

Proyecto Fin de Grado

Ingeniería de las Tecnologías Industriales

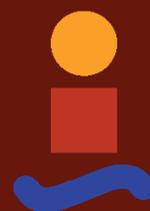
Análisis del RD 244/2019 sobre el Autoconsumo en Instalaciones Fotovoltaicas

Autor: Fernando Rivera González de Quevedo

Tutor: Antonio de la Villa Jaén

Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021



Proyecto Fin de Grado
Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Análisis del RD 244/2019 sobre el Autoconsumo en Instalaciones Fotovoltaicas

Autor:

Fernando Rivera González de Quevedo

Tutor:

Antonio de la Villa Jaén

Profesor titular

Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021

Proyecto Fin de Grado: Análisis del RD 244/2019 sobre el Autoconsumo en Instalaciones Fotovoltaicas

Autor: Fernando Rivera González de Quevedo

Tutor: Antonio de la Villa Jaén

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocal/es:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2021

El Secretario del Tribunal

A mi familia
A mis maestros

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mis padres. Por su esfuerzo incondicional día tras día para darnos lo mejor a todos sus hijos. Muchas gracias por vuestro cariño y por todos esos momentos en los que, pese a estar lejos, habéis sido mis consejeros y mis animadores para así llegar a donde hoy me encuentro.

También me gustaría dar gracias a mis hermanos, a los que siempre me he sentido muy unido y con los que comparto recuerdos que me hacen ser la persona que soy hoy.

En segundo lugar, quiero tener un detalle con mis abuelos, con los que están y los que no. Os quiero mucho y siempre guardaré todos aquellos gestos, momentos y consejos que me habéis dado desde vuestra sabiduría.

A mis amigos de todos los ámbitos de mi vida. Gracias por esos momentos de estudio, ya fueran en la biblioteca o por videollamada. También, por esos momentos de ocio en los que me habéis ayudado a descansar y desconectar, aunque fuera una simple conversación, una cena o un paseo sin rumbo.

Por último, y no menos importante, a mi tutor Antonio. Por su supervisión y capacidad de guiarme en los momentos en los que me encontraba más perdido. Por estar disponible siempre y con una alegría que te transmitía lo mejor de lo mejor. Gracias a sus consejos y supervisiones este trabajo ha sido posible.

A Dios gracias por todas estas personas que ha puesto en mi vida.

Fernando Rivera González de Quevedo

Sevilla, julio 2021

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis del RD 244/2019, de 5 de abril y observar así, las distintas modalidades de autoconsumo propuesta por este Real Decreto.

Posteriormente, se realizarán unas simulaciones para distintos escenarios en los que se comparará los distintos métodos de compensación y, aplicandolo a una vivienda unifamiliar tipo, se obtendrán sus facturas. Estas serán comparadas con un escenario donde el autoconsumo no existe, de esa forma se podrá estudiar si la inversión de autoconsumo para una vivienda resulta, a día de hoy, atractiva o no.

Además de una vivienda unifamiliar, se hará también un estudio de una segunda residencia, para observar si este RD fomenta el autoconsumo en este estilo de viviendas, o si por le contrario, no lo hace. En caso de que no sea rentable se estimaría la cantidad de energía renovable disponible a inyectar a la red y que, por un motivo u otro, no se estaría inyectando y por consecuencia se estaría sustituyendo por energías de otro origen.

Todas estas simulaciones se han realizado mediante el software de Microsoft Office Excel, el cual ha permitido calcular las distintas facturas en función de distintas tarifas, un perfil de consumo y curva de generación de la instalación fotovoltaica. Además, el programa PVSyst ha sido utilizado para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

La vivienda unifamiliar se encuentra situada en Sevilla capital y se han propuesto 7 escenarios distintos que han sido comparados al final de este trabajo para determinar cual se ajusta mejor a las exigencias de la vivienda. Para el caso de la segunda residencia, se han propuestos dos escenarios, y la localización de esta vivienda es en la Sierra Norte de Sevilla.

The aim of this work is to analyze the RD 244/2019, of April 5, and to observe the different self-consumption methods proposed by this RD.

Afterwards, simulations will be carried out for different scenarios in which the different compensation methods will be compared and, applying it to a family house, the light bills will be obtained. These will be compared with a scenario where self-consumption does not exist, in this way it will be possible to study whether the investment in self-consumption for a house is attractive or not today.

In addition to a single-family house, a study will also be made for a second residence, to see if this RD encourages self-consumption in this type of housing, or if it does not. In case it is not profitable, we will estimate the amount of renewable energy available to be injected into the grid and that, for one reason or another, would not be injected and therefore would be replaced by others sources.

All these simulations have been carried out using Microsoft Office Excel software, which has made it possible to calculate the different light bills according to different tariffs, a consumption profile and the generation curve of the photovoltaic installation. In addition, the PVSyst program was used for the sizing of the photovoltaic installation.

The single-family house is located in the city of Seville and 7 different scenarios have been proposed and compared at the end of this work to determine which one best suits the requirements of the house. In the case of the second residence, two scenarios have been proposed, and the location of this house is in the Sierra Norte de Sevilla.

Agradecimientos	7
Resumen	9
Abstrac	11
Índice	13
Índice de Tablas	15
Índice de Figuras	17
Glosario	18
1 Origen y motivación del trabajo	19
2 Introducción	20
2.1 <i>Objetivos del trabajo</i>	20
3 Marco legislativo del autoconsumo	21
3.1 <i>Modificaciones y motivación</i>	21
4 Análisis del RD	22
4.1 <i>Artículo 3: Definiciones</i>	23
4.2 <i>Artículo 4: Clasificación de modalidades de autoconsumo</i>	23
4.3 <i>Modalidad de retribución</i>	24
4.3.1 <i>Modalidad con excedentes acogida a compensación</i>	26
4.3.2 <i>Modalidad con excedentes no acogida a compensación</i>	27
4.4 <i>Tramitaciones administrativas</i>	28
4.5 <i>Almacenamiento en baterías</i>	31
5 Diseño de instalación fotovoltaica para una vivienda unifamiliar	32
5.1 <i>Localización de la instalación</i>	32
5.2 <i>Recopilación de datos de la instalación</i>	33
5.2.1 <i>Inclinación de los paneles</i>	33
5.2.2 <i>Orientación de los paneles</i>	33
5.2.3 <i>Radiación Solar en Sevilla</i>	34
6 Demanda energética de vivienda unifamiliar	37
7 Definición de escenarios de trabajo	39
7.1 <i>Tarifas de electricidad</i>	39
7.2 <i>Modelos de retribución</i>	41
7.3 <i>Definición de escenarios de simulaciones</i>	42
8 Resultados de las simulaciones de los escenarios	44
8.1 <i>Modalidad sin autoconsumo</i>	45
8.2 <i>Modalidad sin remuneración por excedentes</i>	45
8.3 <i>Modalidad con excedentes</i>	47
8.3.1 <i>Modalidad con excedentes no acogida a compensación</i>	48
8.3.2 <i>Modalidad con excedentes acogida a compensación con Comercializadora libre</i>	50
8.3.3 <i>Modalidad con excedentes acogida a compensación con Comercializadora regulada</i>	51
8.4 <i>Segunda residencia sin autoconsumo</i>	51

8.5	<i>Segunda residencia con aplicación del Artículo 14</i>	54
8.5.1	Segunda residencia con uso los fines de semana y vacaciones de verano	54
8.5.2	Segunda residencia sin consumo mensual salvo durante las vacaciones de verano	56
8.5.3	Segunda residencia con consumos fijos y uso durante las vacaciones de verano	58
8.6	<i>Segunda residencia sin aplicación del Artículo 14</i>	59
8.6.1	Segunda residencia con uso los fines de semana y vacaciones de verano	60
8.6.2	Segunda residencia sin consumo mensual salvo durante las vacaciones de verano	60
8.6.3	Segunda residencia con consumos fijos y uso durante las vacaciones de verano	61
9	Estudio económico de viabilidad	62
9.1	<i>Estudio económico de viabilidad para Vivienda Unifamiliar</i>	62
9.2	<i>Estudio económico de viabilidad para Segunda Residencia</i>	65
10	Conclusiones	68
	Referencias	70

Índice de Tablas

Tabla 5.1. Desglose horario de Radiación Global Solar Anual de Sevilla

Tabla 6.1. Energía total consumida mensual y total anual de la vivienda de estudio

Tabla 6.2. Tabla de Consumo Diario

Tabla 7.1. Tarifa One Luz Nocturna de Endesa

Tabla 7.2. Tarifa Termo Solar 2.0 DHA de Endesa

Tabla 7.3. Tarifa 2.0 TD de Energía XXI

Tabla 7.4. Precio de la energía excedentaria del autoconsumo para el mecanismo de compensación simplificada (PVPC) en €/MWh

Tabla 7.5. Precio medio del mercado eléctrico diario

Tabla 7.6. Definición de escenarios de trabajo

Tabla 8.1. Ecuaciones usadas en las facturas eléctricas

Tabla 8.2. Factura para Escenario Inicial

Tabla 8.3. Dimensionamiento y demanda energética para Escenario 1

Tabla 8.4. Factura para Escenario 1

Tabla 8.5. Consumo de red mensual en kWh para Escenario 1

Tabla 8.6. Dimensionamiento y demanda energética para Escenarios 2, 3 y 4

Tabla 8.7 Consumo de red mensual en kWh para Escenario 2, 3 y 4

Tabla 8.8. Ecuaciones usadas en la venta de energía de la modalidad con excedentes no acogidas a compensación

Tabla 8.9. Factura para Escenario 2

Tabla 8.10. Beneficios asociados a la venta de energía al mercado eléctrico para Escenario 2

Tabla 8.11. Factura para Escenario 3

Tabla 8.12. Factura para Escenario 4

Tabla 8.13. Energía total consumida mensual de la segunda residencia de estudio

Tabla 8.14. Factura para Escenario 5

Tabla 8.15. Dimensionamiento y demanda energética para Escenario 6

Tabla 8.16. Consumo de red mensual en kWh para Escenario 6

Tabla 8.17. Factura para Escenario 6

Tabla 8.18. Dimensionamiento y demanda energética para Escenario 7

Tabla 8.19. Consumo de red mensual en kWh para Escenario 7

Tabla 8.20. Factura para Escenario 7

Tabla 8.21. Dimensionamiento y demanda energética para Escenario 8

Tabla 8.22. Consumo de red mensual en kWh para Escenario 8

Tabla 8.23. Factura para Escenario 8

Tabla 8.24. Factura para Escenario 9

Tabla 8.25. Factura para Escenario 10

Tabla 8.26. Factura para Escenario 11

Tabla 9.1. Presupuesto instalación de 1 kWp

Tabla 9.2. Presupuesto instalación de 2.4 kWp

Tabla 9.3. Comparación VAN de los Escenarios 1, 3 y 4

Tabla 9.4. Comparación VAN de los Escenario 6 y 9

Tabla 9.5. Comparación VAN de los Escenario 7 y 10

Tabla 9.6. Comparación VAN de los Escenario 8 y 11

Índice de Figuras

Figura 4.1. Combinaciones Modalidades de autoconsumo

Figura 4.2. Ejemplo factura modalidad con excedentes acogida a compensación

Figura 4.3. Ejemplo factura modalidad con excedentes no acogida a compensación

Figura 4.4. Trámites administrativos Instalación Sin Excedentes

Figura 4.5. Trámites administrativos Instalación Con Excedentes

Figura 5.1. Localización de Sevilla

Figura 5.2. Coordenadas de Sevilla

Figura 5.3. Trayectoria Solar

Figura 5.4. Radiación Solar

Figura 5.5. Energía horaria generada por instalación FV de 1kWp

Figura 5.6. Energía total generada por instalación FV de 1kWp

Figura 6.1. Perfil de Consumo Diario

Figura 6.2. Representación Energía Consumida Mensual

Figura 7.1. Periodificación Energía Tarifa 2.0 TD

Figura 8.1. Representación Energía Consumida Mensual para una segunda residencia

Figura 8.2. Representación Energía Consumida Mensual para una segunda residencia con consumo en los meses de verano

Figura 8.3. Representación Energía Consumida Mensual para una segunda residencia con consumo en los meses de verano y consumo fijo cada mes

Figura 9.1. Coste Factura Eléctrica Anual para Escenarios Inicial, 1, 2, 3 y 4

Figura 9.2. Ahorro Factura Eléctrica Anual para Escenarios 1, 2, 3 y 4 frente a Escenario Inicial

Figura 9.3. Coste Factura Eléctrica Anual segunda residencia

BOE: Boletín Oficial del Estado

RD: Real Decreto

PNIEC: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima

UNEF: Unión Española Fotovoltaica

IDEA: Instituto para la Diversificación

TECI: Tramitador Electrónico de Certificados de Instalación

CI: Certificados de Instalación

IVA: Impuesto de Valor Añadido

PVPC: Precio Voluntario al Pequeño Consumidor

IVPEE: Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica

REE: Red Eléctrica de España

pu: Medida en por unidad

kW: Kilovatio

kWh: Kilovatio hora

kWp: Kilovatio pico

VAN: Valor Actual Neto

1 ORIGEN Y MOTIVACIÓN DEL TRABAJO

En abril del 2019 se publicó en el Boletín Oficial del Estado el Real Decreto 244/2019, el cual propone una serie de cambios legislativos para hacer más atractivas las instalaciones de autoconsumo y así fomentarlas. Algunos de dichos cambios son un nuevo sistema de compensación por excedentes o la eliminación de determinados impuestos, como el famoso impuesto al Sol.

Pese a la existencia de una legislación anterior y a la necesidad de reformarla, la implementación de energías renovables ha ido cada vez a más. Esto se debe a la necesidad de disminuir las emisiones de dióxido de carbono y otros gases perjudiciales para el medio ambiente, además de disminuir la dependencia energética que España tenía, y que actualmente sigue teniendo, aunque en menor medida.

Es importante destacar la importancia de la opinión pública respecto a las energías renovables. La sociedad se ha manifestado, en más de una ocasión, por la importancia de un cambio de estilo de vida y económico, donde el medio ambiente se tenga en cuenta. Es por eso que, tras la pandemia del COVID-19, muchos países, entre ellos los 27 de la Unión Europea, han apostado por una recuperación económica verde, es decir, invirtiendo en sectores de generación renovables, investigación de baterías o la ayuda a la compra de coches eléctricos.

El cambio climático es una realidad que nos afecta a todos, y el año 2020 ha sido un claro ejemplo de ello. Un ejemplo fue en enero, cuando Australia vivió uno de sus peores incendios jamás registrados debido a la gran sequía que estaban viviendo. Este incendio arrasó millones de hectáreas afectando a flora y fauna, mucha de ella en peligro de extinción. Por el contrario, durante los meses de marzo y abril, mientras la mayor parte de los países del mundo se encontraban confinados debido a la pandemia. Se ha observado como la calidad del aire mejoraba, peces volvían a aguas donde antes no era posible la vida debido a la contaminación de los barcos o incluso, como animales andaban libremente por las calles de algunas ciudades. Esto ha supuesto una nueva visión del verdadero problema al que la humanidad se presenta en el presente siglo.

Es por ese motivo por el que, desde hace tiempo, a raíz de un trabajo sobre las energías renovables, tomé la decisión de hacer el grado de tecnologías industriales, con el fin de buscar soluciones y mejorar la calidad de vida con una tendencia lo más ecológica posible sin perder la calidad de la producción.

Asimismo, este trabajo surgió debido a la curiosidad de entender el marco legal al que se encuentra sometida una de las formas de energía renovables más populares.

Las siguientes páginas pretenden mostrar uno de los muchos aspectos a lo que el ser humano se presenta en el mundo actual, hacia una transición ecológica. Durante las próximas décadas esta transición será de vital importancia, ya que de ella depende la existencia de nuestro planeta tal y como lo conocemos hoy en día.

2 INTRODUCCIÓN

La presencia de las energías renovables es cada vez mayor, la necesidad de satisfacer la demanda de una forma lo más sostenible posible y respetable con el medio ambiente es una obligación que cada vez más países se proponen.

Actualmente España, depende mayormente de fuentes no renovables y que, además, suelen ser importadas de otros países. Se estima que el porcentaje de esas fuentes de energía se encuentra alrededor de 72%, superando considerablemente a sus vecinos europeos.

Pese a todo, las distintas formas de generación renovable supusieron el 43.3% de toda la producción en 2020, superando en un 11.60% la producción del año anterior. También destacar que el uso del carbón se recortó en un 60%, marcando así mínimos históricos. Esto se debe al Plan Nacional Integrado de la Energía y Clima (PNIEC) cuyo objetivo es alcanzar el 74% de generación renovable para el año 2030.

En la actualidad España se sitúa en el primer puesto del ranking europeo de potencial solar disponible. No obstante, países como Alemania o Italia han superado a España en potencia fotovoltaica instalada pese a tener un potencial solar inferior. Uno de los muchos factores que ha permitido que sucediera esto han sido las distintas leyes regulatorias del sector poco afortunadas, junto con la falta de inversión a raíz de la crisis económica del 2008.

Sin embargo, aunque es importante aumentar la inversión para el sector fotovoltaico a gran escala, es primordial fomentar uno de los métodos preferidos para generar y consumir electricidad a pequeña escala. Método económico y fácil de conseguir, consiguiendo así un ahorro importante en la factura de la luz de muchos de los hogares que se han sumado ya a esta tecnología. Se refiere al autoconsumo.

La Unión Española Fotovoltaica (UNEF), cuya labor es representar y fomentar el sector fotovoltaico a nivel nacional e internacional, ha publicado el informe anual para el año 2020 en el que destaca el incremento del 30% respecto al 2019 en potencia fotovoltaica instalada para autoconsumo de viviendas. Algunos de los factores que ha propiciado este auge de la fotovoltaica han sido la disminución del precio de los módulos y otros componentes necesarios, el aumento de la eficiencia de los módulos o la evolución técnica y reducción de costes de sistemas de almacenamiento de energía de Litio.

Estas mejoras suponen que los beneficios obtenidos por las instalaciones fotovoltaicas sean mayores y se rentabilicen antes, por eso la UNEF estima que la potencia instalada fotovoltaica aumentará a un ritmo de 300-400MW anuales, tanto para uso comercial como doméstico.

2.1 Objetivos del trabajo

Este trabajo tiene como objetivo principal realizar una serie de simulaciones mediante distintas herramientas, las cuales, partiendo de un perfil de consumo y un conjunto de parámetros, permita obtener una estimación de una posible factura de electricidad.

Una vez obtenida la factura para cada uno de los escenarios planteados, se compararán y explicará que modelo es el más rentable para las distintas simulaciones que se han realizado.

Todas las imposiciones y requisitos aplicados en los distintos escenarios de este trabajo vienen recogidas en el RD 244/2019, el cuál, previo a las simulaciones, se detallará en profundidad y se

expondrán los puntos más relevantes y aquellos que hayan sufrido alguna variación respecto a la ley anterior.

El trabajo pretende simular casos reales, es decir, escoger una vivienda unifamiliar tipo cuyos inquilinos se estén cuestionando la posibilidad acogerse al autoconsumo para reducir su factura y reducir, también, su impacto sobre el medio ambiente.

De forma adicional a este estudio, se ha realizará uno paralelo de una segunda residencia. En el se pretende observar si las instalaciones fotovoltaicas son económicamente rentables en este tipo de viviendas, ya que se caracterizan por un uso temporal y estacional. Se estimará el ahorro respecto a un modelo sin autoconsumo para comprobar si este tipo de instalación deberían fomentarse en este tipo de viviendas también.

3 MARCO LEGISLATIVO DEL AUTOCONSUMO

El propósito del actual RD 244/2019, de 5 de abril, consiste en realizar una serie de modificaciones que afectan a la definición de autoconsumo, modalidades de retribución e impuestos y tasas a la generación, distribución y uso de la energía de una instalación de autoconsumo. Este RD tiene sus pilares sobre tres RD, los cuales se explicarán de forma independiente a continuación.

La primera fue la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. En ella se definió el autoconsumo en su art. 9[1] como *“el consumo de la energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de un consumidor o a través de una línea directa de energía eléctrica asociada a un consumidor”* y se distinguían varias modalidades. Debido a esto, se introdujo el concepto de consumidor/productor para aquel que quisiera satisfacer su demanda de energía eléctrica de forma independiente al de la producción convencional.

El 9 de octubre de 2015, tras esa primera ley que daba comienzo a un autoconsumo regulado, se publicaba en el Boletín Oficial del Estado el RD 900/2015, el cual regulaba las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las distintas modalidades de autoconsumo y de producción, sobre todo para asegurar el cumplimiento de los criterios de seguridad de las instalaciones de autoconsumo.

Por último, el Real Decreto más reciente hasta el presente se trata del RD-Ley 15/2018, de 5 de octubre, cuyo objetivo era establecer una serie de medidas de carácter urgente para una transición energética sostenible, y además proporcionar una protección y seguridad mayor para los consumidores.

A continuación, se analizará y se sintetizará las distintas modificaciones que se han realizado en el RD 244/2019. También se realizará un desglose de cada uno de los apartados que más afecta al autoconsumo a través de instalaciones fotovoltaicas para uso doméstico.

3.1 Modificaciones y motivación

Con la finalidad de impulsar el autoconsumo con generación renovable el RD 244/2019 ha introducido unas adaptaciones a las normas vigentes para garantizar la mejora de la situación del consumidor/productor y las relaciones entre usuarios de redes compartidas. Las distintas modificaciones vienen definidas en los distintos artículos del Real Decreto, aunque un resumen de estas podría ser el siguiente:

1. Se realiza una nueva definición de autoconsumo, donde se contempla el consumo individual o colectivo para instalaciones de generación próximas a las de consumo y asociadas a las mismas.

2. Reduce las nuevas modalidades de autoconsumo a dos. La primera es “autoconsumo sin excedentes”, la cual en ningún momento podrá verter excedentes a la red, y la segunda es “autoconsumo con excedentes”, en la que sí se puede verter los excedentes de energía eléctrica producida a las redes de distribución y transporte. Se define excedentes como la cantidad de energía producida por la instalación de autoconsumo y que consumidor o consumidores no han consumido. Estos excedentes serán los que proporcionarán una compensación económica al consumidor/es, siempre y cuando la modalidad escogida lo permita.
3. Aquellas instalaciones de autoconsumo sin excedentes que ya tengan los permisos de acceso y conexión quedan exentas de obtener los permisos de generación y consumo de sus instalaciones de generación.
4. Se desarrollan mecanismos de compensación económicas para consumidores acogidos a la modalidad de autoconsumo con excedentes para instalaciones de hasta 100kW.
5. Se dispone un registro de autoconsumo de ámbito estatal con fines estadísticos para analizar si la implantación está siendo la deseada o no. Dicho registro dependerá de la información emitida por cada comunidad autónoma y de las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla al Ministerio para la Transición Ecológica.

En lo que se refieren a los motivos de este Real Decreto viene impulsado en gran parte por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), plan demandado por la Unión Europea a cada Estado miembro con la finalidad de “*alcanzar una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra para 2050*” [2]. En dicho plan se pretende alcanzar los siguientes objetivos para 2030:

1. 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 1990.
2. 42% de renovables sobre el consumo total de la energía final bruta.
3. 39.5% de mejora de la eficacia energética.
4. 74% de energía renovable en la generación eléctrica.

De esta forma, al impulsar el autoconsumo tanto residencial como industrial, se espera mejorar la actividad económica y el empleo local al ser de carácter distribuido.

También, se esperan beneficios en el sistema energético al promover el autoconsumo de proximidad y no el exclusivo desde la red, reduciendo así el consumo de energía procedente de las redes de transporte y distribución, y como consecuencia, el cargo económico que afronta el consumidor por peajes y usos de la red.

Al existir el autoconsumo el uso de las líneas eléctricas se espera que sea menor, por lo puede provocar una reducción de las pérdidas energéticas producidas en las líneas de transporte, reduciendo así también los costes de mantenimiento de la infraestructura de la red eléctrica.

Por consiguiente, el consumidor vería una disminución en el precio de la energía frente a un escenario donde el autoconsumo no esté contemplado.

4 ANÁLISIS DEL RD

Una vez vistas las modificaciones y la motivación que ha llevado a desarrollar este Real Decreto se proceden a estudiar aquellos artículos que son relevantes para las instalaciones de autoconsumo tipo renovables, concretamente instalaciones fotovoltaicas que es el caso que vamos a desarrollar en este trabajo.

4.1 Artículo 3: Definiciones

En este punto se definirán distintos conceptos necesarios para poder entender los procesos relacionados con el autoconsumo. Por eso se nombrarán aquellos que estén estrictamente relacionados con la instalación del trabajo. Dichas definiciones se pueden consultar en el artículo 3 del RD 244/2019. [3]

- **Instalación conectada a la red:** *“Instalación de generación conectada en el interior de una red de un consumidor”.*
- **Potencia instalada:** En el caso de la fotovoltaica será la potencia máxima del inversor o la suma de las potencias de los inversores.
- **Modalidad:** tipo de suministro al que se acoge el consumidor y con la que tendrá que realizar un contrato de suministro con la compañía comercializadora o distribución dado el caso. Puede ser una modalidad sin excedentes o con excedentes. En los próximos apartados se explicarán de forma más detallada.
- **Autoconsumo:** Según el RD 244/2019 se define como *“el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos”.*
- **Autoconsumo colectivo:** Según el RD 244/2019 se define como *“el consumidor que pertenece a un grupo de varios consumidores que se alimentan, de forma acordada, de energía eléctrica que proviene de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos”.* Todos los participantes deberán pertenecer a la misma modalidad y deberán proporcionar un acuerdo firmado de manera individual que exponga los criterios de reparto acordados a la compañía distribuidora. Este acuerdo llegará de forma directa, o a través de la comercializadora contratada, a la compañía distribuidora.
- **Mecanismo antivertido:** *“Dispositivo que impide en todo momento el vertido de energía eléctrica a la red”.*
- **Energía horaria autoconsumida:** Fracción de la energía cubierta por parte de la instalación de autoconsumo de un usuario en el margen de una hora.
- **Energía horaria consumida de la red:** Energía consumida directamente de la red por el consumidor en el margen de una hora.
- **Energía horaria excedentaria:** Fracción de la energía producida en las instalaciones y no autoconsumida por el consumidor asociado a esta.
-

4.2 Artículo 4: Clasificación de modalidades de autoconsumo

Como se comentó anteriormente una de las modificaciones de este Real Decreto es en lo relativo a las nuevas modalidades a la que el autoconsumidor se puede acoger. Este cambio ha simplificado el modelo de autoconsumo a uno más sencillo y claro. Estas nuevas modalidades son las siguientes:

- **Modalidad de autoconsumo sin excedentes:** En esta modalidad se instalará un sistema de antivertido, el cual impedirá al propietario de la instalación inyectar la energía excedentaria que produzca a la red. En esta modalidad el único tipo de sujeto que existe es el sujeto consumidor.
- **Modalidad de autoconsumo con excedentes:** Existe la posibilidad de inyectar la energía excedentaria, es decir, la no autoconsumida, a la red de transporte o distribución. A diferencia de la modalidad anterior encontramos dos tipos de sujetos el consumidor y el productor.

4.3 Modalidad de retribución

Las distintas modalidades de retribución asociadas a la modalidad de autoconsumo con excedentes viene acogida en el artículo 5 del actual RD 244/2019. Esta modalidad es la única que permite una compensación al usuario por inyectar su excedente a la red. Dentro de la modalidad de autoconsumo con excedentes podemos encontrar dos posibilidades:

- **Modalidad con excedentes acogida a compensación:** El consumidor y el productor podrán acogerse de forma voluntaria a este mecanismo de compensación de excedentes siempre y cuando se cumplan las condiciones siguientes:
 - I. La fuente de energía primaria tiene que ser de origen renovable.
 - II. Potencia instalada menor de 100kW.
 - III. El consumidor sólo puede estar asociado a un único contrato de suministro de suministro con una empresa comercializadora.
 - IV. Tanto el consumidor como el productor deben tener un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo tal como indica el artículo 14 del actual Real Decreto y que se comentará en los apartados siguientes.
 - V. No puede existir un régimen retributivo adicional asociado a esa instalación de producción.
- **Modalidad con excedentes no acogida a compensación:** Aquellos casos que no cumplan las condiciones definidas anteriormente o que voluntariamente opten por no acogerse a la modalidad anterior, pertenecerán entonces a esta modalidad. En este caso existe la posibilidad de una retribución, pero no estará vinculado a una compañía distribuidora, sino a la venta de la energía exceditaria al mercado eléctrico diario directamente.

Como existen muchos tipos de combinaciones el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) publicó una Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo en la que explica de manera más detallada el RD 244/2019. Además, expone como cada comunidad o ciudad autónoma ha planificado la integración de este Real Decreto en sus territorios, es por ello por lo que a modo resumen generó el cuadro siguiente de la Figura 4.1.

Se puede ver que la modalidad depende de si es un autoconsumo individual o colectivo, pero también del tipo de conexionado a la red de distribución o transporte de la instalación de autoconsumo. Encontramos dos tipos de instalaciones:

- Instalación próxima a red interior: Son aquellas que la instalación de autoconsumo se encuentra conectada a la red interior de consumidor asociado o que estén unidas a estos a través de una línea directa.
- Instalación próxima a través de red: Este tipo de instalación se considerará cuando cumpla algunas de las siguientes condiciones
 - I. Conexión de generación y consumo en Baja Tensión y a una distancia inferior de 500 metros entre ellos.
 - II. Conexión de generación y consumo a cualquiera de las redes de Baja Tensión derivada del mismo centro de transformación.
 - III. Ubicación de la generación y consumo en una misma referencia catastral según sus primeros 14 dígitos.

Autoconsumo INDIVIDUAL Un consumidor asociado O Autoconsumo COLECTIVO Varios consumidores asociados	Instalación PRÓXIMA en RED INTERIOR Conexión Red interior.	SIN excedentes (individual) Mecanismo anti-vertido.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR No existe TITULAR INSTALACIÓN Consumidor PROPIETARIO Puede ser diferente
		SIN excedentes ACOGIDA a compensación (colectivo) Mecanismo anti-vertido.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR No existe TITULAR INSTALACIÓN Consumidor PROPIETARIO Puede ser diferente
	Instalación PRÓXIMA a TRAVÉS DE RED Conexión a red BT del mismo centro de transformación. Distancia entre contadores generación y consumo < 500 m, ambos conectados en BT. Misma referencia catastral (14dígitos).	CON excedentes ACOGIDA a compensación Fuente renovable. Potencia de producción ≤ 100kW. Si aplica, contrato único consumo-auxiliares. Contrato de compensación No hay otro régimen retributivo.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo PROPIETARIO Puede ser diferente
		CON excedentes NO ACOGIDA a compensación Resto de instalaciones con excedentes.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo y RAIPRE PROPIETARIO Puede ser diferente
		CON excedentes NO ACOGIDA a compensación Instalaciones con excedentes.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo y RAIPRE PROPIETARIO Puede ser diferente

Figura 4.1 Combinaciones Modalidades de autoconsumo (Fuente: IDAE [4])

En el caso de que el autoconsumo se realice con instalaciones próximas a través de la red, el autoconsumo pertenecerá a la modalidad de suministro con excedentes con compensación al no cumplirse la condición III de la modalidad con excedentes y con compensación.

En lo que se refiere a la medida de la energía, tanto consumida de la red como la exceditaria de la instalación, será registrada por un equipo de medición bidireccional y se encontrará situado en el punto frontera, o en cada uno de los puntos fronteras, del consumidor o consumidores.

Además del equipo bidireccional, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en las siguientes situaciones:

- i. Autoconsumo colectivo
- ii. Instalación próxima a través de la red
- iii. Tecnología de generación no renovable
- iv. Instalaciones de potencia igual o mayor a 12MVA

4.3.1 Modalidad con excedentes acogida a compensación

Permite reducir el tiempo de amortización de la instalación al existir compensación por el excedente de energía. Esta compensación viene dada por la compañía distribuidora al final de cada periodo de facturación del consumidor con un descuento del coste de la energía de la factura. El descuento a aplicar dependerá de la energía exceditaria de la instalación durante ese periodo de facturación y del precio de venta de energía que se ha estipulado en el contrato entre compañía y consumidor. Dicho contrato será entonces el que establezca el Mecanismo de compensación simplificada al que quedará acogido el consumidor.

Este Mecanismo de compensación simplificada dependerá del tipo de compañía comercializadora con el que tenga el consumidor el contrato de suministro. Podemos encontrar dos tipos de comercializadoras:

- **Comercializadora Libre:** Este tipo de comercializadoras compran la energía en el mercado, pagan el precio de su transporte a la distribuidora y, por último, fijan el precio de la energía que venden al consumidor. Es por eso por lo que suelen ofrecer descuentos y ofertas al consumidor.

En el caso de que el contrato de suministro sea con una comercializadora de este tipo el precio de la energía consumida de la red será la que estipule el contrato firmado consumidor-compañía, al igual que el precio de la energía exceditaria.

- **Comercializadora de Referencia:** Este tipo de comercializadora están autorizadas por el Ministerio de Industria para ofrecer una tarifa regulada por el mismo Gobierno. Dichas tarifas eléctricas son conocidas como Precio Voluntario al Pequeño Consumidor o PVPC. El precio es establecido por el mercado mayorista y supervisado por el Gobierno.

En este caso, el contrato que establece el Mecanismo de compensación tomará el PVPC para la energía consumida de la red al precio medio durante el periodo de facturación, y la energía exceditaria a compensar será el precio del mercado diario menos los costes de desvío.

Es importante mencionar el artículo 14 del RD 244/2019, el cual expone: *“En ningún caso, el valor económico de la energía horaria excedentaria podrá ser superior al valor económico de la energía horaria consumida de la red en el periodo de facturación, el cual no podrá ser superior a un mes”*. [3]

En caso de autoconsumo colectivo se utilizará un criterio de reparto, coincidente con el comunicado a la compañía distribuidora.

También podrán acogerse de forma voluntaria a este mecanismo los consumidores con modalidad de autoconsumo colectivo sin excedentes. No existirá un contrato de compensación de los excedentes al no existir un productor, pero será suficiente un acuerdo entre todos los consumidores en el que se aclare el criterio de reparto. Dicho criterio tendrá que coincidir con el comunicado a la compañía distribuidora.

En la factura de esta modalidad la energía exceditaria vendida a la red no pagará el peaje de generación ni tampoco el Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica (7%). Una vez realiza la compensación por los excedentes se le aplicará el Impuesto Eléctrico (5,21%) y el IVA (21%) a la factura del consumidor. En el caso de que la instalación sea próxima a través de la red si que existirá una cuantía a pagar por la utilización de la red de distribución.

Se procede a realizar un ejemplo de una factura tipo para aclarar las ideas comentadas anteriormente. Este ejemplo ha sido publicado por el IDAE en su anexo IV y se corresponde con la Figura 4.2.

ACOGIDA A COMPENSACIÓN

Factura CON Instalación FV

Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes
Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €
Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €
TOTAL Término FIJO			19,45 €
Energía consumida	kWh	€/kW	€/mes
Coste energía	280	0,069	19,32 €
Peaje de acceso	280	0,044	12,32 €
Excedentes FV	380	0,050	-19,00 €
Cuantía uso de red próxima	0	(*)	0 €
TOTAL Término VARIABLE			12,64 €
Subtotal			32,09 €
Impuesto eléctrico (5,11%)			1,64 €
Alquiler contador 30 días			0,81 €
Subtotal			34,54 €
IVA (21%)		21%	7,25 €
TOTAL FACTURA			41,79 €

AHORRO: 50%

Figura 4.2 Ejemplo factura modalidad con excedentes acogida a compensación (Fuente: IDAE [4])

El formato del ejemplo podría cambiar si se comparase con una factura real, pero la estructura sería bastante parecida.

Analizando la Figura 4.2 se puede apreciar que se consumieron 280 kWh y que hubo 380 kWh de excedentes durante el periodo de facturación. La compensación energética se lleva a cabo en esta modalidad con un descuento de la energía consumida mediante el concepto 'Excedentes FV'. Para obtener la cantidad a descontar se ha multiplicado la energía inyectada en la red por el precio de venta de la energía que el consumidor haya acordado con su compañía al establecer el Mecanismo de compensación simplificada, para este caso el precio de venta es de 0.05 €/kWh, por lo que la compensación económica será de:

$$380 \text{ kWh} * 0.05 \text{ €/kWh} = 19\text{€} \quad (1)$$

Se puede apreciar también que los únicos impuestos que tendrá que pagar el consumidor serán el Impuesto Eléctrico y el IVA como se comentó anteriormente.

El concepto de 'Cuantía uso de red próxima' tendrá aplicación cuando la instalación sea una instalación conectada a través de red, mientras tanto no.

4.3.2 Modalidad con excedentes no acogida a compensación

Bajo esta modalidad la instalación de autoconsumo opera como una instalación puesta en red, por lo que el precio del excedente viene determinado por el mercado eléctrico y variará a diario.

Hay que comentar que en esta modalidad es necesario el papel de un representante del mercado eléctrico que será el encargado de vender esos excedentes. Este representante cobrará al consumidor lo que establezca el contrato que se haya firmado con anterioridad. Lo normal es un coste de representación de 0.0006€/kWh inyectado sin IVA. El IVA se aplicará una vez que ya se haya hecho el cálculo del coste de representación.

Al funcionar la instalación de autoconsumo como una instalación puesta en red, tendrá que hacer frente al pago del peaje de generación (0,00014 €/kWh producido) e Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica (7%) sobre la energía total exceditaria vendida al mercado eléctrico durante el periodo de facturación.

Al igual que el apartado anterior se procede a realizar un ejemplo, también propuesto por el IDAE en su Anexo IV, el cual se corresponde con la Figura 4.3 que se muestra a continuación.

1. Factura CON Instalación FV			
Potencia contratada	kW	€/kW/año	€/mes
Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €
Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €
TOTAL Término FIJO			19,45 €
Energía consumida	kWh	€/kW	€/mes
Coste energía	280	0,069	19,32
Peaje de acceso	280	0,044	12,32
Cuántia uso de red próxima	0	(*)	0 €
TOTAL Término VARIABLE			31,64 €
Subtotal			51,09 €
Impuesto eléctrico (5,11%)			2,61 €
Alquiler contador 30 días			0,81 €
Subtotal			54,51 €
IVA (21%)		21%	11,45 €
TOTAL FACTURA			65,96 €

2. Venta de energía			
Energía	kWh	€/kWh	€/mes
Energía a mercado	380	0,052	19,76 €
IVA (21%)		21%	4,15 €
TOTAL A COBRAR			23,91 €

3. Representación en mercado			
Servicios	kWh	€/kWh	€/mes
Coste representación	380	0,0006	0,228
IVA (21%)		21%	0,05 €
TOTAL A PAGAR			0,28 €

4. OTROS			
IVPEE, Peaje Gen.	kWh	€/kWh	€/mes
IVPEE 7%	19,76 €	7%	1,38 €
Retribución del OS	380	0,00014	0,06 €
TOTAL A PAGAR			1,45 €

[A] INGRESO NETO VENTA (2-3-4)	22,19 €
[B] PAGO POR CONSUMO	65,96 €
TOTAL PAGO ([B] - [A])	43,77 €
AHORRO	47%

Figura 4.3. Ejemplo factura modalidad con excedentes no acogida a compensación (Fuente: IDAE [4])

En esta modalidad el consumidor recibiría una factura del consumo que ha tenido, en este ejemplo de la figura ha sido de 280 kWh, pero al no existir compensación no se le hace el descuento de los 380 kWh que en el ejemplo anterior venía reflejado en concepto de 'Excedentes FV'.

En cambio, el consumidor si que se verá reflejado la venta de los 380 kWh de excedentes que ha vendido a la red a través del representante del mercado eléctrico. Observando la figura se ve que la venta de esos excedentes ha sido de 0.052€/kWh.

Al estar participando en el mercado eléctrico vendiendo los excedentes tendrá que pagar unos impuestos diferentes al caso anterior al considerarse la instalación como una central generadora conectada a la red. Dichos impuestos son el IVPEE que es del 7% sobre el valor de la energía producida y el peaje de generación que será de 0.00014 €/kWh.

4.4 Tramitaciones administrativas

La tramitación de una nueva instalación tendrá distintos trámites a nivel estatal, autonómico y local dependiendo de la localización, potencia instalada, modalidad de autoconsumo, tipo de conexión o si se trata de una instalación individual o colectiva. Algunas estarán exentas de determinados permisos y tramitaciones, por eso el IDAE en su Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo publicó una serie de tablas resumen de los distintos trámites a realizar y el orden recomendado a seguir.

A continuación, se adjuntan las tablas resumen para instalaciones sin excedentes (Figura 4.4) y para con excedentes (Figura 4.5).

Instalaciones en autoconsumo SIN EXCEDENTES		
1. Diseño de la instalación		
BT – P≤10 kW Memoria técnica	BT – P>10 kW Proyecto técnico	AT Proyecto técnico
		Distribuidora
Exentas del permiso. Necesario solicitar CAU		
3. Autorizaciones ambientales y de utilidad pública		
BT – P≤100 kW Consultar CC.AA	BT – P>100 kW Consultar CC.AA	AT Consultar CC.AA
		Admón. autonómica
4. Autorización administrativa previa y de construcción		
BT – P≤100 kW Exentas	BT – P>100 kW Consultar CC.AA.	AT Consultar CC.AA.
		Admón. local
Consultar la normativa particular del Ayuntamiento del emplazamiento elegido		
6. Ejecución de la instalación		
7. Inspección inicial e inspecciones periódicas		
BT – P≤100 kW Consultar CC.AA	BT – P>100 kW Consultar CC.AA	AT Consultar CC.AA
		Admón. autonómica
8. Certificados de instalación y/o certificados fin de obra		
BT – P≤10 kW Certificado instalación	BT – P>10 kW Certificado instalación Certificado fin de obra	AT Documentación puesta en servicio AT según el Reglamento AT
		Admón. autonómica
9. Autorización explotación		
BT – P≤100 kW No necesita trámite Certificado instalación	BT – P>100 kW Consultar CC.AA	AT Consultar CC.AA
		Admón. autonómica
10. Contrato de acceso		
BT – P<100 kW Exentas – Comunicación modificación contrato a través de las CC.AA	BT – P≥100 kW Exentas – Comunicación cambio contrato	AT Exentas – Comunicación cambio contrato
		Distribuidora o Comercializadora
11. Contrato de suministro de energía servicios auxiliares		
		Distribuidora o Comercializadora
Exentas		
12. Licencia de actividad		
		Admón. local
Exentas. Consultar normativa particular del Ayuntamiento del emplazamiento elegido		
13. Acuerdo de reparto y Contrato compensación excedentes		
Individual Colectiva	No aplica No existe contrato. Notificación a la ED del acuerdo de reparto y compensación	
		Distribuidora o Comercializadora
14. Inscripción en el Registro Autonómico de Autoconsumo		
BT – P<100 kW Trámite de oficio en las CC.AA. donde exista	BT – P≥100 kW Sí, si existe	AT Sí, si existe
		Admón. autonómica
15. Inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo de energía eléctrica		
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT
Trámite de oficio realizado a través de las CC.AA., que enviarán la información al Ministerio por vía telemática		
16. Inscripción en el Registro Administrativo de Instalaciones Productoras de Energía Eléctrica (RAIPRE)		
		Admón. autonómica
No aplica		
17. Contrato de representación en mercado		
		Comercializadora
No aplica		

Figura 4.4 Trámites administrativos Instalación Sin Excedentes (Fuente: IDAE [4])

Instalaciones en autoconsumo CON EXCEDENTES					
1. Diseño de la instalación					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
Memoria técnica	Proyecto técnico	Proyecto técnico			
					Distribuidora
2. Permisos de acceso y conexión / Aavales o garantías					
Siempre debe solicitarse el CAU					
Suelo urbano con dotaciones y servicios requeridos por la legislación			Otra tipología de suelo		
Permiso de acceso y conexión					
BT – P≤15 kW	BT – P>15 kW	AT	BT	AT	
Exentas	Sí	Sí	Sí	Sí	
Aavales o garantías – 40 €/kW					
BT – P≤15 kW	BT – P>15 kW	AT	BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT
Exentas	Sí	Sí	Exentas	Sí	Sí
Tramitación de acceso y conexión para aquellas instalaciones que lo precisen					
BT – P≤15 kW	BT – 15 kW<P<100kW	AT			
RD 1699/2011	RD 1699/2011	RD 1955/2000 - RD 1699/2011			
					Admón. autonómica
3. Autorizaciones ambientales y de utilidad pública					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Consultar CC.AA	Consultar CC.AA	Consultar CC.AA			
					Admón. autonómica
4. Autorización administrativa previa y de construcción					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Exentas	Sí	Sí			
					Admón. local
5. Licencia de obras					
Consultar la normativa particular del Ayuntamiento del emplazamiento elegido					
6. Ejecución de la instalación					
					Admón. autonómica
7. Inspección inicial e inspecciones periódicas					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Consultar CC.AA	Consultar CC.AA	Consultar CC.AA			
					Admón. autonómica
8. Certificados de instalación y/o certificados fin de obra					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
Certificado instalación	Certificado instalación Certificado fin de obra	Documentación puesta en servicio AT según el Reglamento AT			
					Admón. autonómica
9. Autorización explotación					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
No necesita trámite Certificado instalación	Sí Consultar CC.AA	Sí Consultar CC.AA			
					Admón. autonómica
10. Contrato de acceso					
BT – P<100 kW	BT – P≥100 kW	AT			
Exentas – Comunicación modificación contrato a través de las CC.AA	Exentas – Comunicación cambio contrato	Exentas – Comunicación cambio contrato			
					Distribuidora o Comercializadora
11. Contrato de suministro de energía servicios auxiliares					
Obligatorio salvo los casos donde los servicios auxiliares se consideren despreciables. Se pueden unificar con el contrato de consumo en ciertos casos					
					Admón. local
12. Licencia de actividad					
Acogidas a COMPENSACIÓN		Exentas. Consultar normativa Ayuntamiento			
No acogidas a COMPENSACIÓN		Sí. Consultar normativa Ayuntamiento			
					Distribuidora o Comercializadora
13. Acuerdo de reparto y Contrato compensación excedentes					
Individuales	Acogidas a COMPENSACIÓN	Contrato de compensación de excedentes			
	No acogidas a COMPENSACIÓN	No aplica			
Colectivas	Acogidas a COMPENSACIÓN	Acuerdo de reparto + Contrato compensación			
	No acogidas a COMPENSACIÓN	Acuerdo de reparto			
					Admón. autonómica
14. Inscripción en el Registro Autonómico de Autoconsumo					
BT – P<100 kW	BT – P≥100 kW	AT			
Trámite de oficio en las CC.AA. donde exista	Sí, si existe	Sí, si existe			
					Admón. autonómica
15. Inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo de energía eléctrica					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Trámite de oficio realizado a través de las CC.AA., que enviarán la información al Ministerio por vía telemática					
					Admón. autonómica
16. Inscripción en el Registro Administrativo de Instalaciones Productoras de Energía Eléctrica (RAIPRE)					
Acogidas a COMPENSACIÓN		No aplica			
No acogidas a COMPENSACIÓN		Sí. Para P≤100 kW trámite de oficio por el Ministerio			
					Comercializadora
17. Contrato de representación en mercado					
Acogidas a COMPENSACIÓN		No aplica			
No acogidas a COMPENSACIÓN		Sí.			

Figura 4.5 Trámites administrativos Instalación Con Excedentes (Fuente: IDAE [4])

Es importante mencionar algunos trámites mencionados en las figuras anteriores, pero al depender de cada comunidad autónoma se va a analizar algunas especificaciones para Andalucía.

“En Andalucía no existe un procedimiento específico para la tramitación de las instalaciones en autoconsumo, sino que se incluyen como instalaciones eléctricas de generación.

Las instalaciones con hasta 100kW de potencia instalada conectadas a red, se tramitarán a través de la herramienta telemática PUES.

La normativa que regula este procedimiento telemático es el Decreto 59/2005 de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos (BOJA nº 118 de 20/06/2005) y sus órdenes de desarrollo (incluidas las instalaciones energéticas de potencia no superior a 100kW).” [4]

Para las instalaciones de baja tensión que no necesiten de un proyecto ni certificado de dirección técnica se utilizará el Sistema TECI (Tramitador Electrónico de Certificados de Instalación) para enviar de forma telemática los certificados de la instalación (CI), la documentación técnica necesaria y la puesta en servicio de la instalación.

Para las instalaciones de autoconsumo que no se encuentren en el ámbito del TECI, se permite la tramitación telemática a través de la herramienta PUES (Puesta en Servicio). Esta herramienta es para instalaciones de autoconsumo conectadas a red hasta 100kW, así también como para tramitar posibles modificaciones.

En lo que se refiere a trámites a nivel nacional, pero cuya gestión dependa de la Junta de Andalucía, habrá que dirigirse a la Consejería que tenga adscrito el Servicio de Energía. Así, las autorizaciones administrativas y licencias de explotación se solicitarán en las Delegaciones de la Consejería comentada anteriormente.

4.5 Almacenamiento en baterías

En el RD 244/2019 la única referencia al almacenamiento de excedentes es en su artículo 5 apartado 7, el cual dice:

“Podrán instalarse elementos de almacenamiento en las instalaciones de autoconsumo reguladas en este real decreto, cuando dispongan de las protecciones establecidas en la normativa de seguridad y calidad industrial que les sea de aplicación.

Los elementos de medida se encontrarán instalados de forma que compartan equipo de medida que registre la generación neta, equipo de medida en el punto frontera o equipo de medida del consumidor asociado”. [3]

Al permitir que las instalaciones de autoconsumo tengan elementos de almacenamiento se consigue que el consumidor pueda usar los excedentes que ha almacenado cuando su consumo era inferior a su generación en vez de inyectarlo a la red, pudiendo ahora usar esa energía en determinados picos de consumo o en horas nocturnas donde la generación es nula.

5 DISEÑO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Tras un resumen de los aspectos más importantes del RD 244/2019 se procede a realizar el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica para una vivienda unifamiliar. Para ello, habrá que tener en cuenta distintos factores con cierta importancia para la instalación como, por ejemplo, la localización de esta, inclinación de los paneles y orientación, o que potencia instalar.

Se recuerda que el objetivo principal de esta simulación es encontrar aquella instalación que más se adecua al consumidor y estudiar las distintas modalidades de autoconsumo desde un punto de vista energético y económico. Por eso, para cada escenario de estudio encontraremos diferencias en las tarifas de consumo, venta de excedentes o la presencia de baterías.

A continuación, se procede a obtener los distintos parámetros de trabajo que serán necesarios para el cálculo de nuestra instalación aplicados a nuestro caso de estudio.

5.1 Localización de la instalación

La instalación de estudio se trata de una vivienda unifamiliar situada en la capital hispalense de Sevilla, provincia de Sevilla. A continuación, se muestra la localización del municipio:



Figura 5.1 Localización de Sevilla (Fuente: Wikipedia [5])

Para comenzar con el proceso de diseño de la instalación es necesario obtener la orientación de Sevilla. Dicha orientación se ha consultado en la enciclopedia libre Wikipedia [5], las cuales son las siguientes:

Latitud	37°23'00"N
Longitud	5°59'00"O
Altitud	11 msnm

Figura 5.2 Coordenadas de Sevilla (Fuente: Wikipedia [5])

Tras adquirir estos datos se procede a diseñar la instalación, ya que estos son decisivos para conseguir el máximo rendimiento de la instalación fotovoltaica y proporcionar así los resultados más precisos y beneficiosos.

5.2 Recopilación de datos de la instalación

Para determinar la generación de una instalación fotovoltaica es necesario tener en cuenta varios factores, como la localización. Dependiendo de la zona geográfica en la que nos encontremos podremos tener una producción mayor o menor. Dicha producción también viene determinada en gran medida por la irradiancia solar, que se mide en kW/m^2 . Para aprovechar esa irradiancia lo máximo posible es necesario determinar dos parámetros, que son la inclinación de las placas y la orientación de los paneles.

5.2.1 Inclinación de los paneles

La inclinación de los paneles viene determinada por la latitud en la que se encontrará la instalación.

Dependiendo de esa inclinación se beneficiará la producción en unos determinados meses u otros. Si se busca una instalación de uso durante la época veraniega se recomienda una inclinación de 5 grados menos que la latitud, si por el contrario se prioriza el uso invernal, se recomienda una inclinación de quince grados más.

Estas variaciones en la inclinación del panel se deben a la altura que alcanza el Sol durante las distintas estaciones del año. En verano al alcanzar el sol una altura mayor, cuanto más plano se encuentre el panel fotovoltaico mayor irradiancia recibirá. En cambio, para el invierno, cuanto más vertical se encuentre la placa mayor generación, ya que el sol no se eleva tanto respecto al horizonte como sucede en el resto de las estaciones. La figura que se muestra a continuación es un ejemplo gráfico [6] que facilita la comprensión de lo comentado anteriormente.

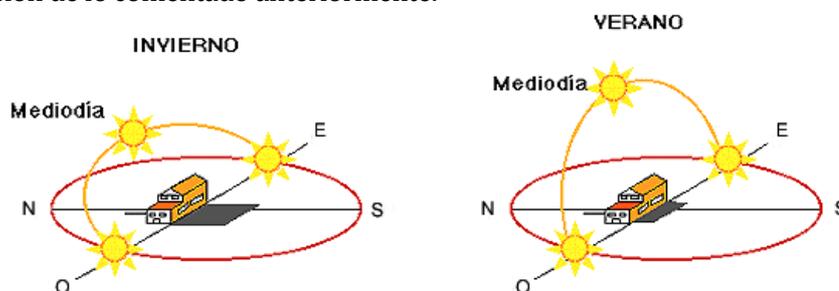


Figura 5.3 Trayectoria Solar (Fuente: [6])

En España, la inclinación de los paneles suele corresponderse con la de la latitud porque de esa forma se aprovecha al máximo el recurso solar que es tan llamativo de este país. Es por eso por lo que se ha optado por una inclinación de 34 grados, para así obtener mayor producción en los meses más favorables y uno suficiente para los meses menos favorables.

5.2.2 Orientación de los paneles

De forma paralela a la inclinación de los paneles, es importante también la orientación de estos. Cuando se habla de orientación se hace referencia a la posición de los paneles respecto a los 4 ejes cardinales.

En el caso del hemisferio Sur, se tiende a buscar la orientación hacia el mismo para así favorecer la producción máxima al aprovechar totalmente la incidencia del Sol sobre los paneles. Para el caso del hemisferio Norte, se da la situación contraria, es decir, se busca una orientación hacia el norte. Este

último caso no interfiere en este trabajo al encontrarse en el hemisferio sur, pero es importante hacer esa anotación.

En este trabajo se ha seleccionado un ángulo azimut de 0º, es decir, el ángulo de la placa respecto al sur cardinal es de 0º. En el caso de que la placa se encontrara entre el Sur y el Oeste este ángulo tendría un valor positivo. Por el contrario, si las placas se encuentran orientadas entre el Sur y el Este el Azimut tendría valor negativo.

5.2.3 Radiación Solar en Sevilla

Tras fijar la inclinación de los paneles y el azimut, es necesario obtener los valores de radiación con los que la instalación fotovoltaica trabajará. Para ello se ha usado una herramienta online de la Agencia Andaluza de la Energía y la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa [7]. Este software permite seleccionar una ubicación, por localidad o por coordenadas geográficas, y obtener las medidas de la radiación solar de estaciones meteorológica cercanas al lugar seleccionado.

Como se puede observar en la siguiente figura, para la localidad de Sevilla se han recopilado los datos de la estación meteorológica de la localidad de La Rinconada.

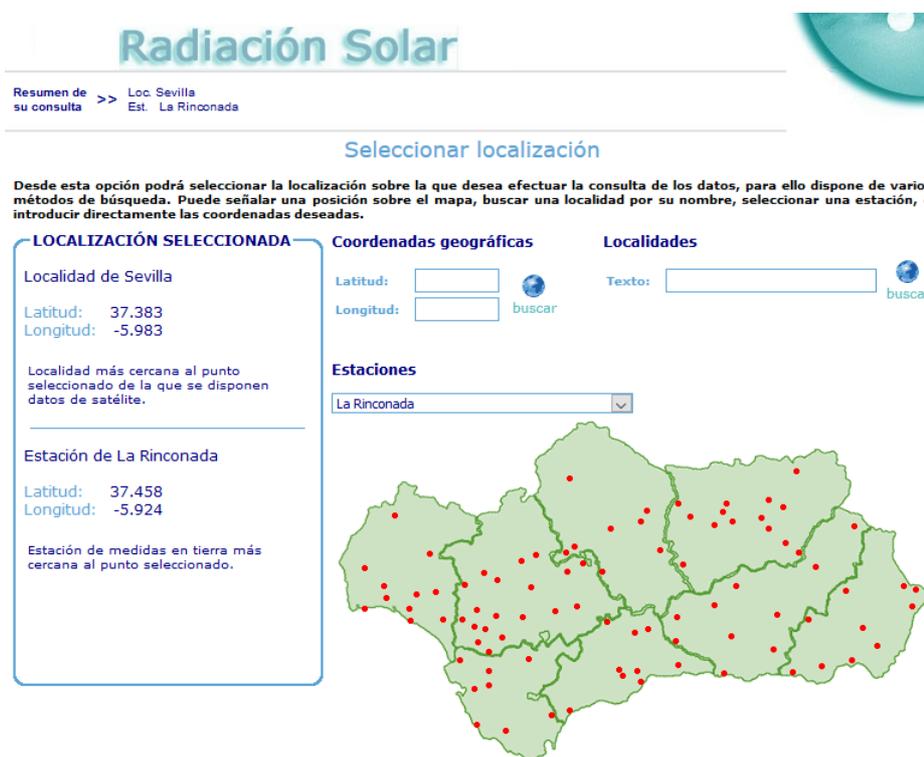


Figura 5.4 Radiación Solar (Fuente: Agencia Andaluza de la Energía y Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa [7])

Una vez seleccionada la localidad, el software online solicita algunos parámetros de la instalación esenciales para el cálculo de la incidencia de la radiación, permitiendo descargar esos datos en formato Excel y con un desglose horario para cada día y mes del año. En este caso, se ha seleccionado una inclinación de 34º del panel y un azimut de 0º, tal y como se concluyó en los puntos anteriores, dando lugar a la siguiente tabla con los siguientes datos:

	Radiación Global [Wh/m2]											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	2,85483871	11,69	6,32903226	0	0	0	0	0
6:00	0	0	2,77419355	33,59	60,2548387	66,02333333	59,2193548	40,425806	10,18	0	0	0
7:00	6,2774194	70,0517241	124,274194	181,246667	212,619355	233,426667	231,354839	210,16129	154,71	80,9806	21,64	0
8:00	145,0871	238,951724	298,13871	361,62	391,629032	425,36	429,964516	409,66129	338,96	242,219	173,73	103,548387
9:00	309,02258	425,058621	484,680645	548,946667	572,406452	615,916667	626,696774	614,3	531,85	417,058	343,74	251,73871
10:00	457,85484	595,165517	651,377419	713,656667	728,793548	777,533333	793,974194	790,61935	704,733333	577,377	498,336667	382,83871
11:00	562,95161	712,996552	766,93871	827,176667	835,56129	886,33	906,76129	910,52581	823,56	690,758	607,046667	479,425806
12:00	600,4871	754,668966	808,429032	867,976667	873,467742	924,826667	946,712903	953,46774	865,48	730,129	648,726667	513,925806
13:00	562,95161	712,996552	766,93871	827,176667	835,56129	886,33	906,76129	910,52581	823,56	690,758	607,046667	479,425806
14:00	457,85484	595,165517	651,377419	713,656667	728,793548	777,533333	793,974194	790,61935	704,733333	577,377	498,336667	382,83871
15:00	309,02258	425,058621	484,680645	548,946667	572,406452	615,916667	626,696774	614,3	531,85	417,058	343,74	251,73871
16:00	145,0871	238,951724	298,13871	361,62	391,629032	425,36	429,964516	409,66129	338,96	242,219	173,73	103,548387
17:00	6,2774194	70,0517241	124,274194	181,246667	212,619355	233,426667	231,354839	210,16129	154,71	80,9806	21,64	0
18:00	0	0	2,77419355	33,59	60,2548387	66,02333333	59,2193548	40,425806	10,18	0	0	0
19:00	0	0	0	0	2,85483871	11,69	6,32903226	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.1 Desglose horario de Radiación Global Solar Anual de Sevilla (Fuente: Propia)

Se puede deducir, viendo la tabla 5.1, que durante los meses de verano la producción será considerablemente mayor en las horas centrales del día, así como durante el amanecer y anochecer al hacerlo más temprano y más tarde respectivamente.

Para apreciar cómo sería la producción en cada uno de los meses se ha supuesto una instalación de 1kWp, y mediante la ecuación 2, se ha calculado la energía que produciría esa instalación a lo largo del año. Dicha producción se representa en la figura 5.5.

$$E = \frac{G_{dm}(\alpha,\beta)*P_{STC}*PR}{I_{STC}} \quad (2)$$

Donde:

- $G_{dm}(\alpha,\beta)$: Irradianción diaria en superficie inclinada [kWh/m²]. Como se quiere calcular la producción horaria diaria, estos valores son los mostrados en la Tabla 5.1
- I_{STC} : Irradiación en condiciones estándar [W/m²]. Por definición, este valor es 1000 W/m² y suele venir en la ficha técnica de los paneles.
- P_{STC} : Potencia pico en condiciones estándar [W/m²]. Se ha considerado una instalación de 1 kWp.
- PR : Performance Ratio o eficiencia. Para todas las instalaciones de este trabajo se ha considerado una eficiencia del 86%, por lo que se ha considerado 0.86 pu
- E : Energía producida. Incógnita para calcular mediante la ec.2.

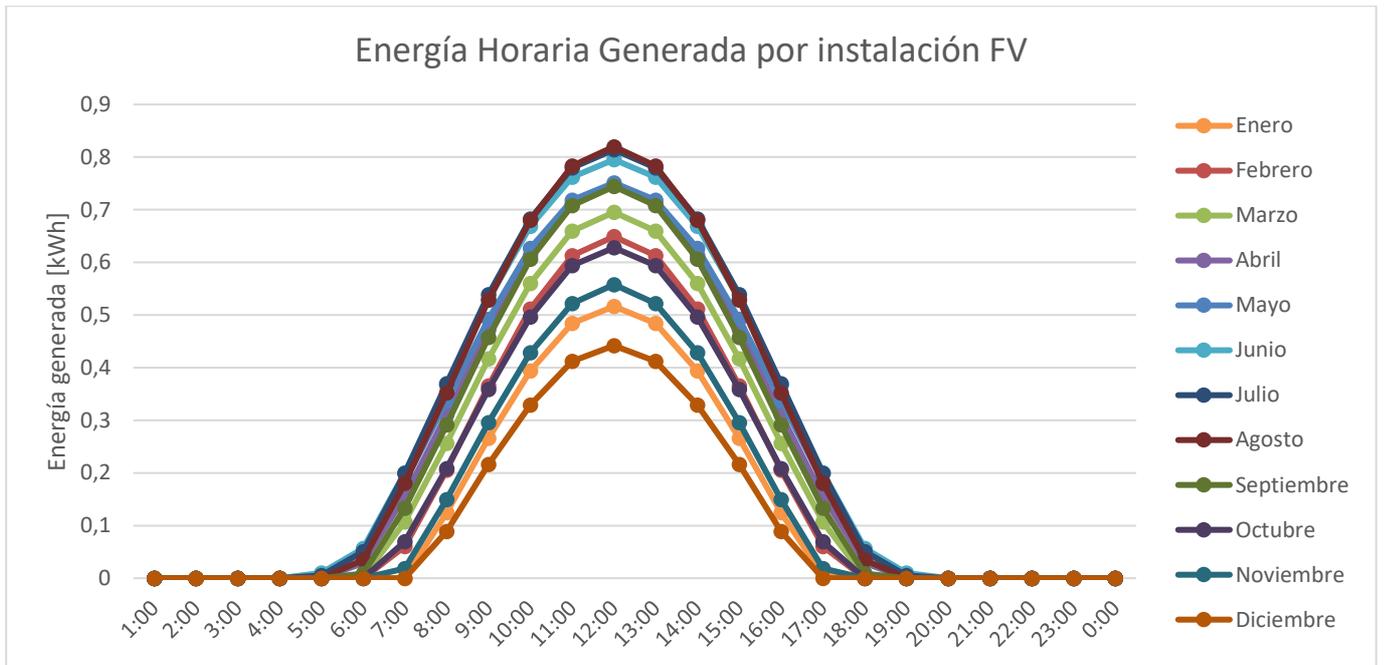


Figura 5.5 Energía horaria generada por instalación FV de 1kWp (Fuente: Propia)

Si se representa la producción total mensual de la instalación, Figura 5.6, se aprecia como en los meses de verano la producción aumenta considerablemente respecto al mes más desfavorable, que es el de diciembre.

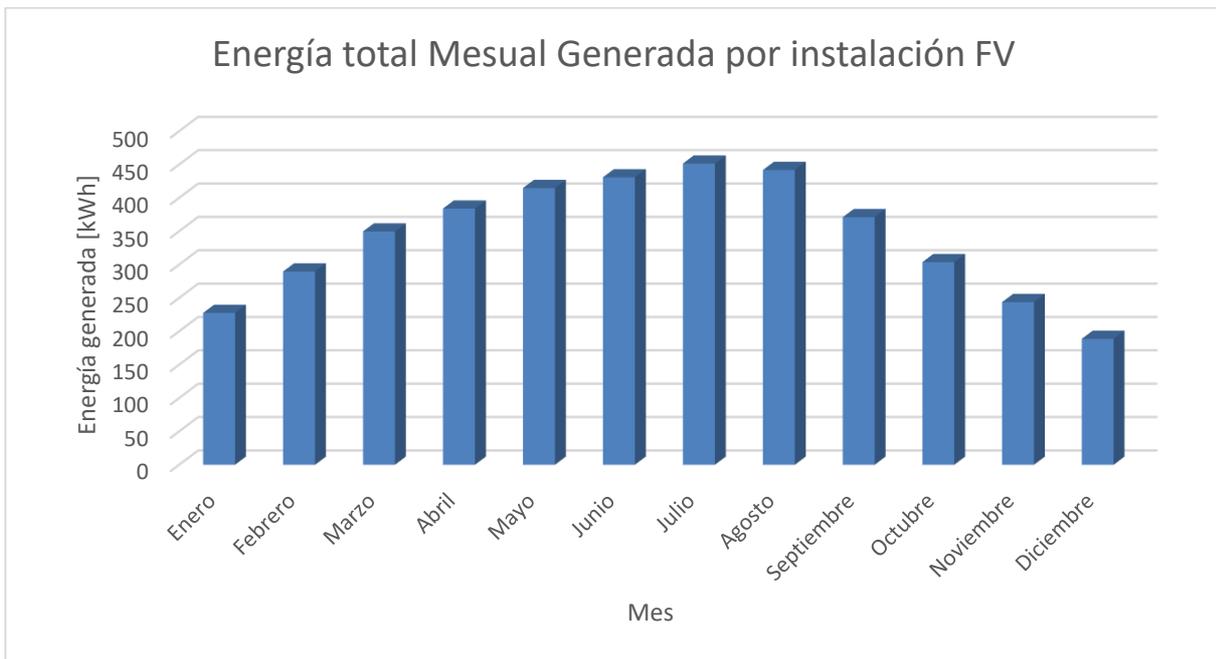


Figura 5.6 Energía total generada por instalación FV de 1kWp (Fuente: Propia)

6 DEMANDA ENERGÉTICA DE VIVIENDA UNIFAMILIAR

Para el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica es primordial un estudio previo del perfil de consumo. Es necesario evitar sobredimensionamientos excesivos e intentar adaptarse a dicho perfil para aumentar así la rentabilidad de la instalación. Cuanto mayor sea el sobredimensionamiento, mayor será la inversión no necesaria.

Por ello, en este punto se va a hablar del consumo eléctrico de la vivienda unifamiliar que se ha tomado como objeto de estudio.

Para obtener un perfil tipo de consumo horario para cada uno de los meses del año se ha consultado el 'BOE-A-2019-18675 Resolución de 16 de diciembre' [8], el cual tiene como objeto el *“procedimiento para establecer los perfiles de carga que serán utilizados para obtener las medidas horarias necesarias para la liquidación de la energía en el mercado de producción de energía eléctrica, a partir de los datos de consumo registrados por equipos de medidas no horarios”*.

En este documento se encuentran distintos coeficientes de perfiles de consumo para las 8760 horas del año 2020. Aplicando dichos coeficientes en determinadas formulas propuestas por el BOE, permite calcular el peso de cada hora a lo largo del día para ese mes. Para la vivienda de estudio se ha elegido el perfil B, el cual es para viviendas con potencias contratadas menores de 15kW y con discriminación horaria.

Una vez calculados los pesos horarios, y tomando como consumo mensual aproximado de la vivienda los valores de la tabla 6.1, se ha podido estimar unos perfiles de consumo diario desglosados por horas para cada uno de los meses, como se puede apreciar en la tabla 6.2.

Mes	Energía Consumida mensual [kWh]
Enero	245
Febrero	231
Marzo	292
Abril	288
Mayo	249
Junio	384
Julio	679
Agosto	538
Septiembre	366
Octubre	233
Noviembre	267
Diciembre	363
Total	4135

Tabla 6.1 Energía total consumida mensual y total anual de la vivienda de estudio (Fuente: Propia)

CURVA CONSUMO horaria diaria [kWh]												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	0,204262761	0,209819398	0,26626	0,29294643	0,24327	0,37758	0,671112554	0,555948	0,360851766	0,2166668	0,23835694	0,3245433
2:00	0,196822843	0,202152528	0,25459	0,2803858	0,23107	0,35462	0,621635399	0,513149	0,338392011	0,2073832	0,22907282	0,3106929
3:00	0,193766318	0,199579279	0,25162	0,27456839	0,22557	0,3439	0,595907806	0,490664	0,327561653	0,201935	0,22510208	0,3061353
4:00	0,192786727	0,198547535	0,25008	0,27253075	0,22557	0,33849	0,583364657	0,481593	0,321781888	0,2000571	0,2239614	0,3044096
5:00	0,194278648	0,200649744	0,25144	0,27381044	0,22429	0,33878	0,581897632	0,477353	0,321322275	0,2009676	0,22502749	0,3059169
6:00	0,202711912	0,209183618	0,26214	0,28362613	0,23226	0,34834	0,597295788	0,489274	0,331812443	0,2079059	0,23462601	0,3180766
7:00	0,233501969	0,241197859	0,29816	0,3153494	0,24882	0,36242	0,640056253	0,529575	0,365813882	0,2316384	0,26814537	0,3608761
8:00	0,300686724	0,30652759	0,34942	0,35940238	0,27362	0,4113	0,710930054	0,579898	0,429856903	0,2800914	0,32879649	0,4483312
9:00	0,404748373	0,403682144	0,45799	0,44881427	0,36349	0,56124	0,945890028	0,733401	0,528222992	0,3457045	0,42849834	0,5737353
10:00	0,470895208	0,473418076	0,53462	0,51753362	0,42592	0,67387	1,103043011	0,846326	0,626112591	0,4005491	0,50344243	0,6590023
11:00	0,492867352	0,492369679	0,55727	0,54055883	0,45054	0,72478	1,204193355	0,925065	0,673966229	0,419612	0,52477069	0,6918868
12:00	0,487089951	0,487376333	0,55534	0,54332807	0,45594	0,74125	1,24545496	0,959211	0,690752491	0,4238413	0,52404166	0,6917349
13:00	0,479160515	0,478951886	0,55048	0,54278885	0,46158	0,75724	1,271455299	0,981057	0,707725583	0,4299164	0,52126954	0,6827254
14:00	0,447033464	0,448142902	0,51863	0,5169298	0,44378	0,73179	1,244742129	0,967828	0,689517062	0,4114346	0,4926552	0,642336
15:00	0,386154404	0,389722625	0,45735	0,46213428	0,39911	0,66068	1,137446689	0,891592	0,625331984	0,3686294	0,43182469	0,5651091
16:00	0,366041702	0,371338679	0,43908	0,44725632	0,38881	0,63407	1,083895147	0,832445	0,594872561	0,35605	0,41428242	0,53787
17:00	0,370149927	0,373322629	0,43983	0,44749634	0,39125	0,63782	1,07766219	0,820189	0,593841527	0,359105	0,4216935	0,5386519
18:00	0,378182726	0,375657988	0,43917	0,44394071	0,39109	0,6465	1,086070553	0,826521	0,59874877	0,3608787	0,43859249	0,5628781
19:00	0,398598969	0,375232309	0,4256	0,42519825	0,37444	0,62301	1,060369254	0,815401	0,580858336	0,3563183	0,47356965	0,6042953
20:00	0,387553759	0,389072375	0,44187	0,40617974	0,35243	0,58465	1,01016627	0,787688	0,55327457	0,3585814	0,44945042	0,5716659
21:00	0,343321705	0,350462576	0,42642	0,40332841	0,33077	0,53622	0,936772581	0,760209	0,556213383	0,3579486	0,40281307	0,5144161
22:00	0,29309955	0,298832256	0,37455	0,41100864	0,32605	0,50024	0,879948683	0,762208	0,523452153	0,3116561	0,34230306	0,4478465
23:00	0,252263225	0,257547747	0,32511	0,36359721	0,30179	0,48001	0,849432954	0,698759	0,455627363	0,2686141	0,29391472	0,3897671
0:00	0,227247076	0,232729487	0,29234	0,32728695	0,27108	0,43119	0,764482562	0,629485	0,404089584	0,240644	0,26378951	0,3567751

Tabla 6.2 Tabla de Consumo Diario (Fuente: Propia)

Al representar la tabla obtenida se puede observar, en la figura 6.1, como en los meses de verano el consumo aumenta considerablemente debido a la conexión de aparatos de refrigeración de la vivienda, por lo que el consumo total mensual también aumentará considerablemente, tal y como se puede apreciar en la figura 6.2, la cual representa en un diagrama de barras la variación de energía total consumida por la vivienda de estudio de este trabajo.

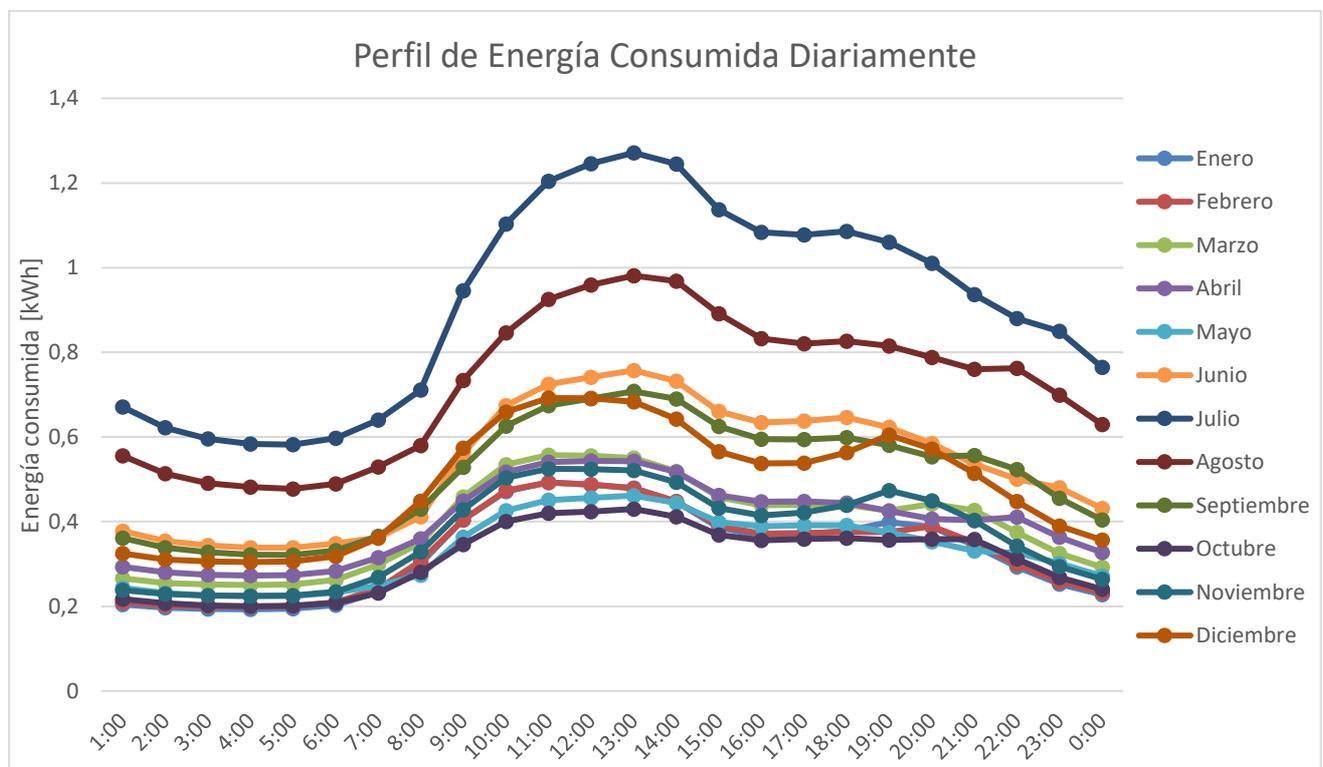


Figura 6.1 Perfil de Consumo Diario (Fuente: Propia)

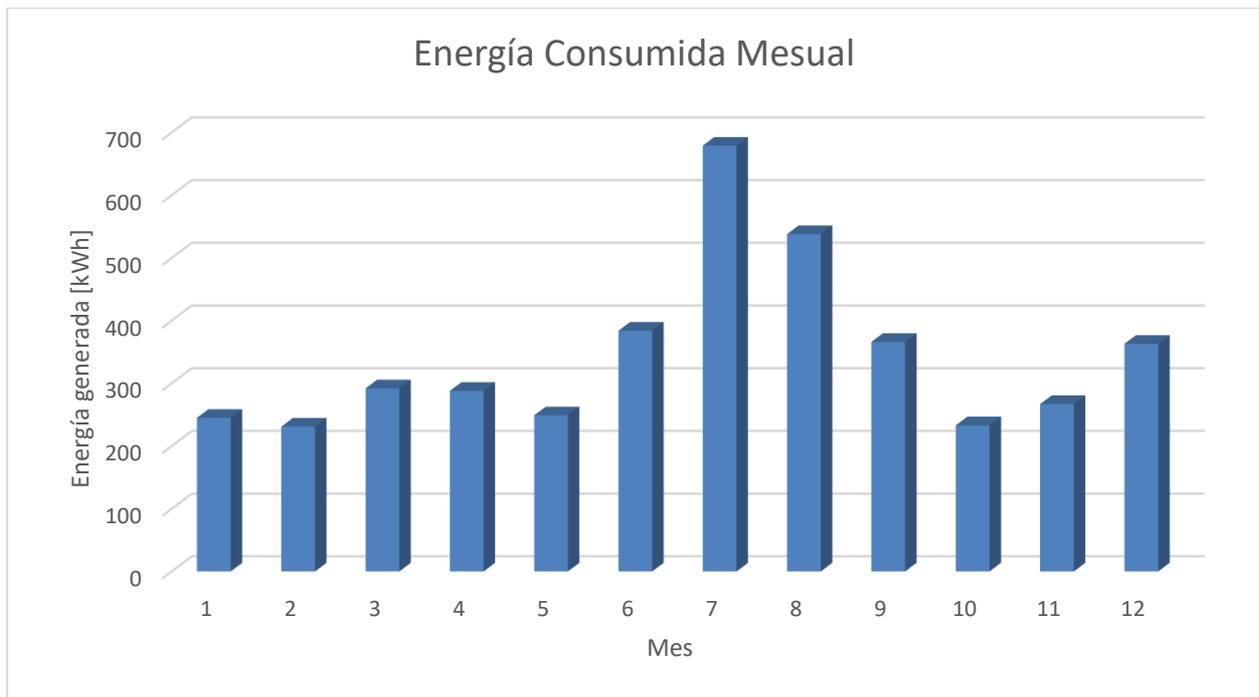


Figura 6.2 Representación Energía Consumida Mensual (Fuente: Propia)

7 DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE TRABAJO

Una vez definida la instalación fotovoltaica de la vivienda y el perfil de consumo para cada mes del año, se procede a definir los aspectos económicos y de almacenamiento que se han considerado para el estudio de la rentabilidad de las instalaciones fotovoltaicas en viviendas unifamiliares.

7.1 Tarifas de electricidad

La primera variable para considerar, son las distintas tarifas con las que se realizará el balance económico de la instalación. Dichas tarifas dependerán de la modalidad de autoconsumo que haya escogido el cliente al realizar el contrato con la comercializadora.

En este trabajo se ha escogido como comercializadora libre a Endesa, y como comercializadora regulada a Endesa XXI. Ambas compañías ofrecen tarifas a un precio fijo del kWh con discriminación horaria, pero con la diferencia, tal y como se comentó en apartados anteriores, que una se encuentra regulado el precio del kWh por el Gobierno y la otra posee absoluta libertad para acordar dicho precio de venta de energía al cliente.

La primera tarifa es la 'Tarifa One Luz Nocturna' [9] de Endesa que posee discriminación horaria de dos tramos, de punta y de valle, a precio fijo ambos tramos. Para horario de invierno el periodo valle comprende de las 22:00 a las 12:00 y la punta entre las 12:00 a las 22:00. Sin embargo, para el horario de verano el periodo valle comprende de las 23:00 a las 13:00 y la punta entre las 13:00 a las 23:00.

Término de Potencia [€/kW*días]	Energía Consumida HORA PUNTA [€/kWh]	Energía Consumida HORA VALLE [€/kWh]
0,112757	0,158614	0,07942

Tabla 7.1 Tarifa One Luz Nocturna de Endesa (Fuente: Propia)

La segunda tarifa con la que se ha trabajado también es de la compañía Endesa y ha sido diseñada específicamente para instalaciones fotovoltaicas domésticas acogidas a compensación, es decir, existe un precio fijo para los excedentes y un descuento en el kWh para cuando se esté consumiendo de la red. Se trata de la ‘Tarifa Termo Solar’ [10] y con ella se pretende que en horario de invierno el cliente se encuentre autoconsumiendo y vertiendo a la red entre las 10h y las 17h o, si estuviese en horario de verano, entre las 9h y las 18h. Si se diera la situación en la que no es posible autoconsumir debido a las inclemencias meteorológicas u otras razones en los tramos indicados anteriormente, el precio de la energía consumida de la red sería el mismo al de las horas de no autoconsumo, es decir, de 0.120185 €/kWh. En la tabla de continuación se pueden observar los precios que están contemplados para esta tarifa en cuestión.

Término de Potencia [€/kW*días]	Energía Consumida [€/kWh]	Energía Exceditaria [€/kWh]
0,131002	0,120185	0,05

Tabla 7.2 Tarifa Termo Solar 2.0 DHA de Endesa (Fuente: Propia)

La tercera y última tarifa, se trata de una ofertada por la comercializadora regulada de Energía XXI. Al tratarse de una comercializadora regulada se ha visto afectada por una nueva tarifa que entró en vigor el pasado 1 de junio de 2021. Esta nueva tarifa ha sustituido las tarifas 2.0 y 2.1 por una única, a la que se le ha llamado tarifa 2.0 TD. En ella, se ha establecido una discriminación horaria obligatoria en tres periodos con tres precios distintos, una para cada periodo. Dichas franjas se denominan la franja punta, valle y supervalle o llano, siendo la última la más económica. Además, se establece que los sábados, domingos y festivos sean considerados como tramo supervalle durante sus 24h. En la siguiente figura se pueden apreciar que horas contemplaría cada periodo y como serían los fines de semana y días festivos.



Figura 7.1 Periodificación Energía Tarifa 2.0 TD (Fuente: Selectra [11])

Respecto a la tarifa escogida, los precios son los mostrados en la Tabla 7.3.

Término de Potencia [€/kW*días]	Energía Consumida HORA PUNTA [€/kWh]	Energía Consumida HORA VALLE [€/kWh]	Energía Consumida HORA SUPERVALLE [€/kWh]
0,104229	0,168365	0,09962	0,083343

Tabla 7.3 Tarifa 2.0 TD de Energía XXI (Fuente: Propia)

7.2 Modelos de retribución

Una vez elegidas las tarifas que se le aplicará al consumidor en sus facturas eléctricas, se mostrará, a continuación, las distintas fórmulas contempladas para la compensación de excedentes de la instalación. Tal y como se comentó en el apartado 4.3, nos encontramos con tres modalidades:

- Modalidad con excedentes acogida a compensación con comercializadora libre
- Modalidad con excedentes acogida a compensación con comercializadora regulada
- Modalidad con excedentes no acogida a compensación

Para la primera modalidad, es decir, aquella con excedentes acogida a compensación con comercializadora libre, el precio del excedente vendrá fijado por el contrato firmado por la comercializadora y el consumidor. En este caso, dicho precio es de 0.05 €/kWh al tratarse de la ‘Tarifa Termo Solar 2.0 DHA’ de Endesa comentada anteriormente.

Para la segunda modalidad, el precio del excedente vendrá determinado por el precio del mercado diario menos los costes de desvío. Estos valores están disponibles de manera pública en la página web de REE [12]. En la tabla siguiente se muestran un precio medio aproximado para cada mes del año 2020 en unidades de €/MWh.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	35,6623	32,6897	24,7719	16,587	20,9526	30,1647	32,849	33,191	37,091	31,6745	36,4346667	34,36
2:00	33,2474	30,6614	23,648	15,1257	20,1442	28,8	30,8353	31,1429	35,447	28,9063	34,5543333	31,1803226
3:00	31,7842	29,539	22,8352	14,249	19,6165	28,2863	30,104	30,2016	33,856	28,5284	33,504	28,9512903
4:00	31,0868	29,0641	22,5429	13,745	19,4113	28,018	29,8887	29,9726	33,3383333	28,5806	33,0173333	28,4487097
5:00	32,3806	30,5614	23,2203	14,371	19,7352	29,0563	30,5223	31,2723	35,049	29,82	34,2643333	29,9616129
6:00	35,3848	33,7272	25,4435	16,5053	20,4752	30,4593	32,9397	33,8932	41,77	34,2052	37,815	34,0806452
7:00	41,3829	36,7772	27,4361	17,2657	20,7719	32,0623	35,499	36,3613	44,3766667	39,4745	41,7593333	39,8432258
8:00	43,9313	38,3583	28,3587	17,8347	21,2577	32,7307	36,7163	37,859	45,543	41,7803	43,7296667	43,4545161
9:00	44,7255	38,7338	28,8848	18,5667	21,2803	32,2343	36,9667	38,4384	45,3356667	42,1184	43,918	46,4658065
10:00	44,7913	37,7814	28,2726	17,816	20,64	31,279	36,5717	36,9116	43,026	40,0616	43,0016667	46,8980645
11:00	43,6916	36,7348	27,7303	17,9733	20,9281	30,9657	36,63	36,6929	42,204	37,5858	42,6453333	45,4296774
12:00	42,6581	35,5341	27,639	18,3153	21,1416	31,0757	37,5513	37,4068	42,79	36,3039	42,7523333	44,2780645
13:00	41,6955	34,85	27,6774	18,3057	21,4981	30,8593	38,027	36,8084	42,5096667	35,0594	42,3473333	43,7748387
14:00	40,2384	33,5134	26,6913	17,6267	21,0152	29,3493	37,2237	35,8119	41,047	32,5665	42,1646667	42,29
15:00	39,7529	32,3272	25,5329	15,4903	18,7365	26,874	35,3057	33,8245	39,8486667	31,4723	41,869	41,2709677
16:00	40,9368	32,9514	25,3816	13,8213	17,9135	26,2153	34,5667	33,35	39,8866667	32,5871	43,1056667	43,0416129
17:00	44,2726	35,6097	26,5465	14,2043	18,3219	27,3007	35,0837	34,7323	41,1563333	35,3355	46,2413333	47,2783871
18:00	47,291	38,6338	28,3374	16,8723	19,8087	29,0237	36,261	36,6826	42,876	38,8435	50,1886667	51,3516129
19:00	48,9642	42,5783	33,3884	18,9083	21,6981	30,6177	38,108	38,9326	46,8693333	44,5335	49,9113333	52,1203226
20:00	48,8065	43,4721	35,2629	21,2677	23,2155	32,3837	38,6987	41,5532	50,8426667	47,4435	48,943	51,6612903
21:00	47,4503	42,3834	34,049	23,6847	25,7226	34,1323	39,8107	43,2684	50,289	43,6474	46,2533333	49,033871
22:00	43,9648	39,0483	31,5168	22,0973	25,6826	34,789	40,555	41,7832	45,9016667	40,3848	43,483	46,4135484
23:00	39,9106	36,2855	29,2619	20,4123	23,431	32,151	37,122	38,1152	41,2566667	36,9265	40,746	42,2083871
0:00	38,9406	34,0472	27,2165	17,953	22,39	30,9387	36,8063	36,3797	40,313	34,9458	38,8226667	38,6658065

Tabla 7.4 Precio de la energía excedentaria del autoconsumo para el mecanismo de compensación simplificada (PVPC) en €/MWh (Fuente: Propia)

Por último, para la modalidad con excedentes, pero no acogida a compensación, al considerarse que la instalación está puesta en red, el precio del excedente viene determinado por el mercado eléctrico, y por lo tanto variará a diario. Además, tendrá que hacer frente al pago de representación en el mercado eléctrico diario y al impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica al considerarse un productor conectado a la red eléctrica directamente. En la siguiente tabla, se muestran los precios medios mensuales del año 2020 por MWh inyectado a la red. Estos precios no tienen en cuenta los costes comentados anteriormente, por lo tanto, habrá que considerarlos a la hora de realizar la factura correspondiente. Comentar que son también de dominio público en la página web de REE [12].

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	50,67	27,5	25,8	20,3	14	26	34,65	33,9	37,84	31,47	34,79	34,01
2:00	49,19	25,31	25	17	11,73	22,7	27,5	29,75	34,48	29	34,6	32,23
3:00	46,22	17,9	25,09	16,4	11,5	22,01	25,7	29	32,9	29,62	33,1	30,43
4:00	42	16	24,77	16,01	10,75	21,36	25,1	29,1	32,35	28,91	33,1	29,5
5:00	39,01	16	24,47	16,01	10,7	20,02	25,1	29,1	32,32	28,72	32,97	30,05
6:00	42	24	25,3	16,5	11	23,03	26,51	29,75	36,07	29,55	34,65	31,89
7:00	47,75	28,5	28,01	20,3	12,9	23,52	34,64	36,9	47,01	35,08	44,37	39,87
8:00	50,69	36,1	35,5	23	14	30,33	39,27	38,61	47,01	37,58	48,88	51,82
9:00	52,93	36,59	37,68	23,75	15	30,02	38,12	40,35	47,01	40,06	49,95	53,88
10:00	52,6	37,2	37,64	25	16,84	30	37,68	41	47,17	41,56	48	55,5
11:00	50,67	34,51	35,5	25,5	15,81	28,5	34,95	40,57	45,07	40,07	46,64	54,46
12:00	49,73	33,16	34,54	26,03	15,5	26,5	33,66	38,97	41,49	36,51	46,26	54,05
13:00	47,44	32,51	33,48	25,5	16,46	28	34,28	41,4	42,34	39,71	46,02	53,42
14:00	47,01	30	35,04	26,29	16,5	28,78	35	41,46	43,66	41,51	46,42	52,86
15:00	45	29,01	33,53	24,96	16,5	28	34,65	40,86	42,46	41,93	47,59	51,86
16:00	42,97	29,15	32,02	22,86	13,89	27,5	32,84	38,57	43,5	39,71	49,67	51,8
17:00	43,68	29,3	32,09	18,99	13,38	25,83	34	40	46,07	37	49,58	51,84
18:00	46,81	33,6	33,64	17	13,89	25,93	37,41	42,21	46,01	37,58	53,18	53,02
19:00	49,51	37,3	35,17	22,75	16,98	28	36,18	42,46	47,01	41,56	60,55	54,95
20:00	50	44,6	39,09	23,51	18,34	28,78	36,1	42,57	48,54	47,08	55,96	56,02
21:00	50	48,05	40,5	26,02	19,51	30,02	38,99	43,4	51,47	53,49	53,55	55,53
22:00	47,11	46,01	37,64	29,51	20,7	31,18	39	43,4	53,01	48,22	51,02	48,62
23:00	38,6	37,61	35,04	26,5	21,85	32,09	38,99	42,04	51	45,05	48,5	44,62
0:00	34,1	33,6	33,99	24,5	20,01	30	34,64	37,78	48	40,07	45,55	43,68

Tabla 7.5 Precio medio del mercado eléctrico diario (Fuente: Propia)

7.3 Definición de escenarios de simulaciones

Tras definir la generación de la instalación fotovoltaica, las tarifas y las modalidades, se han creado los distintos escenarios en los cuales se realizará el estudio económico. Para dichos escenarios se diferenciará entre una instalación de 1 kWp y de 2,4 kWp, dependiendo si el escenario contempla excedentes o no, y si esos excedentes llevan asociados una remuneración. La Tabla 7.6 es un resumen de las variables a tener en cuenta a la hora de realizar las simulaciones. Para ello, se especifica primero a que hace referencia cada escenario:

- **Inicial:** Vivienda unifamiliar sin instalación de autoconsumo
- **Escenario 1:** Vivienda unifamiliar sin remuneración por excedentes
- **Escenario 2:** Vivienda unifamiliar con autoconsumo con excedentes no acogida a compensación
- **Escenario 3:** Vivienda unifamiliar con autoconsumo con excedentes acogida a compensación con comercializadora libre
- **Escenario 4:** Vivienda unifamiliar con autoconsumo con excedentes acogida a compensación con comercializadora regulada
- **Escenario 5:** Segunda residencia sin autoconsumo

- **Escenario 6:** Segunda residencia con autoconsumo con excedentes acogida a compensación con uso durante todos los fines de semana del año y durante los meses de las vacaciones de verano
- **Escenario 7:** Segunda residencia con autoconsumo con excedentes acogida a compensación. Sin embargo, la residencia sólo tiene uso en los meses de verano y el resto del año la vivienda se encuentra sin consumo debido al corte de la corriente en la vivienda
- **Escenario 8:** Segunda residencia con autoconsumo con excedentes acogida a compensación. Sin embargo, la residencia sólo tiene uso en los meses de verano y el resto del año la vivienda consume el sumatorio de los aparatos más comunes, como por ejemplo el frigorífico.
- **Escenario 9:** Premisa del Escenario 6 pero sin contemplar el artículo 14 del Real Decreto que limita la retibución de excedentes
- **Escenario 10:** Premisa del Escenario 7 pero sin contemplar el artículo 14 del Real Decreto que limita la retibución de excedentes
- **Escenario 11:** Premisa del Escenario 8 pero sin contemplar el artículo 14 del Real Decreto que limita la retibución de excedentes

Escenario	Tarifas			Compensación		Potencia pico de la instalación		Aplicación art. 14	
	Tarifa One Luz	Tarifa Termo Solar	Tarifa Endesa XXI	Acogida a compensación	No acogida a compensación	1 kWp	2'4 kWp	Sí	No
Inicial			X					X	
1			X			X		X	
2	X				X		X	X	
3		X		X			X	X	
4			X	X			X	X	
5	X							X	
6		X		X		X		X	
7		X		X		X		X	
8		X		X		X		X	
9		X		X		X			X
10		X		X		X			X
11		X		X		X			X

Tabla 7.6 Definición de escenarios de trabajo (Fuente: Propia)

Como se puede apreciar en la tabla anterior hay 12 escenarios de estudio en los que cada uno tiene una particularidad. Para poder realizar el estudio económico y analizar si el autoconsumo es rentable o no, se ha contemplado el escenario inicial, es decir, el caso con el que se realizará las comparaciones de todos los escenarios.

Este escenario inicial es el que limita la potencia pico posible a instalar, debido a la premisa inicial de una superficie disponible, en el tejado de la vivienda unifamiliar de estudio, para la instalación de FV de 5x3 m². Una vez que se sabe el espacio del que se dispone, se ha estimado mediante la herramienta PVsyst que para aquellas instalaciones de 2.4 kWp se necesitarían aproximadamente 8 paneles fotovoltaicos distribuidos en dos cadenas de cuatro paneles cada una. Esta instalación necesitaría de unos 13 m², por debajo de los 15 m² disponibles de tejado. En cambio, para la instalación de 1kWp se estima una superficie de 7 m² y una cadena de unos cuatro paneles.

El número de paneles variará dependiendo de la potencia que se escoja y del inversor, para este caso se ha seleccionado un panel de Silicio monocristalino de 300 Wp y un inversor de 1.2 kW.

Es importante destacar que la definición de estos escenarios son importantes ya que permitirán conocer de cuanto será el ahorro mensual, ahorro anual y una amortización aproximada de la instalación de autoconsumo.

8 RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE LOS ESCENARIOS

Una vez definidos los distintos escenarios de trabajo, la demanda energética y fijados los datos de la instalación fotovoltaica, se procede a mostrar los resultados obtenidos para cada uno de los escenarios. En este apartado se mostrarán, en primer lugar, las distintas posibles facturas eléctricas para cada una de las modalidades que el RD 244/2019 regula. Posteriormente, en los apartados siguientes, se hará una comparación de las distintas simulaciones, permitiendo así la obtención de unas conclusiones más exactas.

A lo largo de las siguientes facturas encontraremos distintos términos cuyo significado podría generar confusión en lo que a su significado se refiere. Por eso, a continuación, se encuentra una tabla resumen que comprende las descripciones y ecuaciones de esas columnas.

Concepto	Descripción	
Coste Potencia Contratada	Potencia contratada considerada de 4,6 kW. El Término de Potencia viene determinado por la tarifa del escenario de estudio	
<i>Término_de_potencia*Potencia_Contratada*días_del_mes</i>		(3)
Coste Energía Consumida	El precio del kWh depende de la tarifa con la que se trabaje. En caso de que discriminación horaria se calcularía el precio para cada tramo y se sumarían al final	
<i>Precio_del_kWh * Energía_Consumida</i>		(4)
Diferencia entre Coste Energía y Retribución	Esta celda se señala en verde si el artículo 14, comentado en apartados anteriores, no ha sido aplicado y en amarillo si lo ha sido. En el primer caso, señalaría el valor final del término de consumo de energía de la red teniendo en cuenta la retribución. Para el caso, señalaría la retribución que no ha sido descontada de la factura del cliente.	
<i>Coste_Energía_Consumida + Retribución_Excedentes_FV</i>		(5)
Subtotal 1	Primer coste desglosado de la factura eléctrica	
<i>Coste_Potencia_Contratada + Coste_Energía_Consumida + Retribución_Excedentes_FV + Bono_Social</i>		(6)
Impuesto electricidad	Impuesto del 5%	
<i>Subtotal_1 * 0,05</i>		(7)
Alquiler de equipos de medida y control	0,026429 €/dia	
<i>Número_de_días_del_mes * 0,026429</i>		(8)
Subtotal 2	Segundo coste desglosado de la factura eléctrica	
<i>Impuesto_electricidad + Alquiler_de_equipos_de_medida_y_control</i>		(9)
Total Base Imponible	Total del coste antes de IVA	
<i>Sutotal_1 + Subtotal_2</i>		(10)

IVA	Impuesto del 21%	
Total_Base_Imponible * 0,21		(11)
Total Factura	Total de la factura después de impuestos	
Total_Base_Imponible + IVA		(12)

Tabla 8.1 Ecuaciones usadas en las facturas eléctricas (Fuente: Propia)

8.1 Modalidad sin autoconsumo

Esta primera simulación se corresponde con el Escenario Inicial, el cual simula una factura de la vivienda sin instalación de autoconsumo. Esta factura será la que se usará para realizar las distintas comparaciones con el resto de escenarios.

Tal y como se muestra en la tabla 8.2, el cliente ha utilizado la tarifa de la comercializadora regulada Energía XXI con discriminación horaria de tres tramos.

Los resultados de este escenario son los mostrados en la tabla 8.2. Se ha estimado que el importe de las facturas total anual que el cliente tendrá que pagar a la compañía será de 888.58€.

Este valor es el que se ha considerado primordial para estudiar el ahorro económico que el autoconsumo supone en el resto de escenarios.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA	TOTAL
Enero	14,86 €	30,90 €	45,77 €	2,34 €	0,82 €	3,16 €	48,92 €	10,27 €	59,20 €
Febrero	13,90 €	29,04 €	42,94 €	2,20 €	0,74 €	2,94 €	45,88 €	9,63 €	55,51 €
Marzo	14,86 €	36,39 €	51,26 €	2,62 €	0,82 €	3,44 €	54,70 €	11,49 €	66,18 €
Abril	14,38 €	35,44 €	49,83 €	2,55 €	0,79 €	3,34 €	53,17 €	11,16 €	64,33 €
Mayo	14,86 €	30,76 €	45,62 €	2,33 €	0,82 €	3,15 €	48,77 €	10,24 €	59,01 €
Junio	14,38 €	47,74 €	62,13 €	3,18 €	0,79 €	3,97 €	66,10 €	13,88 €	79,98 €
Julio	14,86 €	84,10 €	98,96 €	5,06 €	0,82 €	5,88 €	104,84 €	22,02 €	126,85 €
Agosto	14,86 €	66,20 €	81,06 €	4,14 €	0,82 €	4,96 €	86,03 €	18,07 €	104,09 €
Septiembre	14,38 €	45,39 €	59,78 €	3,06 €	0,79 €	3,85 €	63,63 €	13,36 €	76,99 €
Octubre	14,86 €	28,97 €	43,84 €	2,24 €	0,82 €	3,06 €	46,90 €	9,85 €	56,74 €
Noviembre	14,38 €	33,58 €	47,97 €	2,45 €	0,79 €	3,25 €	51,21 €	10,75 €	61,97 €
Diciembre	14,86 €	45,47 €	60,33 €	3,08 €	0,82 €	3,90 €	64,23 €	13,49 €	77,72 €
TOTAL	175,48 €	513,99 €	689,46 €	35,25 €	9,65 €	44,90 €	734,36 €	154,22 €	888,58 €

Tabla 8.2 Factura para Escenario Inicial (Fuente: Propia)

8.2 Modalidad sin remuneración por excedentes

Para este primer escenario, Escenario 1, la vivienda cuenta con una instalación fotovoltaica de 1kWp que le permite autoconsumir casi sin generar excedentes, ya que en este primer escenario no se contempla una retribución por los excedentes que se puedan generar. Por eso, el dimensionamiento de la instalación es menor que para el resto de escenarios, en los que los excedentes si juegan un papel importante a la hora de la factura eléctrica.

En la tabla 8.3 se recogen las principales características de la instalación fotovoltaica y como quedaría la demanda energética de este escenario al final del año.

Concepto	Dimensionamiento
Potencia pico [kWp]	1
Área paneles [m2]	7
Número de paneles	4
Potencia contratada [kW]	4,6
Demanda energética [kWh]	4135
Energía consumida de red [kWh]	2556
Energía autoconsumida [kWh]	1579
Energía generada FV [kWh]	1707
Energía inyectada a la red [kWh]	128

Tabla 8.3 Dimensionamiento y demanda energética para Escenario 1 (Fuente: Propia)

Para este escenario también se ha considerado la Tarifa de Energía XXI, también con discriminación horaria de tres tramos.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA (21%)	TOTAL FACTURA
Enero	14,86 €	17,63 €	32,50 €	1,66 €	0,82 €	2,48 €	34,98 €	7,35 €	42,32 €
Febrero	13,90 €	14,69 €	28,59 €	1,46 €	0,74 €	2,20 €	30,79 €	6,47 €	37,26 €
Marzo	14,86 €	18,54 €	33,40 €	1,71 €	0,82 €	2,53 €	35,93 €	7,54 €	43,47 €
Abril	14,38 €	17,41 €	31,79 €	1,63 €	0,79 €	2,42 €	34,21 €	7,18 €	41,40 €
Mayo	14,86 €	14,32 €	29,19 €	1,49 €	0,82 €	2,31 €	31,50 €	6,61 €	38,11 €
Junio	14,38 €	24,18 €	38,56 €	1,97 €	0,79 €	2,76 €	41,33 €	8,68 €	50,01 €
Julio	14,86 €	58,85 €	73,71 €	3,77 €	0,82 €	4,59 €	78,30 €	16,44 €	94,75 €
Agosto	14,86 €	41,36 €	56,23 €	2,87 €	0,82 €	3,69 €	59,92 €	12,58 €	72,50 €
Septiembre	14,38 €	24,78 €	39,16 €	2,00 €	0,79 €	2,80 €	41,96 €	8,81 €	50,77 €
Octubre	14,86 €	15,11 €	29,97 €	1,53 €	0,82 €	2,35 €	32,32 €	6,79 €	39,11 €
Noviembre	14,38 €	19,46 €	33,84 €	1,73 €	0,79 €	2,52 €	36,36 €	7,64 €	44,00 €
Diciembre	14,86 €	34,23 €	49,10 €	2,51 €	0,82 €	3,33 €	52,43 €	11,01 €	63,44 €
TOTAL	175,48 €	300,57 €	476,05 €	24,34 €	9,65 €	33,99 €	510,03 €	107,11 €	617,14 €

Tabla 8.4 Factura para Escenario 1 (Fuente: Propia)

Para este escenario la factura eléctrica anual tendría un coste de 617.14 €.

Si consultamos la tabla que se muestra a continuación, se puede observar como en el balance energético total mensual hay momentos en que la energía exceditaria supera a la energía consumida por la vivienda, pese a ser una instalación de poca potencia instalada. Esto se traduce en que siempre van a existir excedentes en esta modalidad que no van a ser retribuidos en la factura, lo que hará que nunca se consiga sacar el máximo partido a esta modalidad.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	6,33215	6,08476	8,25416	8,78839	7,54130	11,32751	20,80449	17,23440	10,82555	6,71667	7,15071	10,06084
2:00	6,10151	5,86242	7,89220	8,41157	7,16303	10,63846	19,27070	15,90761	10,15176	6,42888	6,87218	9,63148
3:00	6,00676	5,78780	7,80017	8,23705	6,99266	10,31705	18,47314	15,21057	9,82685	6,25998	6,75306	9,49020
4:00	5,97639	5,75788	7,75240	8,17592	6,99266	10,15474	18,08430	14,92939	9,65346	6,20177	6,71884	9,43670
5:00	6,02264	5,81884	7,79454	8,21431	6,87692	9,86183	17,87009	14,79794	9,63967	6,23000	6,75082	9,48342
6:00	6,28407	6,06632	8,05230	7,64216	5,59359	8,74693	16,93738	14,08975	9,69173	6,44508	7,03878	9,86037
7:00	7,23856	5,24765	5,92990	4,78432	2,04506	4,85010	13,67382	10,81393	6,98290	5,02185	7,48605	11,18716
8:00	5,45327	2,92984	2,88362	1,45228	-1,95854	1,36477	10,57598	7,05527	4,15054	2,22527	5,38166	11,13767
9:00	4,30866	1,10582	1,27625	-0,69840	-3,99211	0,94651	12,61485	6,35818	2,12496	-0,40193	3,98646	11,07444
10:00	2,39134	-1,11430	-0,79244	-2,88633	-6,22605	0,15560	13,02698	5,15819	0,60126	-2,97586	2,24619	10,22259
11:00	0,27060	-3,50341	-3,17134	-5,12439	-8,30940	-1,12385	13,15574	4,40240	-1,02886	-5,40764	0,08132	8,66700
12:00	-0,90920	-4,68753	-4,33703	-6,09396	-9,15257	-1,62315	13,36974	4,31610	-1,60681	-6,32616	-1,01590	7,74252
13:00	-0,15431	-3,89253	-3,38167	-5,05749	-7,96704	-0,15014	15,24086	6,13814	-0,01608	-5,08820	-0,02372	8,38299
14:00	1,65163	-1,84728	-1,28832	-2,90445	-5,67239	1,89346	17,41965	8,92475	2,50339	-2,63841	1,92257	9,70594
15:00	3,73224	0,70099	1,25612	-0,29880	-2,88779	3,92967	18,55311	11,26211	5,03823	0,30874	4,08625	10,80703
16:00	7,47927	4,80937	5,66307	4,08789	1,61241	8,04787	22,13790	14,88424	9,10101	4,57998	7,94624	13,91337
17:00	11,30729	9,07927	10,32146	8,74873	6,46027	13,11209	27,23961	19,82297	13,82373	8,97331	12,09249	16,69821
18:00	11,72366	10,89408	13,54033	12,45160	10,51748	17,69173	32,08940	24,54441	17,69982	11,18724	13,15777	17,44922
19:00	12,35657	10,88174	13,19371	12,75595	11,53153	18,38870	32,70271	25,27743	17,42575	11,04587	14,20709	18,73315
20:00	12,01417	11,28310	13,69802	12,18539	10,92520	17,53949	31,31515	24,41832	16,59824	11,11602	13,48351	17,72164
21:00	10,64297	10,16341	13,21894	12,09985	10,25394	16,08670	29,03995	23,56646	16,68640	11,09641	12,08439	15,94690
22:00	9,08609	8,66614	11,61091	12,33026	10,10743	15,00712	27,27841	23,62845	15,70356	9,66134	10,26909	13,88324
23:00	7,82016	7,46888	10,07852	10,90792	9,35553	14,40044	26,33242	21,66152	13,66882	8,32704	8,81744	12,08278
0:00	7,04466	6,74916	9,06267	9,81861	8,40340	12,93579	23,69896	19,51404	12,12269	7,45996	7,91369	11,06003

Tabla 8.5 Consumo de red mensual en kWh para Escenario 1 (Fuente: Propia)

8.3 Modalidad con excedentes

Para los escenarios con excedentes, la instalación fotovoltaica es de 2.4 kWp. Con esta potencia pico permite a la vivienda autoconsumir y también generar excedentes considerables para que la retribución sea notable en la factura de la luz.

La vivienda dispone de 15 m² aptos para la colocación de placas en el tejado, es por eso por lo que el límite posible de potencia pico a instalar es el comentado anteriormente.

En la tabla 8.6 se hace una compilación de las principales características esta instalación fotovoltaica de 2.4 kWp. También se muestra el balance energético anual para los siguientes escenarios.

Concepto	Dimensionamiento
Potencia pico [kWp]	2,4
Área paneles [m ²]	13
Número de paneles	8
Potencia contratada [kW]	4,6
Demanda energética [kWh]	4135
Energía consumida de red [kWh]	2043
Energía autoconsumida [kWh]	2092
Energía generada FV [kWh]	4097
Energía inyectada a la red [kWh]	2005

Tabla 8.6 Dimensionamiento y demanda energética para Escenarios 2, 3 y 4 (Fuente: Propia)

El balance energético ha sido posible definirlo con exactitud estudiando en la tabla 8.7 los momentos en que la vivienda está consumiendo de la red o, por el contrario, está autoabasteciéndose mientras se encuentra cediendo los excedentes.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	6,33215	6,08476	8,25416	8,78839	7,54130	11,32751	20,80449	17,23440	10,82555	6,71667	7,15071	10,06084
2:00	6,10151	5,86242	7,89220	8,41157	7,16303	10,63846	19,27070	15,90761	10,15176	6,42888	6,87218	9,63148
3:00	6,00676	5,78780	7,80017	8,23705	6,99266	10,31705	18,47314	15,21057	9,82685	6,25998	6,75306	9,49020
4:00	5,97639	5,75788	7,75240	8,17592	6,99266	10,15474	18,08430	14,92939	9,65346	6,20177	6,71884	9,43670
5:00	6,02264	5,81884	7,79454	8,21431	6,77036	9,43959	17,63387	14,79794	9,63967	6,23000	6,75082	9,48342
6:00	6,28407	6,06632	7,94876	6,42889	3,34464	6,36217	14,72708	12,58090	9,32403	6,44508	7,03878	9,86037
7:00	7,23856	2,80172	1,29149	-1,76231	-5,89075	-3,58127	5,03874	2,96987	1,39477	1,99933	6,70441	11,18716
8:00	0,03804	-5,41339	-8,24410	-11,60944	-16,57570	-13,99923	-5,47202	-8,23493	-8,09270	-6,81533	-0,89347	7,27283
9:00	-7,22530	-13,73553	-16,81397	-20,52635	-25,35661	-21,30040	-10,77598	-16,56995	-17,08546	-15,96820	-8,42943	1,67854
10:00	-14,69763	-21,89510	-25,10445	-28,66361	-33,42754	-27,92891	-16,60731	-24,35089	-24,85371	-24,52590	-15,75373	-4,06648
11:00	-20,74101	-28,39840	-31,79656	-35,00201	-39,49589	-33,13809	-20,68822	-29,58206	-30,77585	-31,18949	-21,84521	-9,22709
12:00	-23,32178	-31,03755	-34,51084	-37,44527	-41,75388	-35,02789	-21,96537	-31,27113	-32,86795	-33,57749	-24,44791	-11,43925
13:00	-21,16592	-28,78752	-32,00689	-34,93511	-39,15353	-32,16438	-18,60310	-27,84632	-29,76307	-30,87006	-21,95024	-9,51109
14:00	-15,43735	-22,62808	-25,60033	-28,68173	-32,87388	-26,19104	-12,21464	-20,58433	-22,95158	-24,18844	-16,07735	-4,58313
15:00	-7,80171	-14,14035	-16,83410	-20,12675	-24,25229	-18,31724	-4,83772	-11,66603	-14,17219	-15,25753	-8,32964	1,41113
16:00	2,06404	-3,53387	-5,46466	-8,97382	-13,00475	-7,31613	6,08990	-0,40596	-3,14223	-4,46061	1,67111	10,04853
17:00	11,07299	6,63334	5,68305	2,20210	-1,47554	4,68072	18,60452	11,97891	8,23560	5,95079	11,31086	16,69821
18:00	11,72366	10,89408	13,43679	11,23833	8,26853	15,30697	29,87910	23,03555	17,33212	11,18724	13,15777	17,44922
19:00	12,35657	10,88174	13,19371	12,75595	11,42498	17,96646	32,46649	25,27743	17,42575	11,04587	14,20709	18,73315
20:00	12,01417	11,28310	13,69802	12,18539	10,92520	17,53949	31,31515	24,41832	16,59824	11,11602	13,48351	17,72164
21:00	10,64297	10,16341	13,21894	12,09985	10,25394	16,08670	29,03995	23,56646	16,68640	11,09641	12,08439	15,94690
22:00	9,08609	8,66614	11,61091	12,33026	10,10743	15,00712	27,27841	23,62845	15,70356	9,66134	10,26909	13,88324
23:00	7,82016	7,46888	10,07852	10,90792	9,35553	14,40044	26,33242	21,66152	13,66882	8,32704	8,81744	12,08278
0:00	7,04466	6,74916	9,06267	9,81861	8,40340	12,93579	23,69896	19,51404	12,12269	7,45996	7,91369	11,06003

Tabla 8.7 Consumo de red mensual en kWh para Escenario 2, 3 y 4 (Fuente: Propia)

8.3.1 Modalidad con excedentes no acogida a compensación

La siguiente modalidad de estudio, con excedentes no acogida a compensación, está formada por dos documentos distintos. Esto se debe a que la instalación fotovoltaica en cuestión vende la energía exceditaria al mercado eléctrico diario directamente, por lo tanto, el consumidor acogido a esta modalidad recibe un desglose de su consumo de la red, es decir, una factura normal, y, por otro lado, un informe describiendo todos los campos referidos a la venta de energía. Para este segundo documento informativo, se hacen uso de unas ecuaciones distintas a las descritas en la tabla 8.1, por eso, para aclarar los conceptos referidos a la venta de la energía, se ha definido la siguiente tabla.

Concepto	Descripción	
Venta de Energía	Ingresos brutos de la venta de la electricidad al mercado eléctrico	
\sum	$Energía_Generada_horaria * Precio_del_kWh_del_mercado_eléctrico_horaria$	(13)
Primer IVA	Impuesto del 21%	
	$Venta_de_Energía * 0,21$	(14)
Total a Cobrar	Ingreso neto en concepto de la venta de energía sin considerar los costes asociados al papel de representación y peaje de generación	
	$Venta_de_Energía + Primer_IVA$	(15)

Coste de Representación	Coste en concepto del representante del mercado eléctrico. Se ha fijado en 0,0006 €/kWh	
Energía generada * 0,0006		(16)
Segundo IVA	Impuesto del 21%	
Coste de Representación * 0,21		(17)
Total a Pagar	Costes asociados a la modalidad con excedentes sin compensación al existir el papel de representante del mercado eléctrico	
Coste de Representación + Segundo IVA		(18)
IVPEE	Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica. Se aplica a aquellas instalaciones puestas en red. Dicho impuesto es del 7% sobre la energía total vendida en el mercado eléctrico	
Venta de Energía * 0,07		(19)
Peaje de Generación	Este peaje se ha fijado en 0,00014 €/kWh vendido a la red	
Energía generada * 0,00014		(20)
Ingreso Neto Venta	Dinero que se embolsaría el productor en concepto de la venta de la energía a la red	
Total a Cobrar + Total a Pagar		(21)

Tabla 8.8 Ecuaciones usadas en la venta de energía de la modalidad con excedentes no acogidas a compensación (Fuente: Propia)

Una vez definidos los conceptos de este Escenario 2 se procede a realizar la simulación, cuyos resultados han sido los mostrados en las siguientes dos tablas.

La tabla 8.9 recoge la factura de la luz de la vivienda de un año completo, mientras que la tabla 9.10 muestra los beneficios obtenidos por la instalación fotovoltaica suscrita a esta modalidad con excedentes no acogida a compensación.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA (21%)	TOTAL FACTURA
Enero	16,08 €	29,38 €	45,46 €	2,32 €	0,82 €	3,14 €	48,61 €	10,21 €	58,81 €
Febrero	15,04 €	27,62 €	42,66 €	2,18 €	0,74 €	2,92 €	45,59 €	9,57 €	55,16 €
Marzo	16,08 €	34,71 €	50,79 €	2,60 €	0,82 €	3,42 €	54,21 €	11,38 €	65,59 €
Abril	15,56 €	33,58 €	49,14 €	2,51 €	0,79 €	3,31 €	52,44 €	11,01 €	63,46 €
Mayo	16,08 €	29,25 €	45,33 €	2,32 €	0,82 €	3,14 €	48,47 €	10,18 €	58,65 €
Junio	15,56 €	45,49 €	61,05 €	3,12 €	0,79 €	3,91 €	64,97 €	13,64 €	78,61 €
Julio	16,08 €	80,41 €	96,49 €	4,93 €	0,82 €	5,75 €	102,24 €	21,47 €	123,72 €
Agosto	16,08 €	63,46 €	79,54 €	4,07 €	0,82 €	4,89 €	84,43 €	17,73 €	102,16 €
Septiembre	15,56 €	43,38 €	58,94 €	3,01 €	0,79 €	3,81 €	62,75 €	13,18 €	75,92 €
Octubre	16,08 €	27,52 €	43,60 €	2,23 €	0,82 €	3,05 €	46,64 €	9,80 €	56,44 €
Noviembre	15,56 €	32,06 €	47,62 €	2,43 €	0,79 €	3,23 €	50,85 €	10,68 €	61,53 €
Diciembre	16,08 €	43,34 €	59,42 €	3,04 €	0,82 €	3,86 €	63,28 €	13,29 €	76,57 €
TOTAL	189,84 €	490,22 €	680,06 €	34,77 €	9,65 €	44,42 €	724,47 €	152,14 €	876,61 €

Tabla 8.9 Factura para Escenario 2 (Fuente: Propia)

	Venta de energía	Primer IVA	TOTAL A COBRAR	Coste representación	Segundo IVA	IVPEE	Peaje de Generación	TOTAL A PAGAR	INGRESO NETO VENTA
Enero	-11,19 €	2,35 €	-8,84 €	0,07 €	0,01 €	0,78 €	0,02 €	0,88 €	-7,96 €
Febrero	-9,60 €	2,02 €	-7,58 €	0,10 €	0,02 €	0,67 €	0,02 €	0,82 €	-6,76 €
Marzo	-12,19 €	2,56 €	-9,63 €	0,12 €	0,02 €	0,85 €	0,03 €	1,02 €	-8,60 €
Abril	-9,47 €	1,99 €	-7,48 €	0,14 €	0,03 €	0,66 €	0,03 €	0,86 €	-6,62 €
Mayo	-6,46 €	1,36 €	-5,10 €	0,16 €	0,03 €	0,45 €	0,04 €	0,69 €	-4,41 €
Junio	-12,13 €	2,55 €	-9,58 €	0,13 €	0,03 €	0,85 €	0,03 €	1,04 €	-8,55 €
Julio	-15,93 €	3,35 €	-12,59 €	0,07 €	0,01 €	1,12 €	0,02 €	1,21 €	-11,38 €
Agosto	-17,76 €	3,73 €	-14,03 €	0,10 €	0,02 €	1,24 €	0,02 €	1,39 €	-12,64 €
Septiembre	-16,43 €	3,45 €	-12,98 €	0,11 €	0,02 €	1,15 €	0,03 €	1,31 €	-11,67 €
Octubre	-12,06 €	2,53 €	-9,53 €	0,11 €	0,02 €	0,84 €	0,03 €	1,01 €	-8,52 €
Noviembre	-11,52 €	2,42 €	-9,10 €	0,07 €	0,01 €	0,81 €	0,02 €	0,91 €	-8,19 €
Diciembre	-10,13 €	2,13 €	-8,00 €	0,02 €	0,00 €	0,71 €	0,01 €	0,74 €	-7,26 €
TOTAL	-144,86 €	30,42 €	-114,44 €	1,20 €	0,25 €	10,14 €	0,28 €	11,88 €	-102,56 €

Tabla 8.10 Beneficios asociados a la venta de energía al mercado eléctrico para Escenario 2 (Fuente: Propia)

Se observa que el coste total de la electricidad para todo el año es de 876.61 € y que el productor ha sido capaz de vender al mercado eléctrico diario los kWh equivalentes a 102.56€, lo que se traduce a que el balance queda en 774.05€ a pagar por el consumidor a la comercializadora si fuera el caso de que recibiese una sola factura.

Tal y como se comentó en apartados anteriores, esta modalidad ha sido pensada para instalaciones de gran potencia instalada, donde el peso de los impuestos asociados a la generación de electricidad y el coste de representación no tienen tanta relevancia frente a la energía generada e inyectada a la red. En esta situación, en la que instalación es poca potencia pico, no sale rentable el pago de estos costes fijos en comparación a la energía producida.

8.3.2 Modalidad con excedentes acogida a compensación con Comercializadora libre

Para este Escenario 3 se tienen en cuenta la retribución de energía exceditaria asociada a la tarifa de una comercializadora libre, concretamente a la Tarifa Termo Solar de Endesa. Se ha desglosado la factura anual en la siguiente tabla.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	Retribucion (Excedentes FV)	Diferencia entre Coste Energía y Retribución	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA	TOTAL FACTURA
Enero	18,68 €	15,36 €	-5,52 €	9,84 €	28,52 €	1,46 €	0,82 €	2,28 €	30,80 €	6,47 €	37,27 €
Febrero	17,48 €	13,33 €	-8,48 €	4,85 €	22,33 €	1,14 €	0,74 €	1,88 €	24,21 €	5,08 €	29,29 €
Marzo	18,68 €	16,67 €	-9,82 €	6,85 €	25,53 €	1,31 €	0,82 €	2,12 €	27,66 €	5,81 €	33,47 €
Abril	18,08 €	15,84 €	-11,39 €	4,45 €	22,53 €	1,15 €	0,79 €	1,94 €	24,48 €	5,14 €	29,62 €
Mayo	18,68 €	12,93 €	-13,66 €	-0,74 €	18,68 €	0,96 €	0,82 €	1,77 €	20,46 €	4,30 €	24,75 €
Junio	18,08 €	20,69 €	-10,95 €	9,74 €	27,82 €	1,42 €	0,79 €	2,22 €	30,04 €	6,31 €	36,34 €
Julio	18,68 €	40,71 €	-5,56 €	35,15 €	53,83 €	2,75 €	0,82 €	3,57 €	57,41 €	12,06 €	69,46 €
Agosto	18,68 €	32,05 €	-8,53 €	23,53 €	42,21 €	2,16 €	0,82 €	2,98 €	45,19 €	9,49 €	54,68 €
Septiembre	18,08 €	21,46 €	-9,19 €	12,28 €	30,36 €	1,55 €	0,79 €	2,34 €	32,70 €	6,87 €	39,57 €
Octubre	18,68 €	13,96 €	-9,34 €	4,61 €	23,29 €	1,19 €	0,82 €	2,01 €	25,31 €	5,31 €	30,62 €
Noviembre	18,08 €	16,93 €	-5,89 €	11,05 €	29,13 €	1,49 €	0,79 €	2,28 €	31,41 €	6,60 €	38,00 €
Diciembre	18,68 €	25,62 €	-1,94 €	23,67 €	42,36 €	2,17 €	0,82 €	2,98 €	45,34 €	9,52 €	54,86 €
TOTAL	220,56 €	245,56 €	-100,25 €	145,30 €	366,60 €	18,74 €	9,65 €	28,39 €	394,99 €	82,95 €	477,93 €

Tabla 8.11 Factura para Escenario 3 (Fuente: Propia)

Se puede observar como el coste de la factura eléctrica anual ronda los 477.93€, y como la venta de excedentes es mayor en primavera debido a que principalmente es el periodo de transición de los meses del invierno donde las horas de sol son reducidas, a los meses de verano donde el consumo aumenta considerablemente debido a los sistemas de refrigeración de la vivienda. Es por eso que en el mes de mayo el cliente no le ha sido retribuido 74 céntimos de euro en la factura de ese mes. Al ser una

cantidad diminuta no se ha considerado como un factor en contra de este tipo de instalación para esta modalidad.

Pese a todo, en comparación al escenario inicial se observa un ahorro importante. Se trataría de un valor entorno al 46 %, es por eso que esta modalidad puede que sea una de las más atractivas para el consumidor en principio.

8.3.3 Modalidad con excedentes acogida a compensación con Comercializadora regulada

En este Escenario 4 se tienen en cuenta la retribución de energía exceditaria asociada a la tarifa de una comercializadora regulada, cuyo precio viene definido por la comercializadora Energía XXI y revisada por el Gobierno. En cambio, el precio de retribución del excedente vendrá marcado por el mecanismo de compensación simplificada PVPC el cual, se recuerda, varía a diario y horariamente.

Para este escenario y aplicando los parámetros comentados se ha obtenido la siguiente factura.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	Retribucion (Excedentes FV)	Diferencia entre Coste Energía y Retribución	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA (21%)	TOTAL FACTURA
Enero	14,86 €	15,12 €	-4,70 €	10,42 €	25,28 €	1,29 €	0,82 €	2,11 €	27,40 €	5,75 €	33,15 €
Febrero	13,90 €	13,29 €	-6,05 €	7,24 €	21,15 €	1,08 €	0,74 €	1,82 €	22,97 €	4,82 €	27,79 €
Marzo	14,86 €	16,56 €	-5,40 €	11,16 €	26,02 €	1,33 €	0,82 €	2,15 €	28,17 €	5,92 €	34,08 €
Abril	14,38 €	15,50 €	-4,03 €	11,48 €	25,86 €	1,32 €	0,79 €	2,12 €	27,98 €	5,88 €	33,85 €
Mayo	14,86 €	12,75 €	-5,66 €	7,09 €	21,96 €	1,12 €	0,82 €	1,94 €	23,90 €	5,02 €	28,92 €
Junio	14,38 €	20,59 €	-6,69 €	13,90 €	28,28 €	1,45 €	0,79 €	2,24 €	30,52 €	6,41 €	36,93 €
Julio	14,86 €	39,94 €	-4,12 €	35,82 €	50,68 €	2,59 €	0,82 €	3,41 €	54,09 €	11,36 €	65,45 €
Agosto	14,86 €	31,35 €	-6,27 €	25,08 €	39,94 €	2,04 €	0,82 €	2,86 €	42,80 €	8,99 €	51,79 €
Septiembre	14,38 €	21,28 €	-7,82 €	13,47 €	27,85 €	1,42 €	0,79 €	2,22 €	30,07 €	6,31 €	36,38 €
Octubre	14,86 €	13,85 €	-6,83 €	7,02 €	21,88 €	1,12 €	0,82 €	1,94 €	23,82 €	5,00 €	28,82 €
Noviembre	14,38 €	16,77 €	-5,02 €	11,75 €	26,13 €	1,34 €	0,79 €	2,13 €	28,26 €	5,93 €	34,19 €
Diciembre	14,86 €	24,73 €	-1,73 €	23,00 €	37,87 €	1,94 €	0,82 €	2,76 €	40,62 €	8,53 €	49,15 €
TOTAL	175,48 €	241,72 €	-64,31 €	177,42 €	352,89 €	18,04 €	9,65 €	27,69 €	380,58 €	79,92 €	460,51 €

Tabla 8.12 Factura para Escenario 4 (Fuente: Propia)

En esta situación el coste de la factura eléctrica anual ronda los 460.51€. Aunque la retribución es menor respecto al escenario anterior, se estima que el ahorro es algo mayor, alrededor del 48%.

Este ligero ahorro puede deberse a que la tarifa escogida de Energía XXI, al ser una tarifa con 3 periodos, se ajusta mejor a la curva de consumo del cliente.

También, en comparación al Escenario 3, se puede observar que en esta situación nunca se ha aplicado el artículo 14 del RD 244/2019. Artículo que generaría una pérdida de parte de la retribucion del cliente si se diera el caso del escenario estudiado anteriormente. Sin embargo, al ser la retribución menor que el del coste de la energía no ha sido necesaria su aplicación.

8.4 Segunda residencia sin autoconsumo

Aparte del estudio de si este Real Decreto fomenta el aumento de instalaciones fotovoltaicas en las viviendas de España al facilitar los trámites administrativos y hacerlas más atractivas a la hora de obtener una retribución por los excedentes que se generen y, a su vez, conseguir un ahorro en el precio de la factura, se estipulaba en el artículo 14 de este RD 244/2019 lo siguiente:

“En ningún caso, el valor económico de la energía horaria excedentaria podrá ser superior al valor económico de la energía horaria consumida de la red en el periodo de facturación, el cual no podrá ser superior a un mes”. [3]

Dicho artículo, comentado en apartados anteriores, previene que la generación fotovoltaica particular se convierta en un negocio ajeno a la regulación del mercado eléctrico, es por eso que se estipula este factor limitante. Pero, como muchos sabrán, España es conocida por ser un lugar idóneo donde descansar, esto hace que tanto ciudadanos nacionales como internacionales adquieran segundas residencias en nuestro país. Eso se traduce en un gran número de tejados aptos para la instalación de paneles fotovoltaicos que permitan disminuir la dependencia de energías no renovables, a la vez que la infraestructura de distribución eléctrica vería reducido su coste de mantenimiento al tener una generación distribuida y tener que hacer menos uso de la red eléctrica.

Es por ese motivo la existencia de los estudios de los siguientes escenarios en este trabajo.

En este Escenario 5 se pretende obtener el coste aproximado de la factura de la electricidad para una segunda residencia sin autoconsumo para la misma familia que la de la vivienda del estudio principal. Se ha considerado una casa en la Sierra Norte de Sevilla la cual es usada todos los fines de semana del año salvo los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre que es habitada durante el mes completo debido a las vacaciones de verano.

Para realizar la simulación se ha estimado de forma aproximada los consumos totales para cada uno de los meses. En la tabla 8.13 se observa dichos consumos totales, y en la siguiente figura una representación gráfica del consumo total por cada mes. Se puede apreciar como los meses correspondientes a las vacaciones del verano existe un aumento del consumo eléctrico respecto al resto de meses del año.

Mes	Energía Consumida mensual [kWh]
Enero	130
Febrero	115
Marzo	145
Abril	150
Mayo	125
Junio	200
Julio	550
Agosto	538
Septiembre	250
Octubre	135
Noviembre	155
Diciembre	180
Total	2673

Tabla 8.13 Energía total consumida mensual de la segunda residencia de estudio (Fuente: Propia)

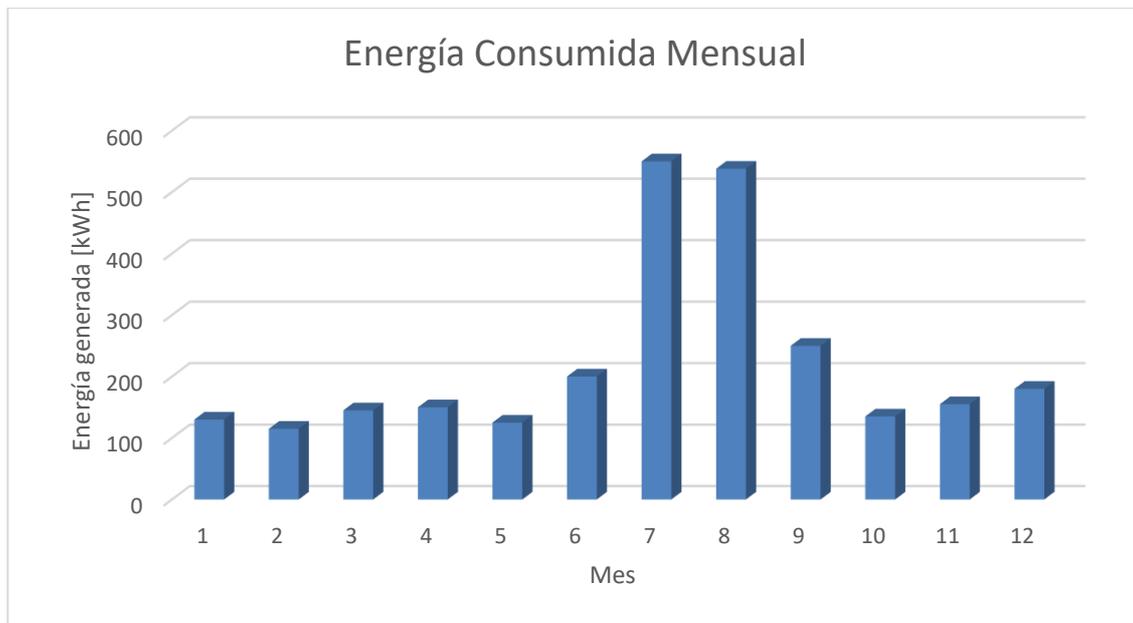


Figura 8.1 Representación Energía Consumida Mensual para una segunda residencia (Fuente: Propia)

Para este caso la tarifa seleccionada ha sido la ‘Tarifa One Luz Nocturna’ de Endesa, tal y como se señaló en la tabla 7.6. Esta tarifa posee discriminación horaria por lo que es importante apuntar que el coste anual de la factura será completamente distinto en función del perfil de consumo del cliente. En este caso al ser una segunda residencia el resultado podrá variar respecto a un escenario donde la vivienda sea la principal.

La factura obtenida para este Escenario 5 es:

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA (21%)	TOTAL FACTURA
Enero	12,09 €	15,59 €	27,69 €	1,42 €	0,82 €	2,23 €	29,92 €	6,28 €	36,20 €
Febrero	11,31 €	13,75 €	25,07 €	1,28 €	0,74 €	2,02 €	27,09 €	5,69 €	32,78 €
Marzo	12,09 €	17,24 €	29,33 €	1,50 €	0,82 €	2,32 €	31,65 €	6,65 €	38,30 €
Abril	11,70 €	17,49 €	29,19 €	1,49 €	0,79 €	2,29 €	31,48 €	6,61 €	38,09 €
Mayo	12,09 €	14,68 €	26,78 €	1,37 €	0,82 €	2,19 €	28,97 €	6,08 €	35,05 €
Junio	11,70 €	23,69 €	35,40 €	1,81 €	0,79 €	2,60 €	38,00 €	7,98 €	45,98 €
Julio	12,09 €	65,14 €	77,23 €	3,95 €	0,82 €	4,77 €	82,00 €	17,22 €	99,22 €
Agosto	12,09 €	63,46 €	75,56 €	3,86 €	0,82 €	4,68 €	80,24 €	16,85 €	97,09 €
Septiembre	11,70 €	29,63 €	41,33 €	2,11 €	0,79 €	2,91 €	44,24 €	9,29 €	53,53 €
Octubre	12,09 €	15,94 €	28,04 €	1,43 €	0,82 €	2,25 €	30,29 €	6,36 €	36,65 €
Noviembre	11,70 €	18,61 €	30,32 €	1,55 €	0,79 €	2,34 €	32,66 €	6,86 €	39,52 €
Diciembre	12,09 €	21,49 €	33,59 €	1,72 €	0,82 €	2,54 €	36,12 €	7,59 €	43,71 €
TOTAL	142,79 €	316,72 €	459,52 €	23,49 €	9,65 €	33,14 €	492,66 €	103,46 €	596,11 €

Tabla 8.14 Factura para Escenario 5 (Fuente: Propia)

El coste anual es de 596.11€. Podría creerse que al tratarse de una segunda residencia la factura sería bastante menor a lo mostrado, pero hay que destacar que las distintas cargas conectadas en la vivienda funcionan las 24h del día sin importar si hay gente habitándola o no. La situación de estudio sería muy distinta si los inquilinos cortaran la corriente mientras la vivienda no estuviera usándose, pero ese escenario se verá más adelante.

8.5 Segunda residencia con aplicación del Artículo 14

Tras haber estudiado el caso de la segunda residencia sin autoconsumo, es decir, haber definido el Escenario Inicial para este tipo de vivienda, se procede a realizar tres simulaciones distintas.

Dichas simulaciones pretenden abarcar distintas maneras de uso de la residencia. En un primer lugar, se ha contemplado un escenario donde los fines de semana y los meses de verano se hace uso de la vivienda. También el caso de que el inquilino baje los plomos durante todo el año salvo para las vacaciones de verano, las cuales las pasa en esta vivienda. Por último, el último escenario, un uso de temporada veraniega, pero dejando conectadas cargas como el frigorífico y otras cargas en stand-by de la vivienda durante todo el año.

A lo largo de las siguientes simulaciones se apreciará como en determinados meses, al aplicar este artículo, supone un desaprovechamiento considerable de lo que la instalación fotovoltaica genera y no se obtiene retribución a cambio.

8.5.1 Segunda residencia con uso los fines de semana y vacaciones de verano

Tras calcular la factura de luz para una segunda residencia en cada mes del año, se procede a estudiar este sexto escenario. Escenario donde sí hay una instalación de autoconsumo con las características de la tabla mostrada a continuación.

Se simulará el consumo de la vivienda con los mismos datos del apartado anterior para ver la influencia de esta instalación fotovoltaica de 2.4 kWp.

Concepto	Dimensionamiento
Potencia pico [kWp]	2,4
Área paneles [m2]	13
Número de paneles	8
Potencia contratada [kW]	3.46
Demanda energética [kWh]	2673
Energía consumida de red [kWh]	1269
Energía autoconsumida [kWh]	1404
Energía generada FV [kWh]	4097
Energía inyectada a la red [kWh]	2693

Tabla 8.15 Dimensionamiento y demanda energética para Escenario 6 (Fuente: Propia)

Al igual que el caso de la vivienda localizada en Sevilla capital, el factor que limita la potencia posible a instalar es la superficie de tejado disponible. Se ha considerado que la superficie disponible era de 15 m², y es por eso que la potencia pico vuelve a ser de 2.4 kWp.

Otro motivo por el que se ha escogido la máxima potencia pico posible es para ver si se da el caso en que el valor de los excedentes sea superior al valor de la energía consumida, y comprobar así si el artículo 14 comentado anteriormente implicaría una traba para posibles instalaciones en viviendas de este estilo al no ser tan rentables como podría ser una situada en la vivienda habitual del consumidor.

Al realizar la simulación, se observa la existencia de excedentes mayores que en los escenarios anteriores, cosa que era de esperar.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	3,35991	3,02921	4,09881	4,57729	3,78579	5,89974	16,85194	17,23440	7,39450	3,89163	4,15116	4,98885
2:00	3,23753	2,91852	3,91907	4,38103	3,59590	5,54086	15,60955	15,90761	6,93426	3,72489	3,98947	4,77594
3:00	3,18726	2,88137	3,87337	4,29013	3,51037	5,37346	14,96352	15,21057	6,71233	3,62703	3,92032	4,70588
4:00	3,17114	2,86648	3,84965	4,25829	3,51037	5,28893	14,64855	14,92939	6,59389	3,59330	3,90045	4,67935
5:00	3,19569	2,89683	3,87058	4,27829	3,30781	4,56961	14,20676	14,79794	6,58447	3,60965	3,91902	4,70252
6:00	3,33440	3,02003	3,85780	2,35177	-0,24090	1,35472	11,20928	12,58090	6,16909	3,73428	4,08618	4,88944
7:00	3,84087	-0,71079	-3,36169	-6,29546	-9,73200	-8,79101	1,26910	2,96987	-2,08346	-1,02092	3,33000	5,54735
8:00	-4,33726	-9,87729	-13,69720	-16,77585	-20,79981	-19,91170	-9,65907	-8,23493	-12,17986	-10,46734	-5,03113	0,26626
9:00	-13,11480	-19,61426	-23,96151	-26,97805	-30,96810	-29,36821	-16,34684	-16,56995	-22,10791	-20,47572	-13,82177	-7,28785
10:00	-21,54964	-28,78938	-33,44785	-36,10316	-40,00282	-37,61572	-23,10373	-24,35089	-30,80691	-29,74851	-22,08919	-14,36543
11:00	-27,91273	-35,56867	-40,49334	-42,77255	-46,45117	-43,55683	-27,78037	-29,58206	-37,18405	-36,66066	-28,44906	-20,03997
12:00	-30,40943	-38,13510	-43,17764	-45,25561	-48,79254	-45,68330	-29,30054	-31,27113	-39,43576	-39,10380	-31,04259	-22,24975
13:00	-28,13819	-35,76238	-40,59779	-42,73770	-46,27931	-43,04969	-26,09139	-27,84632	-36,49226	-36,47557	-28,51004	-20,18079
14:00	-21,94214	-29,15429	-33,69409	-36,11259	-39,72488	-36,71058	-19,54560	-20,58433	-29,50764	-29,55299	-22,27706	-14,62163
15:00	-13,42065	-19,81579	-23,97151	-26,76993	-30,41373	-27,81448	-11,53676	-11,66603	-20,11797	-20,06395	-13,76384	-7,42045
16:00	-3,26224	-8,94159	-12,31700	-15,40313	-19,00717	-16,43092	-0,29375	-0,40596	-8,79839	-9,10302	-3,54233	1,64264
17:00	5,68693	1,19673	-1,18095	-4,23066	-7,51553	-4,48790	12,25758	11,97891	2,58924	1,26855	6,00415	8,28010
18:00	6,22072	5,42346	6,58302	4,85668	2,23094	6,01347	23,48264	23,03555	11,63910	6,48188	7,63841	8,65251
19:00	6,55655	5,41731	6,55167	6,64372	5,64447	9,01069	26,22140	25,27743	11,90283	6,39997	8,24756	9,28917
20:00	6,37486	5,61713	6,80210	6,34656	5,48454	9,13515	25,36574	24,41832	11,33759	6,44062	7,82751	8,78759
21:00	5,64729	5,05971	6,56420	6,30201	5,14756	8,37849	23,52279	23,56646	11,39782	6,42925	7,01528	7,90755
22:00	4,82119	4,31431	5,76569	6,42201	5,07401	7,81621	22,09591	23,62845	10,72648	5,59777	5,96146	6,88425
23:00	4,14947	3,71828	5,00474	5,68121	4,69655	7,50023	21,32965	21,66152	9,33663	4,82468	5,11874	5,99146
0:00	3,73798	3,35997	4,50030	5,11386	4,21858	6,73739	19,19651	19,51404	8,28052	4,32230	4,59409	5,48431

Tabla 8.16 Consumo de Red mensual en kWh para Escenario 6 (Fuente: Propia)

La cuestión de este escenario se trata de si al haber aumentado los excedentes, el artículo 14 actuaría y la velocidad de la amortización se ralentizaría, haciendo este tipo de instalaciones menos atractivas a los posibles clientes.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	Retribucion (Excedentes FV)	Diferencia entre Coste Energía y Retribución	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA	TOTAL FACTURA
Enero	14,05 €	7,99 €	-8,20 €	-0,21 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Febrero	13,14 €	6,22 €	-11,32 €	-5,10 €	13,14 €	0,67 €	0,74 €	1,41 €	14,56 €	3,06 €	17,61 €
Marzo	14,05 €	7,84 €	-13,50 €	-5,65 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Abril	13,60 €	7,87 €	-14,97 €	-7,10 €	13,60 €	0,70 €	0,79 €	1,49 €	15,09 €	3,17 €	18,25 €
Mayo	14,05 €	6,03 €	-17,00 €	-10,96 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Junio	13,60 €	9,93 €	-15,67 €	-5,74 €	13,60 €	0,70 €	0,79 €	1,49 €	15,09 €	3,17 €	18,25 €
Julio	14,05 €	31,52 €	-8,18 €	23,33 €	37,38 €	1,91 €	0,82 €	2,73 €	40,12 €	8,42 €	48,54 €
Agosto	13,60 €	32,05 €	-8,53 €	23,53 €	37,13 €	1,90 €	0,82 €	2,72 €	39,84 €	8,37 €	48,21 €
Septiembre	14,05 €	14,13 €	-11,94 €	2,20 €	16,25 €	0,83 €	0,79 €	1,62 €	17,87 €	3,75 €	21,63 €
Octubre	14,05 €	7,69 €	-11,63 €	-3,95 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Noviembre	13,60 €	9,58 €	-8,43 €	1,15 €	14,75 €	0,75 €	0,79 €	1,55 €	16,30 €	3,42 €	19,72 €
Diciembre	14,05 €	11,72 €	-5,31 €	6,41 €	20,46 €	1,05 €	0,82 €	1,87 €	22,32 €	4,69 €	27,01 €
TOTAL	165,90 €	152,57 €	-134,67 €	17,90 €	222,52 €	11,38 €	9,65 €	21,02 €	243,54 €	51,14 €	294,68 €

Tabla 8.17 Factura para Escenario 6 (Fuente: Propia)

La factura anual ha descendido a los 294.68€, una reducción bastante considerable. Un ahorro del 51% frente al escenario sin autoconsumo.

Sin embargo, se puede observar que la aplicación del artículo 14 ha sido necesaria en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y octubre, al superar la retribución el coste de la energía consumida de la red. Esto se traduce en que la columna del 'Subtotal_1' es igual a la de 'Coste de Potencia Contratada' para los meses indicados anteriormente. Esto supone que siete de los doce meses del año el cliente ha perdido dinero que podría ser vital para fomentar este uso de instalaciones en segundas residencias y hacerlas económicamente rentables.

8.5.2 Segunda residencia sin consumo mensual salvo durante las vacaciones de verano

Para este segundo escenario de autoconsumo en una segunda residencia, Escenario 7, se ha considerado que la vivienda sólo es habitada en los meses de las vacaciones de verano, es decir, julio y agosto y parte de junio y septiembre.

Al ser un consumo diferente, se estima que la demanda energética de la vivienda es la siguiente:

Mes	Energía Consumida mensual [kWh]
Enero	0
Febrero	0
Marzo	0
Abril	0
Mayo	0
Junio	200
Julio	550
Agosto	538
Septiembre	250
Octubre	0
Noviembre	0
Diciembre	0

Concepto	Dimensionamiento
Potencia pico [kWp]	2,4
Área paneles [m2]	13
Número de paneles	8
Potencia contratada [kW]	3,46
Demanda energética [kWh]	1538
Energía consumida de red [kWh]	729
Energía autoconsumida [kWh]	809
Energía generada FV [kWh]	4097
Energía inyectada a la red [kWh]	3288

Tabla 8.18 Dimensionamiento y demanda energética para Escenario 7 (Fuente: Propia)

En la siguiente figura se representa la tabla 8.18. para facilitar la comprensión del escenario de estudio.

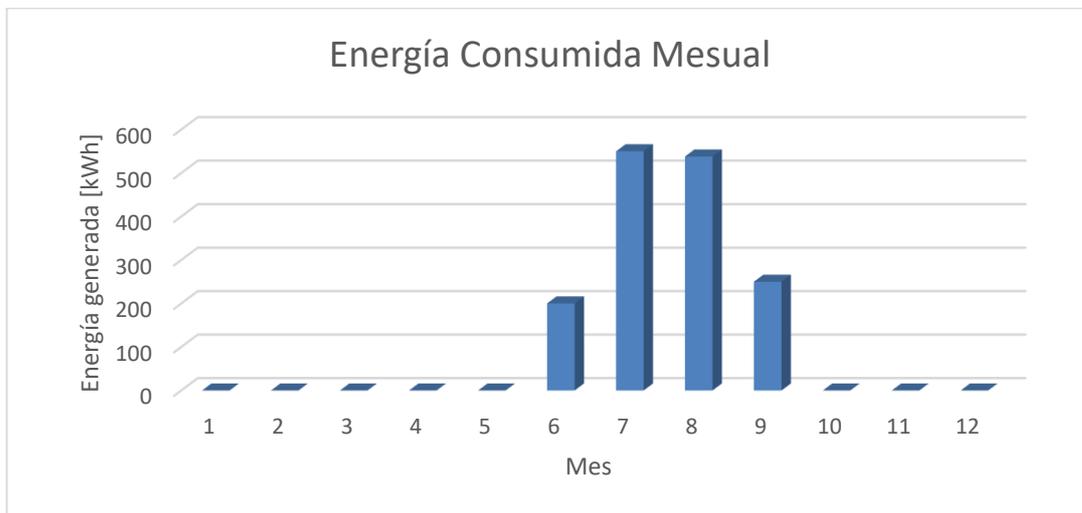


Figura 8.2 Representación Energía Consumida Mensual para una segunda residencia con consumo en los meses de verano (Fuente: Propia)

Al realizar la simulación se ha obtenido la siguiente tabla de excedentes. En este escenario al no haber consumo, la mayoría de los meses la cantidad de los excedentes va a ser la misma que la producción de la instalación, salvo para los meses de verano.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	5,89974	16,85194	17,23440	7,39450	0,00000	0,00000	0,00000
2:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	5,54086	15,60955	15,90761	6,93426	0,00000	0,00000	0,00000
3:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	5,37346	14,96352	15,21057	6,71233	0,00000	0,00000	0,00000
4:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	5,28893	14,64855	14,92939	6,59389	0,00000	0,00000	0,00000
5:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,18266	4,56961	14,20676	14,79794	6,58447	0,00000	0,00000	0,00000
6:00	0,00000	0,00000	-0,17750	-2,07989	-3,85535	1,35472	11,20928	12,58090	6,16909	0,00000	0,00000	0,00000
7:00	0,00000	-4,19302	-7,95156	-11,22279	-13,60424	-8,79101	1,26910	2,96987	-2,08346	-5,18147	-1,33995	0,00000
8:00	-9,28325	-14,30269	-19,07611	-22,39151	-25,05799	-19,91170	-9,65907	-8,23493	-12,17986	-15,49816	-10,75736	-6,62544
9:00	-19,77250	-25,44231	-31,01181	-33,99078	-36,62485	-29,36821	-16,34684	-16,56995	-22,10791	-26,68504	-21,28438	-16,10725
10:00	-29,29538	-35,62423	-41,67773	-44,18962	-46,63113	-37,61572	-23,10373	-24,35089	-30,80691	-36,94292	-30,85701	-24,49555
11:00	-36,01990	-42,67712	-49,07181	-51,21878	-53,46255	-43,55683	-27,78037	-29,58206	-37,18405	-44,19746	-37,58833	-30,67558
12:00	-38,42157	-45,17147	-51,72652	-53,74512	-55,88796	-45,68330	-29,30054	-31,27113	-39,43576	-46,71658	-40,16916	-32,88303
13:00	-36,01990	-42,67712	-49,07181	-51,21878	-53,46255	-43,04969	-26,09139	-27,84632	-36,49226	-44,19746	-37,58833	-30,67558
14:00	-29,29538	-35,62423	-41,67773	-44,18962	-46,63113	-36,71058	-19,54560	-20,58433	-29,50764	-36,94292	-30,85701	-24,49555
15:00	-19,77250	-25,44231	-31,01181	-33,99078	-36,62485	-27,81448	-11,53676	-11,66603	-20,11797	-26,68504	-21,28438	-16,10725
16:00	-9,28325	-14,30269	-19,07611	-22,39151	-25,05799	-16,43092	-0,29375	-0,40596	-8,79839	-15,49816	-10,75736	-6,62544
17:00	-0,40165	-4,19302	-7,95156	-11,22279	-13,60424	-4,48790	12,25758	11,97891	2,58924	-5,18147	-1,33995	0,00000
18:00	0,00000	0,00000	-0,17750	-2,07989	-3,85535	6,01347	23,48264	23,03555	11,63910	0,00000	0,00000	0,00000
19:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-0,18266	9,01069	26,22140	25,27743	11,90283	0,00000	0,00000	0,00000
20:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	9,13515	25,36574	24,41832	11,33759	0,00000	0,00000	0,00000
21:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	8,37849	23,52279	23,56646	11,39782	0,00000	0,00000	0,00000
22:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	7,81621	22,09591	23,62845	10,72648	0,00000	0,00000	0,00000
23:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	7,50023	21,32965	21,66152	9,33663	0,00000	0,00000	0,00000
0:00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	6,73739	19,19651	19,51404	8,28052	0,00000	0,00000	0,00000

Tabla 8.19 Consumo de red mensual en kWh para Escenario 7 (Fuente: Propia)

Tras analizar los consumos para cada uno de los meses en los balances mostrados en la tabla 8.19, se puede simular una factura para este escenario. Aplicando la misma tarifa que para los Escenarios 5 y 6 se ha obtenido que la factura anual sería similar a la tabla 2.20.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	Retribucion (Excedentes FV)	Diferencia entre Coste Energía y Retribución	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA	TOTAL FACTURA
Enero	14,05 €	0,00 €	-11,38 €	-11,38 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Febrero	13,14 €	0,00 €	-14,48 €	-14,48 €	13,14 €	0,67 €	0,74 €	1,41 €	14,56 €	3,06 €	17,61 €
Marzo	14,05 €	0,00 €	-17,48 €	-17,48 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Abril	13,60 €	0,00 €	-19,20 €	-19,20 €	13,60 €	0,70 €	0,79 €	1,49 €	15,09 €	3,17 €	18,25 €
Mayo	14,05 €	0,00 €	-20,74 €	-20,74 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Junio	13,60 €	9,93 €	-15,67 €	-5,74 €	13,60 €	0,70 €	0,79 €	1,49 €	15,09 €	3,17 €	18,25 €
Julio	14,05 €	31,52 €	-8,18 €	23,33 €	37,38 €	1,91 €	0,82 €	2,73 €	40,12 €	8,42 €	48,54 €
Agosto	13,60 €	32,05 €	-8,53 €	23,53 €	37,13 €	1,90 €	0,82 €	2,72 €	39,84 €	8,37 €	48,21 €
Septiembre	14,05 €	14,13 €	-11,94 €	2,20 €	16,25 €	0,83 €	0,79 €	1,62 €	17,87 €	3,75 €	21,63 €
Octubre	14,05 €	0,00 €	-15,19 €	-15,19 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Noviembre	13,60 €	0,00 €	-12,19 €	-12,19 €	13,60 €	0,70 €	0,79 €	1,49 €	15,09 €	3,17 €	18,25 €
Diciembre	14,05 €	0,00 €	-9,43 €	-9,43 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
TOTAL	165,90 €	87,63 €	-164,40 €	-76,77 €	214,96 €	10,99 €	9,65 €	20,64 €	235,59 €	49,47 €	285,07 €

Tabla 8.20 Factura para Escenario 7 (Fuente: Propia)

Se puede ver como el artículo ha sido aplicado a todos los meses salvo julio, agosto y septiembre. Pese a todo, la factura de la luz se ha visto reducida a 285.07€. Aproximadamente un 52% más barata que el Escenario 5.

No obstante, pese a haber habido consumo en sólo cuatro meses del año, la factura anual es similar a la del Escenario 6. Este hecho tiene sentido al existir el artículo 14 pero es difícil de entender como sin haber hecho uso de la vivienda en nueve de los doce meses del año, los cuales no había cargas conectadas, la diferencia sea de tan poca.

Debido a esto, se procederá más adelante a un estudio sin artículo 14, donde si se podrá apreciar una gran diferencia en la factura total anual.

8.5.3 Segunda residencia con consumos fijos y uso durante las vacaciones de verano

Para este Escenario 8 se ha considerado que la vivienda sólo es habitada en los meses de las vacaciones de verano, es decir, julio y agosto y parte de junio y septiembre, pero a diferencia del Escenario 7 si hay cargas conectadas permanentemente. Estas cargas pueden ser el stand-by de distintos aparatos o el frigorífico de la vivienda.

Al ser un consumo diferente se estima que la demanda energética de la vivienda es la siguiente:

Mes	Energía Consumida mensual [kWh]
Enero	37,7
Febrero	33,35
Marzo	42,05
Abril	43,5
Mayo	36,25
Junio	200
Julio	550
Agosto	538
Septiembre	250
Octubre	39,15
Noviembre	44,95
Diciembre	52,2

Concepto	Dimensionamiento
Potencia pico [kWp]	2,4
Área paneles [m2]	13
Número de paneles	8
Potencia contratada [kW]	3,46
Demanda energética [kWh]	1867
Energía consumida de red [kWh]	879
Energía autoconsumida [kWh]	988
Energía generada FV [kWh]	4097
Energía inyectada a la red [kWh]	3109

Tabla 8.21 Dimensionamiento y demanda energética para Escenario 8 (Fuente: Propia)

Para interpretar los siguientes datos de manera más cómoda se representa en un gráfico los consumos mensuales. Los consumos considerados en los meses que no son de verano han sido un frigorífico y el stand-by de los distintos aparatos de la vivienda como se comentaba anteriormente.

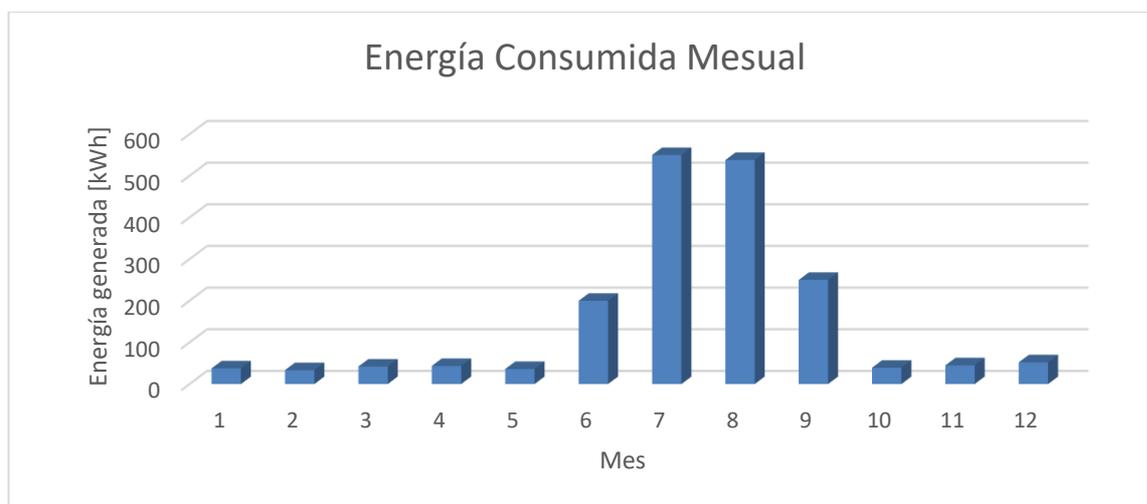


Figura 8.3 Representación Energía Consumida Mensual para una segunda residencia con consumo en los meses de verano y consumo fijo cada mes (Fuente: Propia)

Al cambiar los consumos totales mensuales, la tabla de consumos de la red variará también. Esta tabla se podrá observar a continuación.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1:00	0,97438	0,87847	1,18866	1,32741	1,09788	5,89974	16,85194	17,23440	7,39450	1,12857	1,20384	1,44677
2:00	0,93889	0,84637	1,13653	1,27050	1,04281	5,54086	15,60955	15,90761	6,93426	1,08022	1,15695	1,38502
3:00	0,92430	0,83560	1,12328	1,24414	1,01801	5,37346	14,96352	15,21057	6,71233	1,05184	1,13689	1,36471
4:00	0,91963	0,83128	1,11640	1,23490	1,01801	5,28893	14,64855	14,92939	6,59389	1,04206	1,13113	1,35701
5:00	0,92675	0,84008	1,12247	1,24070	0,82957	4,56961	14,20676	14,79794	6,58447	1,04680	1,13652	1,36373
6:00	0,96698	0,87581	0,99273	-0,79471	-2,80716	1,35472	11,20928	12,58090	6,16909	1,08294	1,18499	1,41794
7:00	1,11385	-3,18317	-6,62050	-9,79387	-12,48129	-8,79101	1,26910	2,96987	-2,08346	-3,97491	0,01434	1,60873
8:00	-7,84892	-13,01933	-17,51622	-20,76297	-23,82312	-19,91170	-9,65907	-8,23493	-12,17986	-14,03922	-9,09675	-4,62685
9:00	-17,84177	-23,75217	-28,96722	-31,95709	-34,98440	-29,36821	-16,34684	-16,56995	-22,10791	-24,88434	-19,12022	-13,54962
10:00	-27,04912	-33,64212	-39,29107	-41,84455	-44,70892	-37,61572	-23,10373	-24,35089	-30,80691	-34,85654	-28,31434	-21,55782
11:00	-33,66882	-40,61567	-46,58405	-48,76937	-51,42925	-43,55683	-27,78037	-29,58206	-37,18405	-42,01179	-34,93794	-27,59125
12:00	-36,09805	-43,13092	-49,24735	-51,28316	-53,83029	-45,68330	-29,30054	-31,27113	-39,43576	-44,50887	-37,52245	-29,79938
13:00	-33,73420	-40,67185	-46,61434	-48,75927	-51,37941	-43,04969	-26,09139	-27,84632	-36,49226	-41,95812	-34,95563	-27,63209
14:00	-27,16294	-33,74794	-39,36248	-41,84728	-44,62831	-36,71058	-19,54560	-20,58433	-29,50764	-34,79984	-28,36882	-21,63211
15:00	-17,93047	-23,81062	-28,97012	-31,89673	-34,82363	-27,81448	-11,53676	-11,66603	-20,11797	-24,76493	-19,10342	-13,58808
16:00	-7,53716	-12,74797	-17,11597	-20,36488	-23,30325	-16,43092	-0,29375	-0,40596	-8,79839	-13,64357	-8,66500	-4,22770
17:00	1,36404	-2,62999	-5,98808	-9,19508	-11,83851	-4,48790	12,25758	11,97891	2,58924	-3,31096	0,78984	2,40123
18:00	1,80401	1,57280	1,78305	-0,06829	-2,09032	6,01347	23,48264	23,03555	11,63910	1,87974	2,21514	2,50923
19:00	1,90140	1,57102	1,89998	1,92668	1,50720	9,01069	26,22140	25,27743	11,90283	1,85599	2,39179	2,69386
20:00	1,84871	1,62897	1,97261	1,84050	1,59052	9,13515	25,36574	24,41832	11,33759	1,86778	2,26998	2,54840
21:00	1,63771	1,46732	1,90362	1,82758	1,49279	8,37849	23,52279	23,56646	11,39782	1,86448	2,03443	2,29319
22:00	1,39814	1,25115	1,67205	1,86238	1,47146	7,81621	22,09591	23,62845	10,72648	1,62335	1,72882	1,99643
23:00	1,20335	1,07830	1,45138	1,64755	1,36200	7,50023	21,32965	21,66152	9,33663	1,39916	1,48443	1,73752
0:00	1,08401	0,97439	1,30509	1,48302	1,22339	6,73739	19,19651	19,51404	8,28052	1,25347	1,33229	1,59045

Tabla 8.22 Consumo de red mensual en kWh para Escenario 8 (Fuente: Propia)

Tras analizar los consumos para cada uno de los meses en los balances mostrados en la tabla 8.22, se puede simular una factura para este escenario. Aplicando la misma tarifa que para los escenarios anteriores se ha obtenido la siguiente factura.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	Retribucion (Excedentes FV)	Diferencia entre Coste Energía y Retribución	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA	TOTAL FACTURA
Enero	14,05 €	2,28 €	-10,44 €	-8,16 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Febrero	13,14 €	1,76 €	-13,55 €	-11,79 €	13,14 €	0,67 €	0,74 €	1,41 €	14,56 €	3,06 €	17,61 €
Marzo	14,05 €	2,24 €	-16,31 €	-14,07 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Abril	13,60 €	2,03 €	-17,87 €	-15,84 €	13,60 €	0,70 €	0,79 €	1,49 €	15,09 €	3,17 €	18,25 €
Mayo	14,05 €	1,64 €	-19,61 €	-17,97 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Junio	13,60 €	9,93 €	-15,67 €	-5,74 €	13,60 €	0,70 €	0,79 €	1,49 €	15,09 €	3,17 €	18,25 €
Julio	14,05 €	31,52 €	-8,18 €	23,33 €	37,38 €	1,91 €	0,82 €	2,73 €	40,12 €	8,42 €	48,54 €
Agosto	13,60 €	32,05 €	-8,53 €	23,53 €	37,13 €	1,90 €	0,82 €	2,72 €	39,84 €	8,37 €	48,21 €
Septiembre	14,05 €	14,13 €	-11,94 €	2,20 €	16,25 €	0,83 €	0,79 €	1,62 €	17,87 €	3,75 €	21,63 €
Octubre	14,05 €	2,18 €	-14,14 €	-11,95 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
Noviembre	13,60 €	2,55 €	-11,00 €	-8,45 €	13,60 €	0,70 €	0,79 €	1,49 €	15,09 €	3,17 €	18,25 €
Diciembre	14,05 €	3,33 €	-8,21 €	-4,88 €	14,05 €	0,72 €	0,82 €	1,54 €	15,59 €	3,27 €	18,86 €
TOTAL	165,90 €	105,66 €	-155,45 €	-49,79 €	214,96 €	10,99 €	9,65 €	20,64 €	235,59 €	49,47 €	285,07 €

Tabla 8.23 Factura para Escenario 8 (Fuente: Propia)

El artículo 14 ha afectado a nueve de los 12 meses del año, exactamente igual que para el Escenario 7. Es más, el total de la factura vuelve a ser de 285.07€.

Esto demuestra como, pese a tener unos consumos mensuales distintos, este artículo afecta de forma muy negativa a este tipo de viviendas. En otras palabras, salvo que sea un uso muy similar a una vivienda principal, la factura se verá acotada a una cantidad sin importar el tipo de uso que se le de. Dicha cantidad para los casos de estudios que se están llevando a cabo sería de 285.07€.

8.6 Segunda residencia sin aplicación del Artículo 14

Una vez que se han simulado los distintos casos propuestos para una segunda residencia a la cual se le aplica el artículo 14, se ha podido comprobar lo limitante que es respecto a la poca flexibilidad para las viviendas de uso meramente vacacional. Por eso motivo, a continuación, se volverán a simular estos escenarios anteriores pero sin la existencia de dicho artículo, para luego analizar la viabilidad económica en ambas situaciones y comparar.

8.6.1 Segunda residencia con uso los fines de semana y vacaciones de verano

Esta primera simulación se corresponde con el caso del Escenario 6, por lo que los valores de la tabla 8.15 y 8.16 son iguales. La diferencia de este escenario es que no se ha considerado el artículo 14., y es por eso que se ha nombrado Escenario 9 a esta simulación.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	Retribucion (Excedentes FV)	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA	TOTAL FACTURA
Enero	14,05 €	7,99 €	-8,20 €	13,84 €	0,71 €	0,82 €	1,53 €	15,37 €	3,23 €	18,60 €
Febrero	13,14 €	6,22 €	-11,32 €	8,04 €	0,41 €	0,74 €	1,15 €	9,19 €	1,93 €	11,12 €
Marzo	14,05 €	7,84 €	-13,50 €	8,40 €	0,43 €	0,82 €	1,25 €	9,65 €	2,03 €	11,67 €
Abril	13,60 €	7,87 €	-14,97 €	6,50 €	0,33 €	0,79 €	1,13 €	7,62 €	1,60 €	9,22 €
Mayo	14,05 €	6,03 €	-17,00 €	3,09 €	0,16 €	0,82 €	0,98 €	4,07 €	0,85 €	4,92 €
Junio	13,60 €	9,93 €	-15,67 €	7,86 €	0,40 €	0,79 €	1,19 €	9,05 €	1,90 €	10,95 €
Julio	14,05 €	31,52 €	-8,18 €	37,38 €	1,91 €	0,82 €	2,73 €	40,12 €	8,42 €	48,54 €
Agosto	13,60 €	32,05 €	-8,53 €	37,13 €	1,90 €	0,82 €	2,72 €	39,84 €	8,37 €	48,21 €
Septiembre	14,05 €	14,13 €	-11,94 €	16,25 €	0,83 €	0,79 €	1,62 €	17,87 €	3,75 €	21,63 €
Octubre	14,05 €	7,69 €	-11,63 €	10,10 €	0,52 €	0,82 €	1,34 €	11,44 €	2,40 €	13,84 €
Noviembre	13,60 €	9,58 €	-8,43 €	14,75 €	0,75 €	0,79 €	1,55 €	16,30 €	3,42 €	19,72 €
Diciembre	14,05 €	11,72 €	-5,31 €	20,46 €	1,05 €	0,82 €	1,87 €	22,32 €	4,69 €	27,01 €
TOTAL	165,90 €	152,57 €	-134,67 €	183,80 €	9,40 €	9,65 €	19,04 €	202,84 €	42,60 €	245,44 €

Tabla 8.24 Factura para Escenario 9 (Fuente: Propia)

Para esta simulación se ha obtenido que la factura total anual sería de unos 245.44€. La diferencia del escenario afectado por el artículo y el actual escenario, es de 49.24€ cada año, una cantidad llamativa.

$$294.68€ - 245.44€ = 49.24 € \quad (22)$$

8.6.2 Segunda residencia sin consumo mensual salvo durante las vacaciones de verano

Para este Escenario 10, se han cogido el mismo dimensionamiento y datos de consumo que el escenario 7, es decir, se simulará a continuación una factura de una segunda residencia con consumo nulo durante todo el año salvo en los meses que se correspondan con las vacaciones de verano, y, además, no se considerará el artículo 14. De esta forma en el siguiente apartado se podrá hacer un estudio de viabilidad económica para este caso.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	Retribucion (Excedentes FV)	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA	TOTAL FACTURA
Enero	14,05 €	0,00 €	-11,38 €	2,67 €	0,14 €	0,82 €	0,96 €	3,63 €	0,76 €	4,39 €
Febrero	13,14 €	0,00 €	-14,48 €	-1,34 €	-0,07 €	0,74 €	0,67 €	-0,67 €	-0,14 €	-0,81 €
Marzo	14,05 €	0,00 €	-17,48 €	-3,43 €	-0,18 €	0,82 €	0,64 €	-2,79 €	-0,59 €	-3,37 €
Abril	13,60 €	0,00 €	-19,20 €	-5,60 €	-0,29 €	0,79 €	0,51 €	-5,09 €	-1,07 €	-6,16 €
Mayo	14,05 €	0,00 €	-20,74 €	-6,68 €	-0,34 €	0,82 €	0,48 €	-6,21 €	-1,30 €	-7,51 €
Junio	13,60 €	9,93 €	-15,67 €	7,86 €	0,40 €	0,79 €	1,19 €	9,05 €	1,90 €	10,95 €
Julio	14,05 €	31,52 €	-8,18 €	37,38 €	1,91 €	0,82 €	2,73 €	40,12 €	8,42 €	48,54 €
Agosto	13,60 €	32,05 €	-8,53 €	37,13 €	1,90 €	0,82 €	2,72 €	39,84 €	8,37 €	48,21 €
Septiembre	14,05 €	14,13 €	-11,94 €	16,25 €	0,83 €	0,79 €	1,62 €	17,87 €	3,75 €	21,63 €
Octubre	14,05 €	0,00 €	-15,19 €	-1,14 €	-0,06 €	0,82 €	0,76 €	-0,37 €	-0,08 €	-0,45 €
Noviembre	13,60 €	0,00 €	-12,19 €	1,41 €	0,07 €	0,79 €	0,86 €	2,27 €	0,48 €	2,75 €
Diciembre	14,05 €	0,00 €	-9,43 €	4,62 €	0,24 €	0,82 €	1,06 €	5,67 €	1,19 €	6,86 €
TOTAL	165,90 €	87,63 €	-164,40 €	89,13 €	4,56 €	9,65 €	14,20 €	103,33 €	21,70 €	125,03 €

Tabla 8.25 Factura para Escenario 10 (Fuente: Propia)

La factura anual para este escenario ha descendido a los 125.03€, es decir, una diferencia de 160.04€. Sin embargo, para los meses de febrero, marzo, abril, mayo y octubre la factura resulta negativa, es decir, la compañía tendría que abonar al cliente esa cantidad. Se estaría hablando de 18.30€.

No es una cantidad muy grande, pero si que podría suponer un inconveniente para las compañías eléctricas, por eso se podría plantear que aquellos meses con cantidad negativa fueran 0€ y la comercializadora no tuviera que hacer frente a dichos pagos. Para ese caso la factura anual sería de 143.33€.

$$285.07\text{€} - 125.03\text{€} = 160.04\text{€} \quad (23)$$

$$0.81\text{€} + 3.37\text{€} + 6.16\text{€} + 7.51\text{€} + 0.45\text{€} = 18.30\text{€} \quad (24)$$

$$125.03\text{€} + 18.30\text{€} = 143.33\text{€} \quad (25)$$

8.6.3 Segunda residencia con consumos fijos y uso durante las vacaciones de verano

Por último, en este escenario, el Escenario 11, se volverá a realizar la simulación del Escenario 8 con el mismo consumo y dimensionamiento, pero esta vez sin artículo 14.

Para este último escenario se ha obtenido la siguiente tabla como factura anual.

	Coste Potencia Contratada	Coste Energía Consumida	Retribucion (Excedentes FV)	SUBTOTAL_1	Impuesto Electricidad	Alquiler de equipos de medida y control	SUBTOTAL_2	TOTAL BASE IMPONIBLE	IVA	TOTAL FACTURA
Enero	14,05 €	2,28 €	-10,44 €	5,89 €	0,30 €	0,82 €	1,12 €	7,01 €	1,47 €	8,49 €
Febrero	13,14 €	1,76 €	-13,55 €	1,36 €	0,07 €	0,74 €	0,81 €	2,17 €	0,46 €	2,62 €
Marzo	14,05 €	2,24 €	-16,31 €	-0,02 €	-0,00 €	0,82 €	0,82 €	0,80 €	0,17 €	0,97 €
Abril	13,60 €	2,03 €	-17,87 €	-2,24 €	-0,11 €	0,79 €	0,68 €	-1,56 €	-0,33 €	-1,89 €
Mayo	14,05 €	1,64 €	-19,61 €	-3,91 €	-0,20 €	0,82 €	0,62 €	-3,29 €	-0,69 €	-3,99 €
Junio	13,60 €	9,93 €	-15,67 €	7,86 €	0,40 €	0,79 €	1,19 €	9,05 €	1,90 €	10,95 €
Julio	14,05 €	31,52 €	-8,18 €	37,38 €	1,91 €	0,82 €	2,73 €	40,12 €	8,42 €	48,54 €
Agosto	13,60 €	32,05 €	-8,53 €	37,13 €	1,90 €	0,82 €	2,72 €	39,84 €	8,37 €	48,21 €
Septiembre	14,05 €	14,13 €	-11,94 €	16,25 €	0,83 €	0,79 €	1,62 €	17,87 €	3,75 €	21,63 €
Octubre	14,05 €	2,18 €	-14,14 €	2,10 €	0,11 €	0,82 €	0,93 €	3,02 €	0,64 €	3,66 €
Noviembre	13,60 €	2,55 €	-11,00 €	5,14 €	0,26 €	0,79 €	1,06 €	6,20 €	1,30 €	7,50 €
Diciembre	14,05 €	3,33 €	-8,21 €	9,17 €	0,47 €	0,82 €	1,29 €	10,46 €	2,20 €	12,66 €
TOTAL	165,90 €	105,66 €	-155,45 €	116,11 €	5,94 €	9,65 €	15,58 €	131,69 €	27,66 €	159,35 €

Tabla 8.26 Factura para Escenario 11 (Fuente: Propia)

La factura anual para este escenario ha descendido a los 159.35€, es decir, una diferencia de 125.72€ frente al Escenario 8. Sin embargo, esta vez sólo en los meses de abril y mayo la factura resultaría negativa.

La cantidad que tendría que pagar la compañía se estima que sería de 5.88€, pero el hecho de que la compañía tuviera que pagar al cliente podría suponer un inconveniente. Por eso se podría plantear que aquellos meses con cantidad negativa fueran de 0€ y así evitar que la comercializadora no tuviera que hacer frente a dichos pagos. Si fuera ese la situación la factura anual sería entonces de 165.23€.

$$285.07\text{€} - 159.35\text{€} = 125.72\text{€} \quad (26)$$

$$1.89\text{€} + 3.99\text{€} = 5.88\text{€} \quad (27)$$

$$159.35\text{€} + 5.88\text{€} = 165.23\text{€} \quad (28)$$

9 ESTUDIO ECONÓMICO DE VIABILIDAD

Tras analizar cada uno de los escenarios se procede a realizar una comparación de los resultados de las distintas facturas que se han obtenido, para así señalar cual es el escenario más favorable para una vivienda unifamiliar y también si es rentable el autoconsumo en una segunda residencia.

9.1 Estudio económico de viabilidad para Vivienda Unifamiliar

En primer lugar, analizamos los escenarios de la vivienda familiar como primera residencia. En las siguientes figuras se muestra el coste de la factura eléctrica anual y el ahorro de cada escenario frente al Escenario Inicial.

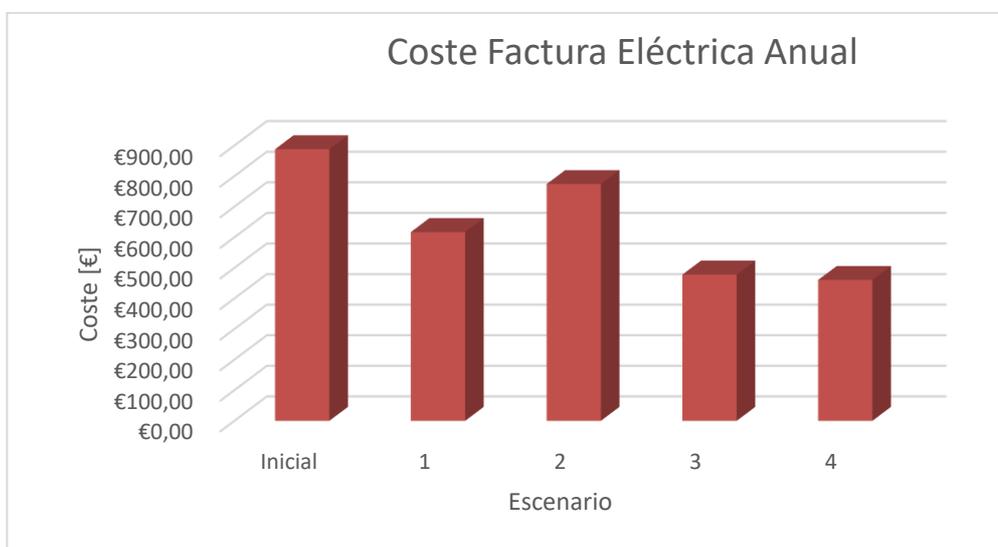


Figura 9.1 Coste Factura Eléctrica Anual para Escenarios Inicial, 1, 2, 3 y 4 (Fuente: Propia)

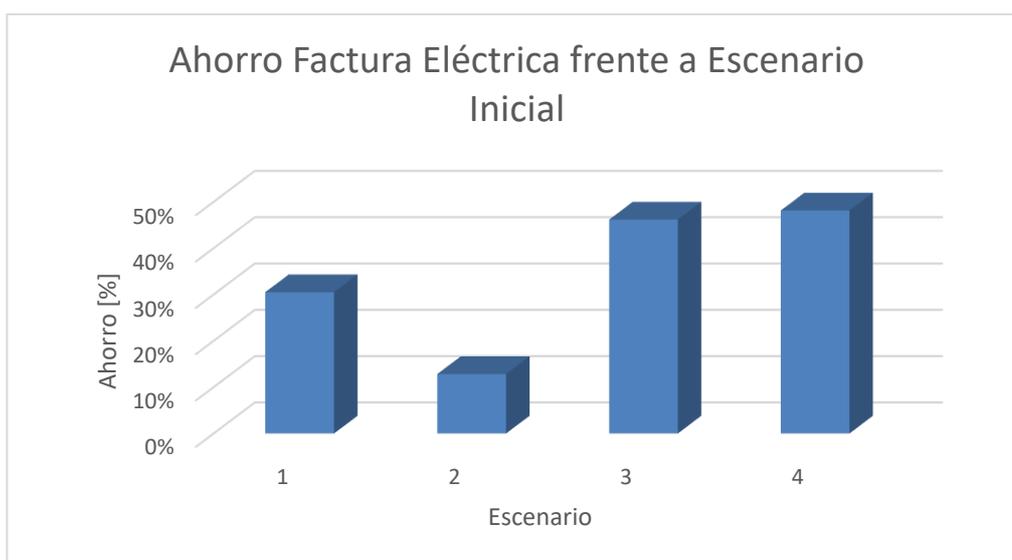


Figura 9.2 Ahorro Factura Eléctrica Anual para Escenarios 1, 2, 3 y 4 frente a Escenario Inicial (Fuente: Propia)

Se puede observar a partir de las figuras anteriores, que el Escenario 2 es el más desfavorable al suponer un sobrecoste y no un ahorro. Este escenario se corresponde con la Modalidad con excedentes no acogida a compensación, y como se comentó en el apartado de la simulación, dicha modalidad está pensada para instalaciones de gran potencia instalada, donde el peso de los impuestos asociados a la generación de electricidad y el coste de representación no tienen tanta relevancia frente a la energía generada e inyectada a la red. Por lo que este escenario, al ser de poca potencia pico, no sale rentable el pago de estos costes fijos en comparación a la energía producida, ni tampoco si el objetivo es un ahorro en la factura anual.

A diferencia del Escenario 2, los Escenarios 1, 3 y 4 sí que presentan un ahorro frente al Escenario Inicial. Dicho ahorro es de un 30%, 46% y 48% respectivamente.

El Escenario 1 supone un ahorro anual inferior a los Escenarios 3 y 4, pero al tratarse de una instalación de 1 kWp, el tiempo de amortización de la instalación puede que sea menor y por eso más adelante se tendrá en consideración para el estudio de viabilidad económica.

En lo que se refiere al Escenario 3 y 4 parece que a primera vista daría igual la formalización de un contrato con una comercializadora libre o regulada. Sin embargo, se procederá a estudiar el tiempo de recuperación de la inversión que supone ese 2% de diferencia entre ambos escenarios.

Al ser una instalación fotovoltaica de 2.4 kWp puede que el retorno de la inversión sea mayor que la del escenario sin excedentes, es decir, Escenario 1, por ello se comparará con dicho escenario también.

Lo primero para analizar la rentabilidad es tener un presupuesto aproximado de lo que costaría realizar una instalación de autoconsumo para una vivienda. En las siguientes tablas se muestra un presupuesto tipo para una instalación de 1 kWp y otro para una instalación de 2.4 kWp. Las instalaciones en España tienen un coste de entre 1.10€ y los 2€ por vatio instalado, según la instalación puede existir variación.

	Coste Unitario [€/unidad]	Unidades	Coste Total [€]
Placas Solares	280,00 €	4	1.120,00 €
Inversor Solar 1kVA	570,00 €	1	570,00 €
Estructuras soporte	85,00 €	1	85,00 €
Contador Bidireccional	130,00 €	1	130,00 €
Legalización del sistema	350,00 €	-	350,00 €
Total inversión			2.255,00 €

Tabla 9.1 Presupuesto instalación de 1 kWp (Fuente: Propia)

	Coste Unitario [€/unidad]	Unidades	Coste Total [€]
Placas Solares	280,00 €	8	2.240,00 €
Inversor Solar 3kVA	1.250,00 €	1	1.250,00 €
Estructuras soporte	85,00 €	2	170,00 €
Contador Bidireccional	130,00 €	1	130,00 €
Legalizacion del sistema	350,00 €	-	350,00 €
Total inversión			4.140,00 €

Tabla 9.2 Presupuesto instalación de 2.4 kWp (Fuente: Propia)

Tras obtener un precio aproximado de lo que costará realizar la instalación, es momento de ver cuanto tiempo tardará el cliente en convertir la inversión en rentable, es decir, calcular el VAN.

En el primer escenario, modalidad sin remuneración por excedentes, se obtenía un ahorro de 271.44€ por año. Para el escenario de modalidad con excedentes acogidos a compensación con comercializadora libre, ese ahorro es de 410.65€, y por último, para el Escenario 4 era de 428.07€.

$$\text{Escenario 1: } 888.58\text{€} - 617.14\text{€} = 271.44\text{€} \quad \mathbf{(29)}$$

$$\text{Escenario 3: } 888.58\text{€} - 477.93\text{€} = 410.65\text{€} \quad \mathbf{(30)}$$

$$\text{Escenario 4: } 888.58\text{€} - 460.51\text{€} = 428.07\text{€} \quad \mathbf{(31)}$$

Para determinar cual de las tres posibilidades es la más rentable es necesario aplicar el VAN. La función del VAN es determinar el flujo de caja tras realizar la inversión inicial. Con este método se puede aproximar el tiempo de amortización y el beneficio obtenido una vez finalizada.

El criterio del VAN se basa en lo siguiente. Dependiendo de:

- **VAN < 0:** El proyecto no es rentable y generará pérdidas.
- **VAN = 0:** El proyecto no generará ni beneficios ni pérdidas. La decisión es indiferente.
- **VAN > 0:** El proyecto es rentable y generará beneficios.

La fórmula para calcular el VAN es la siguiente:

$$VAN = -I + \frac{S}{(1+k)} + \frac{S}{(1+k)^2} + \dots + \frac{S}{(1+k)^n} \quad \mathbf{(32)}$$

Donde:

- *I*: Inversión Inicial [€]
- *S*: Ahorro anual obtenido [€]
- *k*: Tasa de descuento
- *n*: año

Para este trabajo se ha tomado el valor de la tasa de descuento asimilando lo que podría ser una inflación de un 2%. La inversión inicial dependerá del escenario y lo mismo para el ahorro.

En los escenarios de estudio se han obtenido que sus VAN son:

Año	Escenario 1	Escenario 3	Escenario 4	Año	Escenario 1	Escenario 3	Escenario 4
0	- 2.255,00 €	- 4.140,00 €	- 4.140,00 €	9	- 39,44 €	- 788,18 €	- 645,99 €
1	- 1.988,88 €	- 3.737,40 €	- 3.720,32 €	10	183,23 €	- 451,30 €	- 294,82 €
2	- 1.727,98 €	- 3.342,70 €	- 3.308,88 €	11	401,54 €	- 121,03 €	49,46 €
3	- 1.472,20 €	- 2.955,73 €	- 2.905,50 €	12	615,57 €	202,76 €	386,99 €
4	- 1.221,43 €	- 2.576,36 €	- 2.510,03 €	13	825,40 €	520,21 €	717,90 €
5	- 975,58 €	- 2.204,42 €	- 2.122,31 €	14	1.031,12 €	831,43 €	1.042,32 €
6	- 734,55 €	- 1.839,77 €	- 1.742,20 €	15	1.236,84 €	1.142,65 €	1.366,75 €
7	- 498,24 €	- 1.482,28 €	- 1.369,53 €	16	1.442,56 €	1.453,87 €	1.691,17 €
8	- 266,57 €	- 1.131,79 €	- 1.004,18 €	17	1.648,27 €	1.765,10 €	2.015,59 €

Tabla 9.3 Comparación VAN de los Escenarios 1, 3 y 4 (Fuente: Propia)

Para el Escenario 1, la inversión sería rentable a partir de los 9 años y 2 meses después de la inversión. En cambio, para el Escenario 3 se daría a los 11 años y 4 meses aproximadamente, y el Escenario 4 a los 10 años y 10 meses.

A simple vista podría pensarse que el Escenario 1 es el más rentable de los tres al ser su VAN mayor de cero en menos tiempo, sin embargo, en el año 16 el VAN del Escenario 3 supera al del Escenario 1. También, en el año 14 el VAN del Escenario 4 se hace más atractivo que el 1. Por eso, se llega a la conclusión que el Escenario 4, es decir, la modalidad de autoconsumo con excedentes acogidas a compensación con una comercializadora regulada, es el más recomendada para una vivienda unifamiliar.

Personalmente, aunque el retorno de la inversión del tercer escenario se de 6 meses después del Escenario 4, creo que escogería la modalidad de autoconsumo con una comercializadora libre debido a que la retribución es fija y no depende de cómo se encuentre el mercado eléctrico diario, ya que puede ser que algún año posterior al año 2020 sea menos beneficioso en lo que a retribución se refiere y afecte así al tiempo de retorno de la inversión. Además, la vida útil de una instalación fotovoltaica ronda los 25 años, por lo que tras 11 años es un tiempo razonable para que esta instalación siga generando beneficios hasta el final de sus días.

9.2 Estudio económico de viabilidad para Segunda Residencia

En segundo lugar, se procede a analizar los escenarios para una segunda residencia. En las siguientes figuras se muestra el coste de la factura eléctrica para todos los escenarios, es decir, Escenarios 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

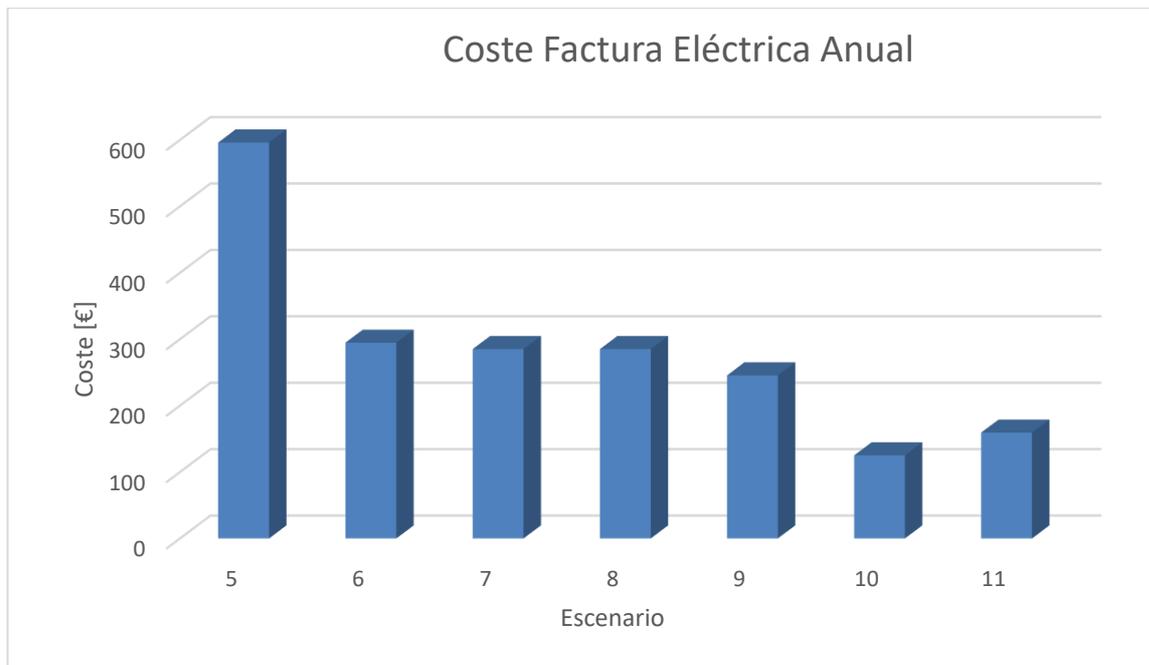


Figura 9.3 Coste Factura Eléctrica Anual segunda residencia (Fuente: Propia)

Observando las figuras anteriores, se puede extraer que se consigue un ahorro para cada escenario de:

$$\text{Escenario 6: } 596.11\text{€} - 294.68\text{€} = 301.43\text{€} \text{ (33)}$$

$$\text{Escenario 9: } 596.11\text{€} - 245.44\text{€} = 350.67\text{€} \text{ (34)}$$

Ese ahorro se traduce en un 51% para el Escenario 6 y del 53% para el Escenario 9 frente al escenario 5 que es el tomado como referencia para este apartado.

A continuación, haciendo uso de la ecuación 32 se procede a calcular el VAN por dos motivos. El primero es comprobar el tiempo que tardaría la instalación en ser rentable, y, en segundo lugar, se recuerda que la premisa del Escenario 6 y 9 es la misma con la diferencia de la existencia o no del artículo 14, por lo que se pretende estimar la diferencia de rentabilidad ante un caso u otro.

Año	Escenario 6	Escenario 9	Año	Escenario 6	Escenario 9
0	- 4.140,00 €	- 4.140,00 €	9	- 1.679,66 €	- 1.277,75 €
1	- 3.844,48 €	- 3.796,21 €	10	- 1.432,38 €	- 990,08 €
2	- 3.554,76 €	- 3.459,15 €	11	- 1.189,95 €	- 708,05 €
3	- 3.270,71 €	- 3.128,71 €	12	- 952,27 €	- 431,55 €
4	- 2.992,24 €	- 2.804,74 €	13	- 719,26 €	- 160,47 €
5	- 2.719,22 €	- 2.487,13 €	14	- 490,81 €	105,30 €
6	- 2.451,56 €	- 2.175,75 €	15	- 262,37 €	371,06 €
7	- 2.189,15 €	- 1.870,47 €	16	- 33,92 €	636,83 €
8	- 1.931,88 €	- 1.571,17 €	17	194,53 €	902,59 €

Tabla 9.4 Comparación VAN de los Escenario 6 y 9 (Fuente: Propia)

Considerandose una instalación de 2.4 kWp se ha obtenido que para el escenario con existencia del artículo 14 la instalación sería económicamente rentable a partir de los 16 años y 2 meses de la inversión inicial, mientras que para el escenario sin existencia del artículo se ve disminuida a 13 años y 7 meses.

Si por otro lado comparamos los Escenarios 7 y 10, y le aplicamos el VAN se podrá observar lo siguiente.

Año	Escenario 7	Escenario 10	Año	Escenario 7	Escenario 10
0	- 4.140,00 €	- 4.140,00 €	9	- 1.601,22 €	- 294,93 €
1	- 3.835,06 €	- 3.678,16 €	10	- 1.346,06 €	91,52 €
2	- 3.536,10 €	- 3.225,37 €	11	- 1.095,90 €	470,39 €
3	- 3.243,00 €	- 2.781,46 €	12	- 850,65 €	841,83 €
4	- 2.955,64 €	- 2.346,26 €	13	- 610,20 €	1.205,99 €
5	- 2.673,93 €	- 1.919,58 €	14	- 374,47 €	1.563,01 €
6	- 2.397,73 €	- 1.501,28 €	15	- 138,74 €	1.920,03 €
7	- 2.126,95 €	- 1.091,17 €	16	96,99 €	2.277,05 €
8	- 1.861,48 €	- 689,11 €	17	332,72 €	2.634,07 €

Tabla 9.5 Comparación VAN de los Escenario 7 y 10 (Fuente: Propia)

Estos escenarios se caracterizan por un consumo durante los meses de verano únicamente, el resto del año la vivienda tiene consumo cero. Aun así, se ha decidido realizar la simulación con la instalación de 2.4 kWp para simular si es rentable una instalación de autoconsumo para una vivienda que no tiene apenas uso. En caso de que no saliese rentable se usará como prueba de la capacidad de potencia instalada que se podría desarrollar y no es viable por uno de los artículos del RD 244/2019.

Entrando en detalle en la tabla 9.5, de vuelve a comprobar la diferencia de retorno de la inversión entre un escenario y otro. En este caso se estima que para el Escenario 7 se recuperará la inversión a los 15 años y 7 meses, mientras que para el Escenario 10 se estima de 9 años y 9 meses. Una diferencia de 6 años es demasiado como para que actualmente alguien se plantee el realizar una inversión de tal calibre, por lo que queda demostrado lo perjudicial que puede llegar a ser este factor limitante.

Por último, se procede a comparar los escenarios que simulan un uso meramente veraniego, pero cuyo consumo durante todo el año es distinto de cero al haber cargas como el frigorífico y otros aparatos conectados.

Para estos escenarios, haciendo uso de la ecuación 32 se han obtenido sus siguientes VAN.

Año	Escenario 8	Escenario 11	Año	Escenario 8	Escenario 11
0	- 4.140,00 €	- 4.140,00 €	9	- 1.601,22 €	- 575,06 €
1	- 3.835,06 €	- 3.711,80 €	10	- 1.346,06 €	- 216,77 €
2	- 3.536,10 €	- 3.292,00 €	11	- 1.095,90 €	134,50 €
3	- 3.243,00 €	- 2.880,44 €	12	- 850,65 €	478,89 €
4	- 2.955,64 €	- 2.476,94 €	13	- 610,20 €	816,52 €
5	- 2.673,93 €	- 2.081,35 €	14	- 374,47 €	1.147,53 €
6	- 2.397,73 €	- 1.693,52 €	15	- 138,74 €	1.478,53 €
7	- 2.126,95 €	- 1.313,29 €	16	96,99 €	1.809,54 €
8	- 1.861,48 €	- 940,52 €	17	332,72 €	2.140,55 €

Tabla 9.6 Comparación VAN de los Escenario 8 y 11 (Fuente: Propia)

Se vuelve a comprobar la diferencia de retorno de la inversión entre un escenario y otro. En este caso se estima que para el Escenario 8 se recuperará la inversión a los 15 años y 7 meses, mientras que para el Escenario 11 se estima de 10 años y 7 meses. Se encuentra una diferencia de 5 años, que vuelve a ser demasiado como para que actualmente alguien se plantee realizar una inversión de tal calibre. Así que, es otra prueba más de lo perjudicial que puede llegar a ser este factor limitante para el desarrollo de el

autoconsumo en segundas residencias.

Si se observan estos resultados se puede apreciar el carácter restrictivo que genera el artículo 14 del Real Decreto. Se pasa de un ahorro del 50% aproximadamente a más del 70% para algunos de los escenarios. Sin embargo, para el Escenario 9 se puede apreciar como el ahorro no ha variado respecto al escenario que si se le ha aplicado dicho artículo, Escenario 6. Esto se debe a que esos escenarios simulan un uso de la vivienda durante todos los fines de semana y durante los meses de verano, por lo que, al haber un consumo continuo durante el año la diferencia en la factura apenas se notará. Otra razón es que no se trata de una simulación tan drástica como los demás, las cuales tienen casi consumo nulo varios meses del año.

Aclarar que este apartado no pretende decidir que escenario es el más rentable, sino demostrar el carácter restrictivo del artículo 14, ya mencionado varias veces a lo largo del presente trabajo. Es por eso que estos escenarios buscan razonar y demostrar por qué a día de hoy los posibles clientes no se plantean esta opción para segundas viviendas.

También se buscaba demostrar como el tiempo de retorno de la inversión calculado en los distintos casos, si se compara con a la vida útil de una instalación de este tipo, que es de 25 años aproximadamente, es incompatible con segundas residencias por distintos motivos. La primera por tratarse de una inversión nada despreciable. En segundo lugar, la recuperación de la inversión bastante tardía en comparación a otros escenarios que se han simulado en este mismo trabajo. Además, la diferencia de años de recuperación de la inversión frente al escenario sin artículo 14, por lo que existe un margen de mejora aún por conseguir.

Posiblemente con una simple modificación en la legislación actual, podría conseguirse que este tipo de autoconsumo se extendiera en segundas residencias también. Es comprensible la existencia del artículo 14 para limitar esa venta de excedentes, pero tal vez permitiendo en un porcentaje el margen de retribución podría ser más que beneficioso para el cliente, el gobierno y, sobre todo, el medio ambiente.

10 CONCLUSIONES

Tras finalizar con los distintos estudios de viabilidad económica, los cuales han sido introducidos a lo largo de esta memoria se ha llegado a la conclusión de que, para una vivienda unifamiliar, la instalación más favorable es la modalidad con excedentes acogida a compensación con una comercializadora regulada, es decir, el Escenario 4.

Tal y como se ha mostrado, el resultado depende en gran medida de la ubicación donde se vaya a localizar la instalación, así como, de la curva de consumo característica para ese consumidor. Por eso, se puede dar el caso de un escenario donde la tarifa de tres tramos horarios no hubiera sido tan favorable.

Respecto a la compensación, se ha demostrado claramente como la compensación a través de una compañía, regulada o libre, es mucho más rentable que una donde depende del mercado eléctrico diario y, donde, hay que hacer frente a pagos de impuestos y costes de representación cuando, con otras modalidades, no son reclamados.

Otra conclusión obtenida de este estudio ha sido como el usuario puede ajustar sus consumos a las franjas donde la producción solar es mayor, o donde el precio del kilovatio hora sea más barato. De esta forma los costes se reducirán también. Debido a eso, se recomienda un estudio previo para adecuar el diseño de la instalación al consumo y obtener los mayores beneficios posibles. Esto conllevaría que los resultados obtenidos, tantos energéticos como económicos, estén vinculados al cliente estrechamente.

Para los escenarios donde la vivienda de estudio ha sido una segunda residencia se ha podido demostrar como el artículo 14 del RD 244/2019 puede suponer un gran revés para el aumento de

potencia instalada en las viviendas de este tipo en nuestro país. Por eso se anima a realizar modificaciones, basadas en estudios de campo, del actual Real Decreto para así revertir esta situación y conseguir atraer a nuevos clientes dispuestos a invertir en este tipo de instalaciones de autoconsumo.

A nivel legislativo, las propuestas de este RD 244/2019 han facilitado una clasificación clara de las distintas modalidades posibles de autoconsumo, así como contemplar un mecanismo de compensación que la haga más atractiva.

Además de los factores comentados anteriormente, ha abierto la posibilidad a un autoconsumo colectivo entre distintos usuarios, haciéndolas más rentables y atractivas para los posibles usuarios.

Tras finalizar esta memoria, me gustaría realizar un par de comentarios. Personalmente, el autoconsumo es una de las alternativas más limpias de generar energía para consumo. Además, permite al cliente un mayor conocimiento del sector y una independencia respecto a las compañías eléctricas.

Espero realmente, que en el futuro se siga apostando por esta transición ecológica tanto promoviendo modificaciones a nivel legal, así como una promoción de este tipo de instalación mediante subvenciones que permitan una rentabilidad a menor plazo mediante la reducción de los costes de instalación de este tipo de instalaciones.

Referencias

- [1] “Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico”-BOE.es. pp. 105198-105294 |Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/27/pdfs/BOE-A-2013-13645.pdf>
- [2] “Plan Nacional Integrado de Energía y Clima” (PNIEC) 2021-2030-IDAE |Disponible en: <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/plan-nacional-integrado-de-energia-y-clima-pniec-2021-2030> [Accedido: Marzo 2021]
- [3] “RD 244/2019, de 5 de abril”-BOE.es. pp. 35674-35719 |Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244/dof/spa/pdf>
- [4] “Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo” -IDAE |Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/20201005_guia_autoconsumo_v.3.0.pdf [Accedido: Abril 2021]
- [5] “Sevilla-Wikipedia, la enciclopedia libre” |Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Sevilla>
- [6] “Trayectoria Solar” |Disponible en: <https://pedrojherandez.com/2014/03/08/la-trayectoria-solar/>
- [7] “Radiación Solar”- Agencia Andaluza de la Energía y Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa |Disponible en: <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/Radiacion/radiacion1.php>
- [8] “BOE-A-2019-18675 Resolución de 16 de diciembre”-BOE.es. pp. 141914-142091 |Disponible en: [https://www.boe.es/eli/es/res/2019/12/16/\(1\)/dof/spa/pdf](https://www.boe.es/eli/es/res/2019/12/16/(1)/dof/spa/pdf) [Accedido: Mayo 2021]
- [9] “Tarifa One Luz Nocturna” Endesa |Disponible en: <https://www.endesa.com/es/luz-y-gas/luz/one/one-luz-nocturna> [Accedido: Mayo 2021]
- [10] “Tarifa Termo Solar 2.0 DHA” Endesa |Disponible en: <https://www.endesa.com/es/luz-y-gas/luz/tempo/tempo-solar-autoconsumo> [Accedido: Mayo 2021]
- [11] “Periodificación Energía Tarifa 2.0 TD”-Selectra |Disponible en: <https://comparadorluz.com/tarifas/acceso#claves-tarifa-20td> [Accedido: Mayo 2021]
- [12] “Precio de la energía excedentaria del autoconsumo para el mecanismo de compensación simplificada (PVPC)”-REE |Disponible en: https://www.esios.ree.es/es/analisis/1739?vis=1&start_date=24-05-2021T00%3A00&end_date=24-05-2021T23%3A00&compare_start_date=23-05-2021T00%3A00&groupby=hour&compare_indicators=1013,1014,1015 [Accedido: Abril 2021]