzar las siguientes competencias profesionales, personales y sociales:

- ✓ Aplicar procedimientos establecidos y programas informáticos reconocidos para el proceso de calificación y certificación energética de edificios.
- ✓ Formalizar propuestas de instalaciones solares respondiendo a las necesidades energéticas de los clientes.
- ✓ Configurar instalaciones solares térmicas definiendo las características de sus componentes.
- ✓ Liderar situaciones colectivas que se puedan producir: mediando en conflictos personales y laborales, contribuyendo al establecimiento de un ambiente de trabajo agradable y actuando en todo momento de forma respetuosa y tolerante.
- ✓ Mantener el espíritu de innovación y actualización en el ámbito de su trabajo para adaptarse a los cambios tecnológicos y organizativos de su entorno profesional.

Destacar que integración de herramientas por parte de los discentes promueve una situación de aprendizaje beneficiosa para los estudiantes contribuyendo así al desarrollo de soluciones innovadoras, sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.



Figura 2: Software CHEQ4

3. Revisión bibliográfica

La intersección entre educación y energías renovables es un imperativo permanente que promueve la concienciación sobre la importancia de incorporar fuentes renovables no convencionales de energía. Además, la educación dispone de las herramientas suficientes para promover entre la ciudadanía el desarrollo de actitudes y valores que contribuyan a enfrentar los retos energéticos de las comunidades a través de prácticas educativas, sociales y culturalmente Ballesteros-Ballesteros (2019).

Sin embargo, la falta de conocimiento en los niveles escolares de primaria y secundaria son algunos de los factores clave para obtener una formación de calidad y una mejora para la explotación de las energías renovables de una manera efectiva. Esto demuestra que existe una escasez de habilidades relacionadas con la conservación de la energía a nivel profesional Zuñiga y Valenzuela (2020).

A nivel académico, no se pone en duda el conocimiento del profesorado sobre el tema y los métodos de enseñanza dado que el docente siempre está presente para observar, escuchar, proveer de recursos y conocimientos en los momentos adecuados. Apoyando el proceso de enseñanza-aprendizaje y valorando las iniciativas, permitiendo comprender por qué, cuándo y cómo esos hechos y habilidades son relevantes Gallego (2018). Como fundamento teórico, se parte de la explicación oral del docente (enseñanza direccional o conductista) como introducción al tema. Posteriormente, la lectura e indagación sobre el tema por parte de los discentes. Haciendo referencia al trabajo de investigación Villarreal (2022) se comprobó que muchos de los docentes no emplean estrategias activas dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que no se generaba pensamiento crítico y trabajo colaborativo dentro del aula. Por lo tanto, es imprescindible innovar en los métodos de enseñanza desde un enfoque que promueva una formación innovadora, integral e interdisciplinar para fomentar las habilidades y capacidades de los estudiantes.

Igualmente, la formación tiene el cometido de encaminar las experiencias de aprendizaje-servicio donde se requiere que los estudiantes descubran una variedad de problemas en su comunidad, eligiendo un problema y trabajando en la solución. De esta manera, los miembros de dicha comunidad reciben un valioso servicio y apoyo institucional. De este modo, mientras que los estudiantes aplican el conocimiento en entornos prácticos, son conscientes como la ciencia es algo relevante para sus propias vidas y pueden mejorar sus habilidades interpersonales, organizativas y la confianza en sí mismos Kandpal y Broman (2014).

En consecuencia, es necesario e importante hablar de participación académica por parte del estudiante, es decir, el aprendizaje colaborativo que nos permite enfocarnos en la experimentación del estudiante en lo que denominamos equipos de aprendizaje, el mismo que influye en el logro de los aprendizajes con sus

respectivos factores como los cognitivos, procedimentales y actitudinales. Estos factores según afirma Kleiber Vargas (2020), “se desarrollan a través de estrategias educativas que promueven el pensamiento crítico, la creatividad, toma de decisiones y habilidades comunicativas” (p.364).

Mediante la metodología de aprendizaje colaborativo, se pretende que el alumnado tome protagonismo, adquiriendo un rol activo donde ha de realizar trabajo grupal, mostrar participación activa y compartir sus reflexiones con el resto de integrantes. Por otra parte, cabe destacar la aceptación de críticas constructivas y las perspectivas del resto de estudiantes que forman el grupo.

Existen diferentes tipos de aprendizaje colaborativo, variados y dependientes del entorno educativo y la rama de conocimiento donde se aplique. Entre ellos:

- Aprendizaje colaborativo informal
- Colaborativo formal
- Colaborativo online

Estudios como el de Rodríguez (2001), han resaltado sus efectos sobre la dinámica del grupo, la mayor integración y motivación de los estudiantes. Así como los propios resultados del aprendizaje. Sin embargo, también hacen referencia a efectos negativos, que en general se consideran menores que sus ventajas: la no colaboración, el que miembros de un equipo utilicen el trabajo del resto o simplemente el que un individuo se aproveche de los resultados para fines propios. Su implementación tecnológica también plantea dudas, especialmente en cuanto a la interpretación genuina entre el alumnado. Un ejemplo de ello: falta de coordinación por el trabajo realizado en grupo, influencias inapropiadas por las dinámicas del grupo, la pérdida de interés en trabajar activamente debido a logros o protagonismo de otros. Por lo tanto, requiere un enfoque cuidadoso y una comprensión más profunda de sus implicaciones teóricas y prácticas. Por esta razón, requiere un enfoque cuidadoso y una comprensión más profunda de sus implicaciones teóricas y prácticas.

Con el fin de fomentar estas y aptitudes entre el alumnado, se han desarrollado nuevas aplicaciones y espacios. Siendo uno de los orígenes, fomentar las actividades de trabajo conjunto y teletrabajo. Tal y como hace referencia a Rodríguez (2001), “El campo del Computer Supported Collaborative Work (CSCW) ha tenido una rápida evolución debido a los cambios sociales y diferentes formas de la división social del trabajo” (p.64).

Algunas de las características de este entorno colaborativo Saitua-Iribar, Corral-Lage y Peña-Miguel (2020) son: ningún estudiante tiene asignada una única tarea, todos tiene una tarea principal determinada por el rol principal que asumen, la asignación de tareas depende de quién asume el rol de director del proyecto, si bien

todas las asignaciones son consensuadas y las tareas centrales en las que todos participan son las que suponen una exposición pública del trabajo del equipo.

La motivación es uno de los aspectos fundamentales, cuando no viene dada, no siempre es fácil de conseguir, pero es más fácil que en situaciones individualizadas, por el propio efecto social que genera en el grupo. Existe una motivación grupal, que viene definida por factores como: partir los mismos objetivos Slavin (1994) y una motivación personal, que requiere participación activa y responsabilidad personal Salomon y Perkins (1998).

El aprendizaje colaborativo se beneficia de las nuevas tecnologías en los siguientes aspectos Calzadilla (2001):

- Estímulo de la comunicación interpersonal del aprendizaje virtual, ya que posibilita el intercambio de información de los miembros del grupo involucrado.
- Existe una gran flexibilidad cognitiva, ya que cada participante puede elegir su propio recorrido según su nivel su nivel de aprendizaje y no tiene porque estar atado a los progresos estáticos en papel, sino que puede experimentar y volver a empezar si el ritmo es demasiado acelerado. También permite que cada integrante escoja el grupo en el que desea participar libremente.
- Difusión de experiencias.
- Se puede realizar un seguimiento del proceso de los integrantes del grupo a través de las acciones que realizan.

A pesar de los múltiples beneficios, la falta de recursos y la capacitación de los docentes puede dificultar los entornos colaborativos en el aula. Nuevas herramientas fomentan el aprendizaje colaborativo en el ámbito de las energías renovables y la falta de acceso a las mismas y a los recursos digitales de hoy en día puede ser un gran obstáculo. Además, los docentes deben tener en cuenta y considerar las necesidades de cada uno de sus dicentes y adaptar la metodología en el campo de las energías renovables.

En este contexto, es importante mencionar que Guerra (2023), en su Trabajo Final de Grado, utilizó el programa CHEQ4 con el propósito de obtener un informe de manera rápida a una propuesta de instalación solar térmica real. Además, Peña (2023) en su Trabajo Final de Grado realizó un estudio de los resultados con otros métodos de cálculo como TRNSYS, ACSOL y f-Chart, que se utilizan actualmente para el dimensionamiento de instalaciones y que pueden llegar a ser más complejos.

En resumen, la hipótesis que define la presente propuesta se basa en la incorporación del aprendizaje colaborativo en la formación de energías renovables promueve una comprensión más profunda y un compromiso por parte del alumnado, fomentando las habilidades de trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la solución de problemas que deberán de desarrollar para su futuro profesional en constante cambio.



4. Propuesta

La propuesta se contextualiza en alumnado de segundo curso del módulo de configuración de instalaciones solares térmicas con una carga lectiva total de 140 horas del ciclo formativo de grado superior en Eficiencia Energética y Energía Solar térmica.

4.1 Introducción teórica a la energía solar térmica

La energía solar térmica tiene como objetivo captar y aprovechar de manera eficiente la radiación solar para transformarla en energía térmica utilizable en diferentes aplicaciones. Con el propósito de minimizar la dependencia de combustibles fósiles, reducir las emisiones de efecto invernadero, mejorar la autosuficiencia energética y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Para comenzar con la propuesta es fundamental que el alumnado conozca los componentes de una instalación solar, siendo los indicados a continuación:

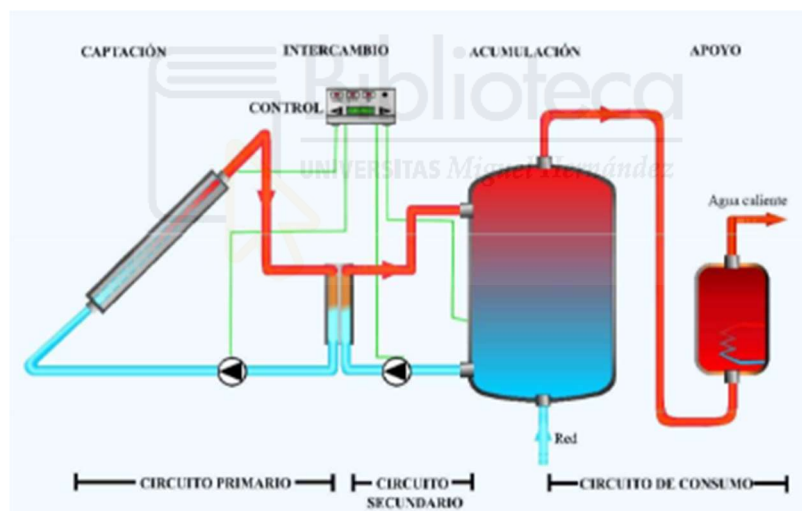


Figura 3: Instalación solar térmica. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía

1) Sistema de captación.

Los paneles solares son denominados colectores o captadores y su función principal es atrapar la radiación, transformarla en calor y transmitirla al fluido de trabajo. Siendo la parte más reconocida al estar en sitios visibles como tejados donde reciben la luz directa del sol. Estos paneles están formados por una serie de tubos metálicos o paneles por donde circula un fluido.

2) Sistema de intercambio.

Los intercambiadores son los responsables de la transmisión de energía calorífica entre el fluido y el agua. Existen dos tipos en función de su posición, interno o externo. Sus pérdidas de carga han de ser reducidas. En función de los

circuitos existentes en la instalación estos podrían no ser necesario al disponer de un único circuito.

3) Sistema de acumulación.

Los depósitos acumulan el agua, permitiendo que haya un desfase temporal entre producción y consumo. Los materiales empleados para su fabricación son aceros tratados, acero inoxidable o no metálicos.

4) Sistema de apoyo.

Completa el aporte solar suministrando la energía adicional necesaria para cubrir el consumo previsto.

5) Sistema de control y regulación.

Se encarga de que la instalación funcione en las condiciones esperadas.

Una vez impartida la parte teórica del módulo, los estudiantes formarán grupos de 4 personas para llevar a cabo la actividad propuesta.

4.2 Programa de diseño de instalaciones solares térmicas

Posteriormente, el grupo de alumnos deberá descargar del portal web de [IDAE](#) el programa informático CHEQ4, software intuitivo y fácil de usar que ha sido diseñado para facilitar la aplicación, cumplimiento y evaluación de la sección HE4 incluida en la exigencia básica HE Ahorro de energía del código técnico de la edificación (CTE).

CHEQ4 se utiliza para calcular la contribución solar en base mensual de instalaciones para agua caliente sanitaria. Se deben tener en cuenta los valores de entrada como climatología del lugar, la configuración del sistema solar térmico, la demanda y otros parámetros que requiere el programa para el cálculo.

La metodología de cálculo empleada por el programa es MetaSol. Este método combina la precisión y flexibilidad de la simulación dinámica de otros programas. El método consiste en dos curvas obtenidas a partir de los resultados de más de 69.000 simulaciones realizadas con TRNSYS. Finalmente, mediante un exhaustivo tratamiento estadístico, se han determinado cuales eran las variables más destacadas. Posteriormente, se han obtenido 14 curvas, dos por configuración, permitiendo predecir las ganancias y pérdidas de cada uno de los sistemas. A diferencia de otros métodos, las condiciones de contorno (temperatura ambiente, radiación, demanda, temperatura agua de la red, etc.) se tienen en cuenta de acuerdo a la normativa española vigente. Además, teniendo en cuenta las configuraciones de la mayoría de los sistemas para viviendas unifamiliares, pisos y

sistemas con piscinas cubiertas. La tabla, que se muestra a continuación, refleja las diferencias entre el método de cálculo a utilizar y F-Chart:

	MetaSol	F-Chart
Configuraciones	7	1
Climas	7	1
Simulaciones	69.000	300
Demanda máxima	3.000 kg/día	560 kg/día

Figura 4: Comparativa MetaSol y F-Chart. Fuente: IDAE

Una vez descargado e instalado el software en los equipos del aula de informática, los alumnos procederán a abrir la aplicación. Después, deberán comprobar la versión del programa, la base de datos y la metodología de cálculo empleada que será MetaSol.



Figura 5: Pantalla inicio software CHEQ4

Para comenzar con la tarea, cada grupo de cuatro alumnos y alumnas deberán de disponer de unos datos de instalación diferentes y seguir los siguientes pasos:

- 1) Indicar la localidad donde se va a realizar la validación de la instalación:

En esta pestaña, el alumnado deberá introducir en los campos pertinentes la provincia y municipio para obtener de la base de datos del programa, la zona climática y la latitud. Además, disponemos de la opción de modificar la altura sobre el nivel del mar en los casos que difiera a la del municipio.

En la misma pantalla, se muestra una tabla por meses y una última fila del promedio de la radiación mensual, la temperatura de la red y temperatura ambiente.

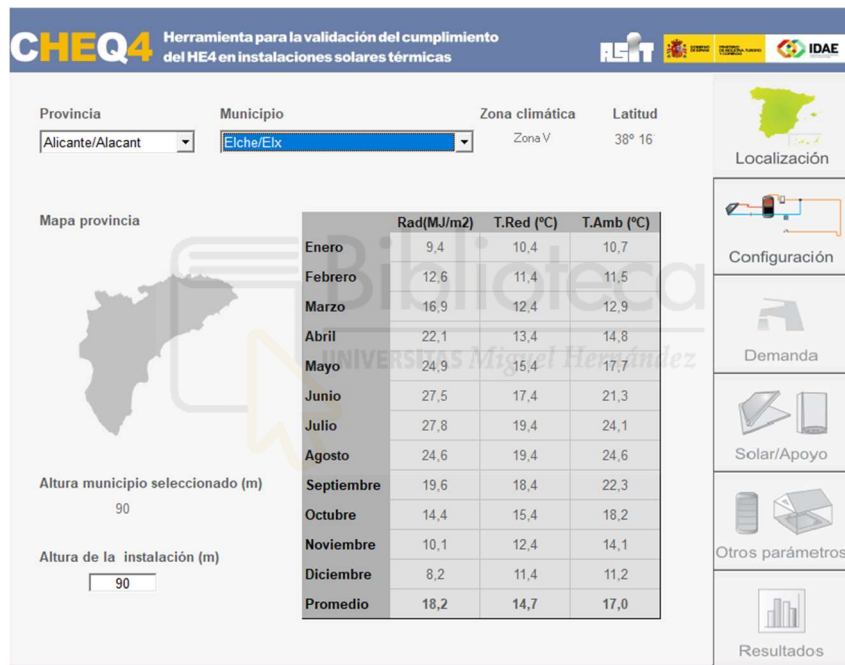


Figura 6: CHEQ4 pestaña localización

El programa mostrará la irradiación global media mensual, la temperatura media mensual del agua de red y la temperatura ambiente media mensual. Además, proporcionará la zona climática a la que pertenece y su latitud.

- 2) Configuración de la instalación

A continuación, es necesario indicar la configuración escogida para la instalación. Pulsando en cada una de las opciones, el programa muestra un esquema de la instalación y una breve descripción de la misma. Las diferentes configuraciones son:

- Instalación con sistema prefabricado.
- Instalación con todo centralizado.
- Instalación con interacumulador.
- Instalación con apoyo distribuido.
- Instalación con intercambiador independiente.
- Instalación con acumulación distribuida.
- Instalación con intercambiador y piscina cubierta.
- Instalación con intercambiador distribuido.



Figura 7: CHEQ4 pestaña configuración

3) Indicar aplicación y número de usuarios

Seguidamente, es necesario seleccionar la aplicación a la que está destinada la instalación. Puede aplicarse a viviendas, hoteles, restaurantes, escuelas y gimnasios. En este caso, hacemos hincapié en viviendas y dispondremos de consumo único para facilitar la toma de contacto con el programa. Al ser consumo único, debemos indicar el número de personas y nos facilitará el consumo de agua diario a 60 °C. En la misma pantalla, se muestra una tabla con la ocupación total para cada mes del año, suponiendo el 100% de ocupación excepto los meses de verano que puede reducirse al 75%.

Una vez completados los campos de demanda, disponemos de la contribución solar mínima exigida de la instalación. Posteriormente, el programa mostrará si la instalación cumple con la exigencia requerida.

CHEQ4 Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas

CONSUMO ÚNICO
 Aplicación: Vivienda
 Número de personas: 2
 Demanda calculada (l/día a 60 °C): 56

CONSUMO MÚLTIPLE

	Viviendas	Dormitorios	Personas	Litros/día
Tipo A	0	0		
Tipo B	0	0		
Tipo C	0	0		
Tipo D	0	0		

Demanda calculada (l/día a 60 °C): 56

CONSUMO TOTAL
 Otras demandas (l/día a 60°C):
 Demanda total (l/día a 60°C): 56

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA
 Caso general FS 0% Caso piscina FS 70%

OCUPACIÓN ESTACIONAL (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
100	100	100	100	100	100	100
	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
100	100	100	100	100	100	100

Figura 8: CHEQ4 pestaña demanda

4) Indicar el equipo solar y de apoyo

En la siguiente pestaña indicamos la empresa, marca y modelo del captador solar. Una vez seleccionados, el programa muestra automáticamente los datos de ensayo del captador con los datos de área, volumen, el laboratorio y certificación. Será necesario completar los datos del campo de captadores en función de la instalación tales como: número de elementos, número de captadores en serie, pérdidas de sombras en porcentaje, orientación en grados e inclinación en porcentaje. Posteriormente, obtenemos el área total de la totalidad de los captadores en metros cuadrados.

Finalmente, es necesario completar los datos solicitados de los circuitos primario y secundario. Tales como: caudal, anticongelante, longitud del circuito, diámetro de tubería, espesor de aislante y tipo de aislante.

Para finalizar con este apartado, es necesario especificar el tipo de sistema y tipo de combustible del sistema de apoyo: gas natural, gasóleo, GLP, biomasa o electricidad. El tipo de sistema puede ser:

- Caldera convencional.
- Caldera de condensación.
- Caldera de baja temperatura.
- Caldera biomasa.
- Caldera eléctrica.
- Termo eléctrico.

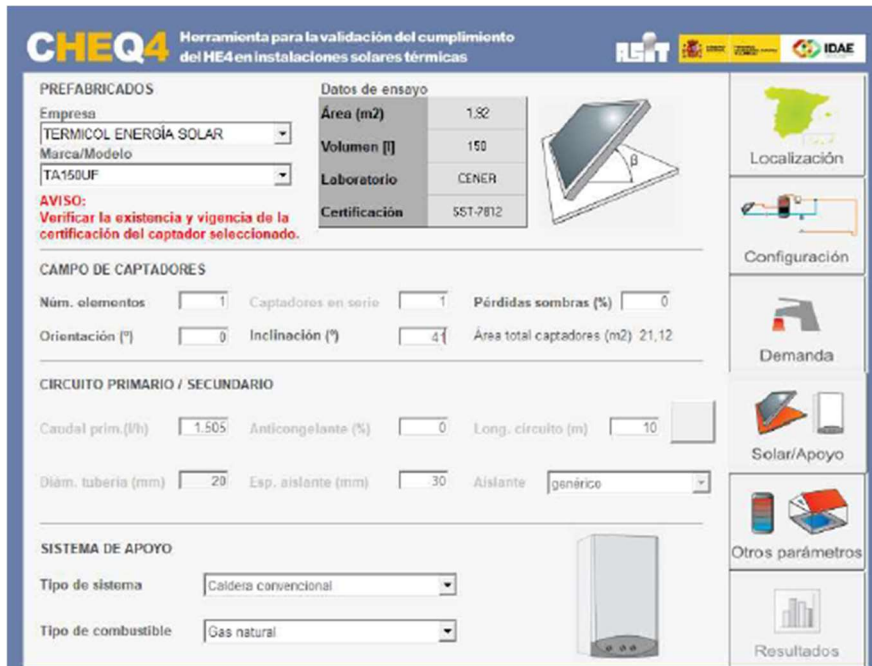


Figura 9: CHEQ4 pestaña solar/apoyo

5) Selección de otros parámetros.

La siguiente opción está dividida por el volumen de acumulación, la distribución y datos de una piscina cubierta.

Los sistemas de acumulación son instalados con el fin de almacenar el ACS en periodos de baja demanda para posteriormente suministrarla en momentos en que la demanda sea mayor a la que puede producir el circuito de captación solar. El volumen de acumulación debe indicarse en litros y diferenciar si la instalación dispone de más subestaciones.

Con respecto a la distribución debe indicarse: longitud del circuito, diámetro de tubería, espesor aislante, temperatura de impulsión y el tipo de aislante. A nivel energético, es importante seleccionar un aislante de buenas características térmicas con el propósito de aislar todos los componentes de la instalación y así disminuir las pérdidas y evitar un consumo excesivo de acuerdo al reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (° C)		
	40...60	> 60...100	>100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1. Espesores mínimos de aislamiento (mm). Fuente: RITE

En el caso de existir piscina cubierta será necesario completar los datos de: altura, apertura diaria, superficie lámina, humedad relativa en porcentaje, temperatura ambiente, temperatura piscina, renovación volumen diario y ocupación.

Figura 10: CHEQ4 pestaña otros parámetros

6) Resultados

Con todos los datos de la instalación y el contexto requeridos, el programa nos indica en la pestaña de resultados si la instalación cumple con los requerimientos de contribución solar mínima exigidos por la HE4 y nos permite descargar el certificado. La aplicación proporciona una tabla de resultados en la cual obtenemos:

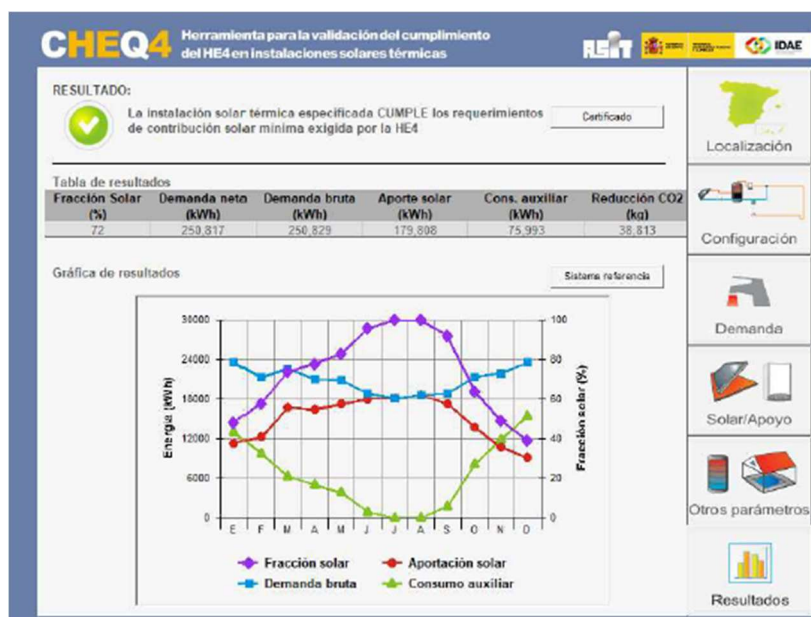


Figura 11: CHEQ4 pestaña resultados

Para la propuesta en el aula, los alumnos y alumnas deben organizarse en equipos de trabajo, compuestos por cuatro estudiantes. Los pasos a seguir deben ser:

1. Cada grupo tiene que definir y familiarizarse con las características necesarias de la instalación a calcular:

Provincia:		Municipio:	
Configuración			
Aplicación:		Personas:	
Ocupación:			
Captadores:		Marca/modelo:	
N.º captadores:		Orientación (º):	
Inclinación (º):		Anticongelante (%)	
Longitud circuito (m):		Espesor aislante (mm):	
Sistema de apoyo:		Aislante:	
Acumulación (l):		Longitud circuito (m):	
Ø tubería (mm)		Espesor aislante (mm):	
T.ª impulsión (ºC):		Aislante:	

Tabla 2. Datos enunciado caso práctico. Fuente: elaboración propia

2. A continuación, realizar la simulación para comprobar si la instalación dimensionada cumple con la contribución solar mínima exigida y así obtener el certificado del programa CHEQ4.
3. Cada grupo debe realizar un informe técnico de los datos obtenidos de la simulación. Además, será necesario llevar a cabo una presentación explicando los datos obtenidos, los pasos seguidos y las características de su instalación.
4. Desarrollar el estudio de viabilidad económica con precios y características de los equipos empleados. Además, comparativa de los combustibles empleados.
5. Finalmente, cerrar la dinámica con una ronda de preguntas y retroalimentación en el que cada grupo debe evaluar el trabajo del resto de equipos para enriquecer todavía más el aprendizaje sobre el tema.

La evaluación por parte del docente estará centrada en el cumplimiento de la siguiente rúbrica.

	MUY ADECUADO (10)	ADECUADO (7)	BÁSICO (3)	INADECUADO (0)
COMPRESIÓN TEÓRICA (20%)	Demuestra una comprensión sólida de todos los conceptos teóricos	Demuestra una comprensión de la mayoría de los conceptos teóricos	Demuestra una comprensión superficial de los conceptos teóricos	No demuestra comprensión sólida de los conceptos teóricos
UTILIZACIÓN CHEQ4 (20%)	Identifica e indica correctamente todos los parámetros	Identifica e indica todos los parámetros, pero con algún error	No identifica e indica todos los parámetros. Algunos con errores	No identifica correctamente los parámetros
MODIFICACIONES (20%)	Realiza las modificaciones pertinentes para cumplir los requisitos, detallando los cambios realizados	Realiza las modificaciones pertinentes para cumplir con los requisitos, pero no detalla todos los cambios realizados	Realiza las modificaciones pertinentes para cumplir con los requisitos, pero no detalla los cambios	No realiza las modificaciones pertinentes para cumplir con los requisitos
CONTENIDO (20%)	Incorpora detalladamente todos los pasos realizados con el programa	Incorpora todos los pasos realizados con el programa	Incorpora la mayoría de los pasos realizados con el programa y con errores	Incorpora contenido no pertinente
INFORME FINAL (20%)	Claro y bien estructurado. Incluye todos los apartados y resultados	Claro y bien estructurado. No incluye todos los apartados y resultados	Claro y bien estructurado pero incompleto	Incompleto y mal estructurado

Tabla 3. Rúbrica realización ejercicio práctico. Fuente: elaboración propia

En docente deberá evaluar del mismo modo la participación activa, la capacidad de colaboración dentro del grupo.

	MUY ADECUADO (10)	ADECUADO (7)	BÁSICO (3)	INADECUADO (0)
RESOLUCIÓN PROBLEMAS (20%)	Busca y sugiere soluciones a los problemas.	Refina soluciones sugeridas por otros.	No sugiere, pero está dispuesto a tratar soluciones propuestas por otros.	No trata de resolver problemas o ayudar a otros a resolverlos. Deja a otros hacer el trabajo.
APORTA AL GRUPO (20%)	Repetidamente controla la eficacia del grupo y hace sugerencias para que sea más efectivo.	Repetidamente controla la eficacia del grupo y trabaja para que el grupo sea más efectivo	Ocasionalmente controla la eficacia del grupo y trabaja para que sea más efectivo.	Rara vez controla la eficacia del grupo y no trabaja para que éste sea más efectivo.
TRABAJA CON COMPAÑEROS (20%)	Casi siempre apoya el esfuerzo de otros. Trata de mantener la unión de los miembros trabajando en grupo.	Usualmente apoya el esfuerzo de otros. No causa problemas en el grupo	A veces apoya el esfuerzo de otros. Algunas veces no es un buen miembro del grupo	Raramente apoya el esfuerzo de otros. Frecuentemente no es un buen miembro del grupo.
ACTITUD (20%)	Nunca critica públicamente el trabajo de otros. Siempre con actitud positiva hacia el trabajo	Rara vez critica públicamente el trabajo de otros. A menudo con actitud positiva hacia el trabajo	Ocasionalmente critica públicamente el trabajo de otros. Tiene una actitud positiva hacia el trabajo	Con frecuencia critica públicamente el trabajo de otros. Siempre con actitud positiva hacia el trabajo
PREPARACIÓN (20%)	Trae material y está siempre listo para trabajar	Casi siempre trae material y está listo para trabajar	Casi siempre trae material y algunas veces no está listo para trabajar	A menudo olvida material o no está listo para trabajar

Tabla 4. Rúbrica metodología colaborativa. Fuente: elaboración propia

El resto de compañeros y compañeras deberán evaluar la destreza a la hora de realizar la simulación utilizando el programa.

	MUY ADECUADO (10)	ADECUADO (7)	BÁSICO (3)	INADECUADO (0)
ESCUCHA (20%)	Escucha atentamente. No hace movimientos o ruidos molestos.	Escucha atentamente, pero tiene un movimiento o ruido molesto.	Algunas veces aparenta no estar escuchando, pero no es molesto.	Algunas veces no aparenta escuchar y tiene ruidos que son molestos.
CONTENIDO (20%)	Demuestra un completo entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento del tema.	Demuestra un buen entendimiento de partes del tema.	No parece entender muy bien el tema.
ENTUSIASMO (20%)	Expresiones faciales y lenguaje corporal generan un fuerte interés y entusiasmo sobre	Expresiones faciales y lenguaje corporal algunas veces generan un fuerte interés y entusiasmo.	Expresiones faciales y lenguaje corporal son usados para tratar de generar entusiasmo	Muy poco uso de expresiones faciales o lenguaje corporal. No genera mucho interés.
COMPRENSIÓN (20%)	Contesta casi todas las preguntas planteadas.	Contesta la mayoría de las preguntas planteadas.	Contesta unas pocas preguntas planteadas.	No puede contestar las preguntas planteadas.
POSTURA Y CONTACTO VISUAL (20%)	Tiene buena postura, se ve relajado y seguro de sí mismo. Establece contacto visual con todos durante la presentación.	Tiene buena postura y establece contacto visual con todos durante la presentación.	Algunas veces tiene buena postura y establece contacto visual.	Tiene mala postura y/o no mira a las personas durante la presentación.

Tabla 5. Rúbrica simulación. Fuente: elaboración propia

A modo de ejemplo, el alumnado dispondrá de un caso práctico resuelto como el mostrado a continuación.

Con los siguientes datos de instalación, comprobar si cumple con los requisitos mínimos de contribución solar exigidos por la normativa. En caso contrario, será necesario modificar los parámetros de la instalación.

Datos de la instalación:

Provincia:	Alicante	Municipio:	Elche
Configuración	Interacumulador		
Aplicación:	Vivienda	Personas:	4
Ocupación:	100%, julio y agosto 75%		
Captadores:	Saunier Duval	Marca/modelo:	SRD 2.3
N.º captadores:	1	Orientación (º):	10
Inclinación (º):	30	Anticongelante (%):	0
Longitud circuito (m):	20	Espesor aislante (mm):	25
Sistema de apoyo:	Termo eléctrico	Aislante:	Genérico
Acumulación (l):	250	Longitud circuito (m):	30
Ø tubería (mm)	12	Espesor aislante (mm):	25
T.ª impulsión (ºC):	60	Aislante:	Genérico

Tabla 6. Datos enunciado caso práctico resuelto. Fuente: elaboración propia

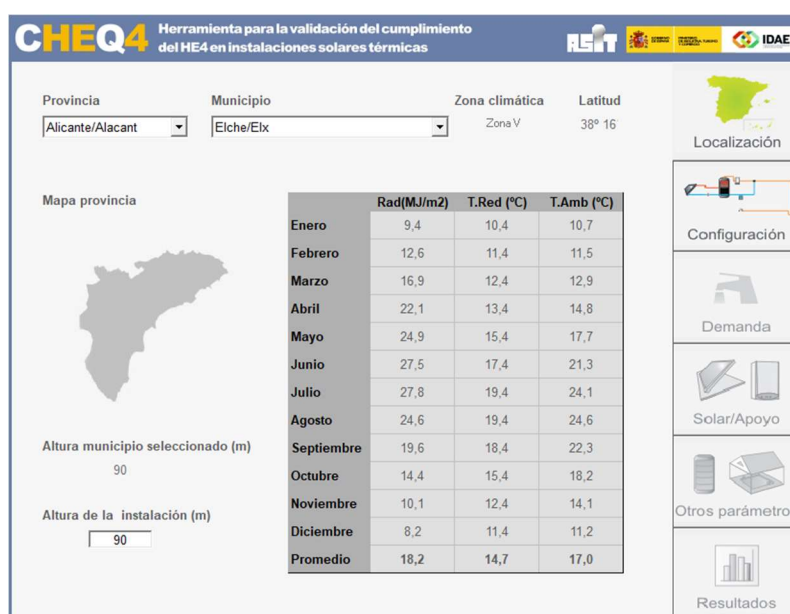


Figura 12: CHEQ4 ejercicio resuelto-localización



Figura 13: CHEQ4 ejercicio resuelto-configuración

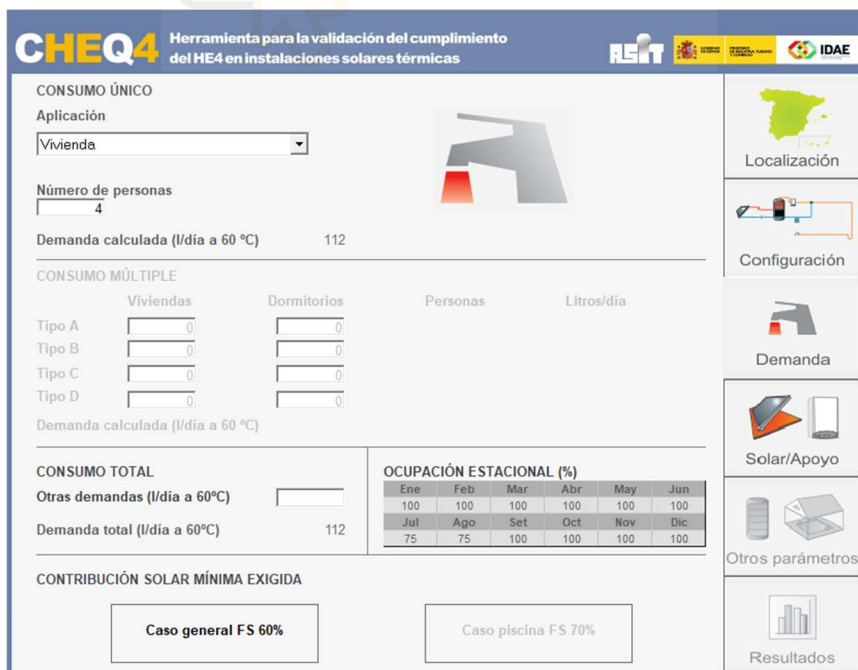


Figura 14: CHEQ4 ejercicio resuelto-demanda

Figura 15: CHEQ4 ejercicio resuelto-solar/apoyo

Figura 16: CHEQ4 ejercicio resuelto-solar/otros parámetros

Una vez completados todos los parámetros de la instalación, el programa nos muestra los resultados.

En este caso, el programa indica como resultado que la instalación dimensionada “NO CUMPLE” los requerimientos de contribución mínima exigida por la HE4.

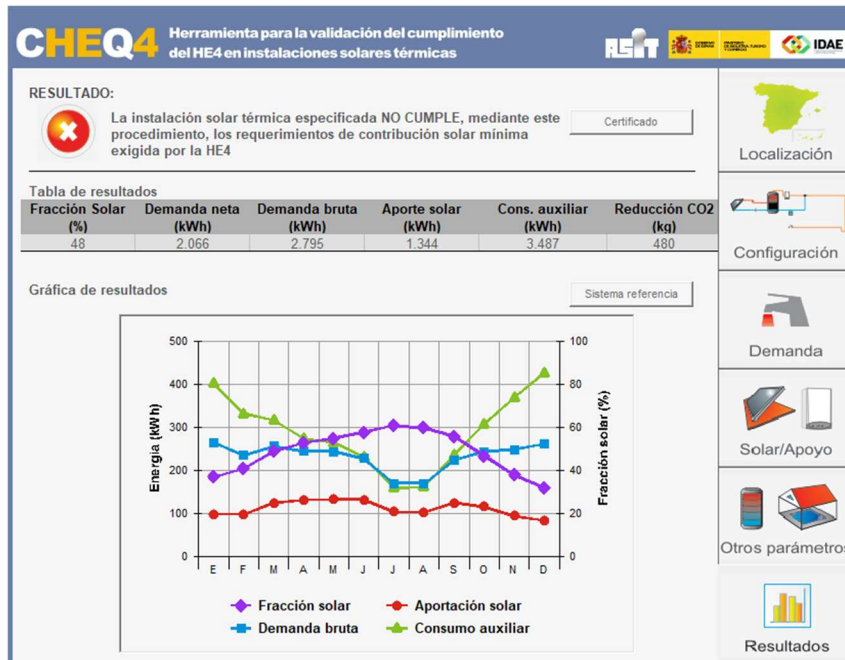


Figura 17: CHEQ4 ejercicio resuelto con resultado “no cumple”

Aumentando el número de captadores a dos unidades, la instalación cumple los requisitos mínimos de contribución solar. El programa facilita el certificado que podemos descargar con las características de la instalación.

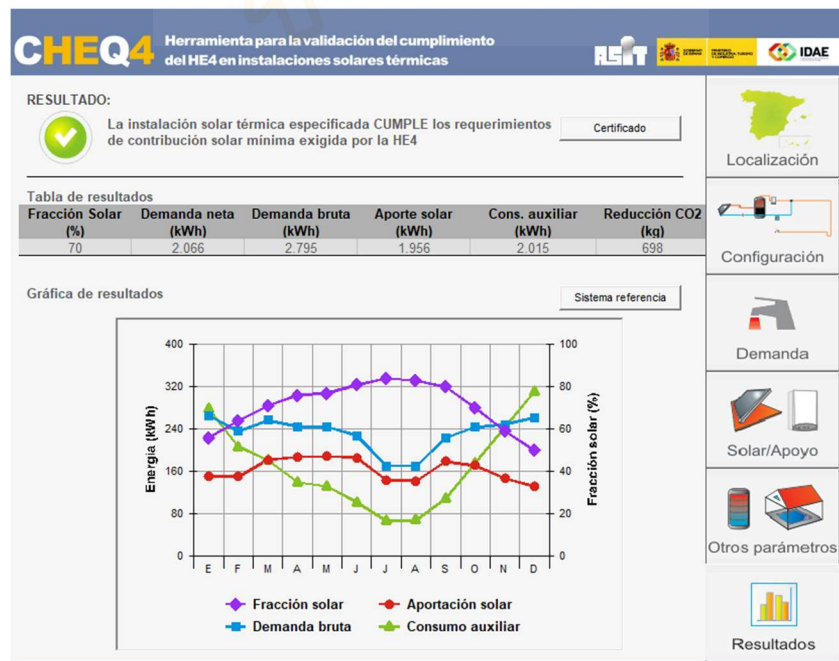


Figura 18: CHEQ4 ejercicio resuelto con resultado “cumple”

5. Conclusiones

Es crucial enfatizar en la obtención de acceso a una energía asequible y no contaminante para impulsar el crecimiento económico y proteger el medio ambiente. La energía solar térmica aprovecha uno de los mayores recursos que disponemos, la radiación procedente del sol. Al mismo tiempo, debemos apostar por un aprendizaje de calidad para conseguir profesionales cualificados que garanticen la alta demanda en un sector en constante crecimiento en los últimos años.

La sociedad tiene que ser consciente que la educación es un pilar fundamental para contribuir a prácticas energéticas más eficientes y participar activamente en la formación de los futuros instaladores y mantenedores de proyectos de energía solar térmica. Además, fomentando la innovación en este campo, aprovechamos al máximo las oportunidades que ofrece la energía sostenible.

Después de una búsqueda bibliográfica sobre la aplicación de metodologías activas en el aprendizaje de instalaciones solares térmicas, concluyo que el alumnado se muestra más implicado y eficiente cuando se involucran en realizar actividades con el resto de compañeros y compañeras, promoviendo así el desarrollo de habilidades sociales y la resolución de problemas fundamentales en el mundo en el que vivimos.

Es de vital importancia el acercamiento a la realidad profesional de los discentes. Para ello, familiarizarse con casos prácticos de situaciones reales ofrece un punto de vista mucho más aplicado, interesante y resolutivo.

Mediante búsquedas de información, he comprobado que en la actualidad tenemos la posibilidad de disponer de material didáctico y acceso a múltiples aplicaciones que nos permiten diseñar actividades que llegan a ser más intuitivas y atractivas para el alumnado. Permitiendo así, un mejor proceso de formación y preparación para su futuro laboral.

Un punto clave para conseguir lo mencionado anteriormente es la utilización de herramientas informáticas especializadas, como el programa informático de la propuesta CHEQ4, proporcionando a los estudiantes una experiencia práctica y realista de lo que tendrán que enfrentarse en su futura etapa laboral.

Debemos tener en cuenta que esta propuesta no se ha llevado a la práctica en ningún centro y tampoco he tenido la posibilidad de realizar las prácticas del máster con alumnado de esta especialidad. Para futuros trabajos, es recomendable contrastar esta propuesta con estudiantes de diferentes centros de formación profesional y obtener opiniones constructivas mediante una encuesta de calidad tanto por parte de docentes como del alumnado. Del mismo modo, la comparación con otros métodos de cálculo sería recomendable.

En conclusión, la integración de la formación de calidad, la práctica y el uso de herramientas informáticas y/o tecnológicas, sirve para lograr preparar profesionales cualificados para enfrentarse tanto a su futura etapa laboral como a los desafíos de un sector clave contra la lucha del cambio climático como es el de la energía solar térmica.



6. Referencias

- Agencia Andaluza de la Energía (2011). *Energía solar térmica a baja temperatura* [Archivo PDF].
https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/Documents/energia_solar_termica_a_baja_temperatura_generalidades.pdf
- Aiguasol. (2023). *Energy consultancy, engineering and R&D*. Aiguasol.
<https://aiguasol.coop/>
- Ballesteros-Ballesteros, V. (2019). *La educación en energías renovables como alternativa de promoción del compromiso público ascendente entre los Indígenas Wayuu en la Alta Guajira*. Revista Científica, vol. 2 pp. 388-397.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021343>
- BOE-A-2007-15820 Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. (s. f.).
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-200715820&tn=1&p=20220802>
- Calzadilla, M. E. (2002). *Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación*. Revista Iberoamericana De Educación, 29(1), 1-10.
<https://doi.org/10.35362/rie2912868>
- Gallego, A. P., Salamanca, J. E. y Ballesteros, V. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos, una experiencia de aula para la educación energética en estudiantes de ingeniería electrónica*. Revista TED. 1-7.
- Gámez, M. J. (2024). *Desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Guerra, J. (2023). *Diseño de una instalación de energía solar para producción de agua caliente sanitaria de un polideportivo*. [Trabajo fin de grado]. Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/36836>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Programa informático CHEQ4*. <https://www.idae.es/CHEQ4>
- Kandpal, T. C. y Broman, L. (2014). *Renewable energy education: A global status review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300-324.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114001762>
- Kleiber, V (2020). *Aprendizaje colaborativo: una estrategia que humaniza la educación*. Revista Innova Educación.
<https://revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/view/85>



- Labriola, C. y Sierra, E. (2006). *Energía renovable, un tema de motivación en la educación formal*. Universidad Nacional del Comahue. [Tesis] <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/89081>
- Ocetkiewicza, I., Tomaszewskab, B. y Mróz, A. (2017). *Renewable energy in education for sustainable development*. The Polish experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 92–97.
- Peña, A. (2023). *Análisis de sensibilidad de sistemas de energía solar térmica para ACS. Comparación con métodos de cálculo*. [Trabajo fin de grado]. Universidad de Sevilla. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/94806/>
- Rodríguez, J (2001). *Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales Anuario de Psicología*. [Archivo PDF]. Facultat de Psicologia. Universidad de Barcelona. <https://doi.org/10.1344/%25x>
- Saitua-Iribar, A., Corral-Lage, J. y Peña-Miguel, M. (2020). *Development Goals through a Collaborative Learning Methodology and Serious Game*. *Financial Economics I*, University of the Basque Country. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/15/6169>
- Slavin, R. (1994). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Boston: Allyn & Bacon.
- Statista. (2024). *Generación solar térmica en España 2010-2023*. <https://es.statista.com/estadisticas/1004400/generacion-solar-termica-en-espana/>
- Villarroel, V. (2022) *El aprendizaje colaborativo como estrategia metodológica para el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de básica media*. [Trabajo posgrado]. Universidad tecnológica Indoamérica. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/5717>
- Zuñiga-González, L. y Valenzuela-González, A. (2020). *Educación en energías renovables desde el enfoque CTS*. *Pensamiento y Acción*, 28, 47-59. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/pensamiento_accion/article/view/11057

Índice de figuras

Figura 1: Generación solar térmica en España, adaptada de Statusta (2024).....	5
Figura 2: Software CHEQ4.....	6
Figura 3: Instalación solar térmica. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía	11
Figura 4: Comparativa MetaSol y F-Chart. Fuente: IDAE	13
Figura 5: Pantalla inicio software CHEQ4	13
Figura 6: CHEQ4 pestaña localización	14
Figura 7: CHEQ4 pestaña configuración	15
Figura 8: CHEQ4 pestaña demanda	16
Figura 9: CHEQ4 pestaña solar/apoyo	17
Figura 10: CHEQ4 pestaña otros parámetros.....	18
Figura 11: CHEQ4 pestaña resultados.....	18
Figura 12: CHEQ4 ejercicio resuelto-localización.....	23
Figura 13: CHEQ4 ejercicio resuelto-configuración.....	24
Figura 14: CHEQ4 ejercicio resuelto-demanda.....	24
Figura 15: CHEQ4 ejercicio resuelto-solar/apoyo.....	25
Figura 16: CHEQ4 ejercicio resuelto-solar/otros parámetros.....	25
Figura 17: CHEQ4 ejercicio resuelto con resultado “no cumple”	26
Figura 18: CHEQ4 ejercicio resuelto con resultado “cumple”	26

Índice de tablas

Tabla 1. Espesores mínimos de aislamiento (mm). Fuente: RITE	17
Tabla 2. Datos enunciado caso práctico. Fuente: elaboración propia	19
Tabla 3. Rúbrica realización ejercicio práctico. Fuente: elaboración propia.....	20
Tabla 4. Rúbrica metodología colaborativa. Fuente: elaboración propia	21
Tabla 5. Rúbrica simulación. Fuente: elaboración propia.....	22
Tabla 6. Datos enunciado caso práctico resuelto. Fuente: elaboración propia	23

7. Anexos

Anexo A. Certificado CHEQ4

El certificado muestra las características del sistema, los resultados y los parámetros del sistema para realizar la verificación en obra.

CHEQ4

La instalación solar térmica especificada **CUMPLE** los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Datos del proyecto

Nombre del proyecto	TFM
Comunidad	
Localidad	Elche
Dirección	

Datos del autor

Nombre	Joaquín Moltó González
Empresa o Institución	Estudiante UMH
Email	joaquin.molto@goumh.umh.es
Teléfono	

Características del sistema solar

Biblioteca

UNIVERSITAS Miguel Hernández

Localización de referencia	Elche/Elx (Alicante/Alacant)
Altura respecto la referencia [m]	0
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con interacumulador
Demanda [l/día a 60°C]	112

Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	75	75	100	100	100	100

Resultados

Fracción solar [%]	70
Demanda neta [kWh]	2.066
Demanda bruta [kWh]	2.795
Aporte solar [kWh]	1.956
Consumo auxiliar [kWh]	2.015
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	698

CHEQ4

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	SRD 2.3 (Saunier Duval)	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NPS-12219 - Verificar vigencia	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	2,0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	1,0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	0,0	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	10,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	30,0	<input type="checkbox"/>
Círculo primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	245,0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	0,0	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	20,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	12,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	genérico	<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Termo eléctrico	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Electricidad	<input type="checkbox"/>
Acumulación		
Volumen [l]	250,0	<input type="checkbox"/>
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	30,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	12,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	genérico	<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	60,0	<input type="checkbox"/>