



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
Trabajo Fin de Grado

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO
Application for the calculation and comparison of the electricity market

Para acceder al título de:
Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos

Autor: Carlos Arnaiz Macho
Director: Raquel Martínez Torre
Convocatoria: Septiembre 2024

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. SISTEMA ELÉCTRICO	7
1.2. FUNCIONAMIENTO SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL	8
1.3. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD.....	9
1.4. MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL	9
1.5. PRECIO HORARIO DE LA ELECTRICIDAD	11
1.6. COMPOSICIÓN DE LA FACTURA DE LA LUZ.....	13
1.6.1. Costes regulados	14
1.6.2. Coste de energía.....	14
1.6.3. Impuestos.....	14
1.7. TIPOS DE MERCADO ELÉCTRICO.....	15
1.7.1. Mercado regulado	15
1.7.2. Mercado libre.....	15
1.8. TIPOLOGÍA DE TARIFAS	16
1.8.1. Tarifa plana.....	16
1.8.2. Tarifa discriminación horaria	16
1.8.3. Tarifa personalizada por hora y día	16
2. ALCANCE Y OBJETIVOS	17
2.1. ALCANCE	17
2.2. OBJETIVOS	17
3. ESTADO DEL ARTE	19
3.1. AGENTES EN EL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL.....	19
3.2. MERCADO LIBRE.....	20
3.3. MERCADO REGULADO	21
3.4. TARIFAS DE ACCESO	22
3.4.1. Segmentos de las tarifas de acceso	22
3.5. IMPUESTOS CARGOS Y PEAJES	23
4. METODOLOGÍA	27
4.1. DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO REAL QUE SE VA A UTILIZAR PARA ANALIZAR.....	27
4.2. DISEÑO DE UNA APLICACIÓN EN MATLAB CON INTERFACE PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DE LAS FACTURAS ELÉCTRICAS	28
4.2.1. Ventana Main	30
4.2.2. Ventana selección	34

4.2.3.	Ventana TarifasAnual.....	37
4.2.4.	Ventana SumarTarifaHoraria	51
4.2.5.	Ventana Sumar Tarifa Plana.....	56
5.	RESULTADOS DE COMPARATIVA.....	61
6.	CONCLUSIÓN	66
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	67

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICAS

Cuadro 1.1: Estructura sistema eléctrico actual [1]	7
Cuadro 1.2: Equilibrio generación/demanda [1]	8
Cuadro 1.3: Mercado eléctrico español [3]	10
Gráfica 1.4: Comparativa de los mercados mayoristas [4].....	11
Gráfica 1.5: Composición factura eléctrica [2]	13
Cuadro 3.1: Distribuidoras de España [15]	19
Cuadro 3.2: Comercializadoras [19].....	21
Cuadro 4.1: Diagrama de flujo de las ventanas de la app.....	28
Cuadro 4.2: Botón atrás	29
Cuadro 4.3: Ventana Main.....	30
Cuadro 4.4: Componentes ventana Main	31
Cuadro 4.5: Ejemplo del código generado por app desing.....	32
Cuadro 4.6: Funciones callback de la ventana Main	32
Cuadro 4.7: Ventana selección	34
Cuadro 4.8: Componentes de la ventana selección	35
Cuadro 4.9: Funciones callback de la ventana selección.....	36
Cuadro 4.10: Ventana TarifaAnual	37
Cuadro 4.11: Componentes de la ventana TarifaAnual.....	38
Cuadro 4.12: Función callback Atrás de la ventana TarifaAnual	38
Cuadro 4.13: Funciones callback de los botones examinar de la	39
ventana TarifaAnual	39
Cuadro 4.14: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual.....	39
Cuadro 4.15: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual.....	41
Cuadro 4.16: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual.....	42
Cuadro 4.17: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual.....	42
Cuadro 4.18: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual.....	43
Cuadro 4.19: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual.....	43
Cuadro 4.20: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual.....	44
Cuadro 4.21: Código de la función CalculosAnuales.....	44

Cuadro 4.22: Código de la función CalculosAnuales.....	45
Cuadro 4.23: Código de la función CalculosAnuales.....	45
Cuadro 4.24: Valores de la Tarifa Plenitude para menos de 5 kW [12].....	45
Cuadro 4.25: Valores de la Tarifa Plenitude para más de 5 kW [13].....	46
Cuadro 4.26: Valores de la Tarifa Repsol [12].....	46
Cuadro 4.27: Código de la función CalculosAnuales.....	47
Cuadro 4.28: Código de la función CalculosMesPlenitude.....	48
Cuadro 4.29: Código de la función CalculosMesRepsol.....	49
Cuadro 4.30: Código de la función CalculosMesRegulado	50
Cuadro 4.31: Código de la función CalculosMesRegulado	50
Cuadro 4.32: Ventana SumarTarifaHoraria.....	51
Cuadro 4.33: Componentes de la ventana SumarTarifaHoraria.....	52
Cuadro 4.34: Funciones callback de la ventana SumarTarifaHoraria	53
Cuadro 4.35: Funciones callback del botón Calcular precio tarifas la ventana SumarTarifaHoraria.....	54
Cuadro 4.36: Código que define la tarifa de diferencia horaria añadida.....	55
Cuadro 4.37: Código para el cálculo del precio de la tarifa de diferencia horaria	55
Cuadro 4.38: Ventana Sumar Tarifa Plana.....	56
Cuadro 4.39: Componentes de la ventana SumarTarifaPlana	57
Cuadro 4.40: Funciones callback de la la ventana SumarTarifaPlana	58
Cuadro 4.41: Funciones callback del botón Calcular precio tarifas la ventana SumarTarifaPlana	59
Cuadro 4.42: Código que define la tarifa de diferencia horaria añadida.....	59
Cuadro 4.43: Código para el cálculo del precio de la tarifa plana.....	60
Cuadro 5.1: Resultados de los precios de las tarifas.....	61

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1: Producción de electricidad [1]	9
TABLA 1.2: Precio MWh [2]	12
TABLA 1.3: Oferta/demanda [2]	12
TABLA 3.1: Mercado Libre [16]	20
TABLA 3.2: Tarifas de acceso [9]	22
TABLA 3.3: Cargo por potencia término potencia [10]	23
TABLA 3.4: Cargo por potencia término energía [10]	23
TABLA 3.5: Peaje de acceso [18]	24
TABLA 3.6: Peaje de acceso [18]	24
TABLA 3.7: Cargos de energía [10]	25
TABLA 4.1: Formato CSV del consumo	27

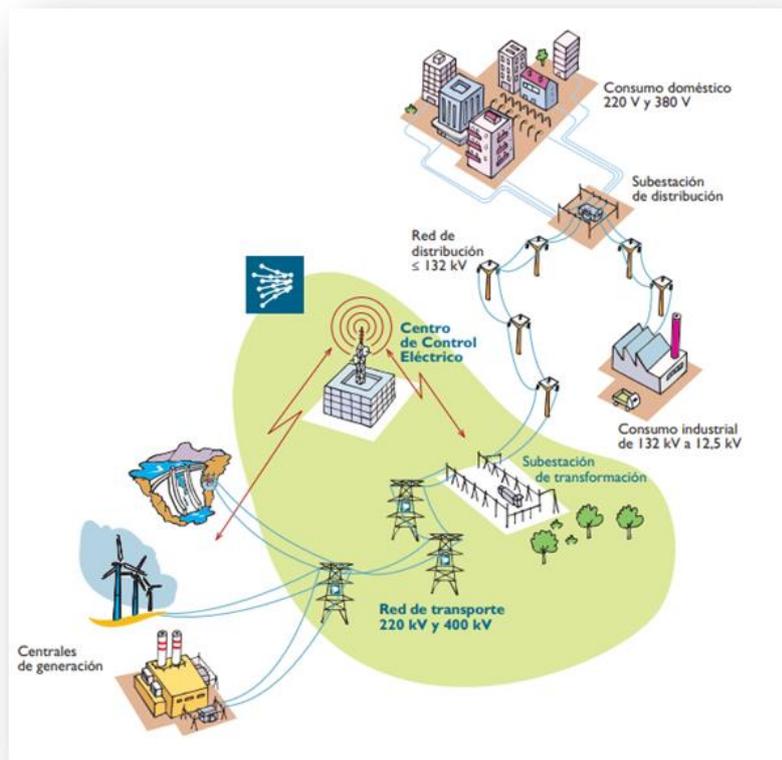
1. INTRODUCCIÓN

1.1. SISTEMA ELÉCTRICO

Se puede definir el sistema eléctrico como el conjunto de elementos que operan coordinadamente en un territorio concreto para abastecer la demanda de energía eléctrica de los consumidores.

Los sistemas eléctricos están formados normalmente por los siguientes elementos:

- Centrales eléctricas (ya puedan ser nucleares, hidroeléctricas, ciclo combinado, parques eólicos, etc.)
- Líneas de transporte de alta tensión (AT)
- Estaciones transformadoras (subestaciones) que disminuyen la tensión o voltaje de la línea (AT/MT, MT/BT)
- Líneas de distribución de media y baja tensión.
- Centros de control eléctrico [1]



Cuadro 1.1: Estructura sistema eléctrico actual [1]

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

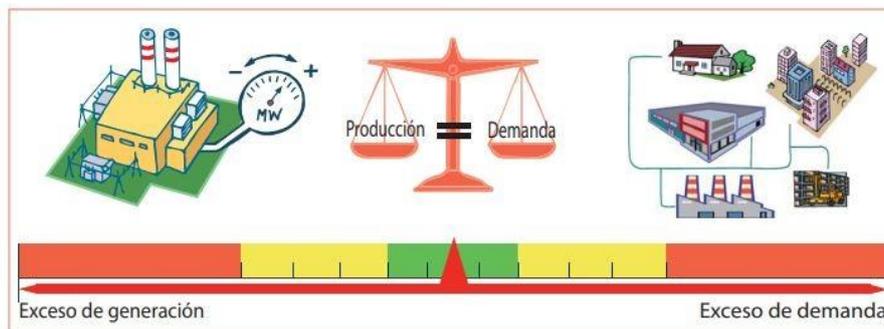
La electricidad transportada debe de cumplir unos parámetros físicos, las características más importantes son la intensidad, tensión y la frecuencia, los cuales son estables para cada sistema.

La intensidad es la cantidad de cargas eléctricas que circulan por un conductor por unidad de tiempo, su unidad de medida es el amperio en el sistema internacional (A).

La tensión o voltaje es aquel trabajo necesario para mover cargas eléctricas entre dos puntos. Su unidad de medida es el voltio (V)

La frecuencia es el número de veces que se repite la señal en un tiempo determinado. Su unidad de medida es el hercio (Hz). En Europa la frecuencia tiene un valor de 50 Hz. En Estados Unidos y en Canadá el valor de la frecuencia es de 60 Hz.

1.2. FUNCIONAMIENTO SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL



Cuadro 1.2: Equilibrio generación/demanda [1]

Al encender la luz en nuestras casas o al conectar un aparato eléctrico se pone en marcha un sistema que comienza en las centrales de producción, donde genera la energía eléctrica. Esta energía es transformada en alta tensión, se transporte gracias a las instalaciones eléctricas hasta los centros de distribución. Desde allí, de nuevo transformada al nivel de tensión necesario para cada tipo de consumo.

Para que este proceso funcione, se debe operar el sistema en tiempo real, es decir, las 24 horas del día, manteniendo en equilibrio constante la generación y el consumo. Ya que la energía eléctrica no puede almacenarse en grandes cantidades, por lo que se tiene que generar en cada momento la cantidad necesaria.

El responsable del funcionamiento correcto del sistema eléctrico en España es la Red Eléctrica De España, a través de su Centro de Control Eléctrico (Cecoe).

Para lograr el equilibrio antes hablado entre generación y consumo, es necesario hacer una previsión de la demanda de electricidad. El Cecoe prevé la cantidad de energía que va a ser necesaria en el país, gracias a innumerables datos que tienen en cuenta.

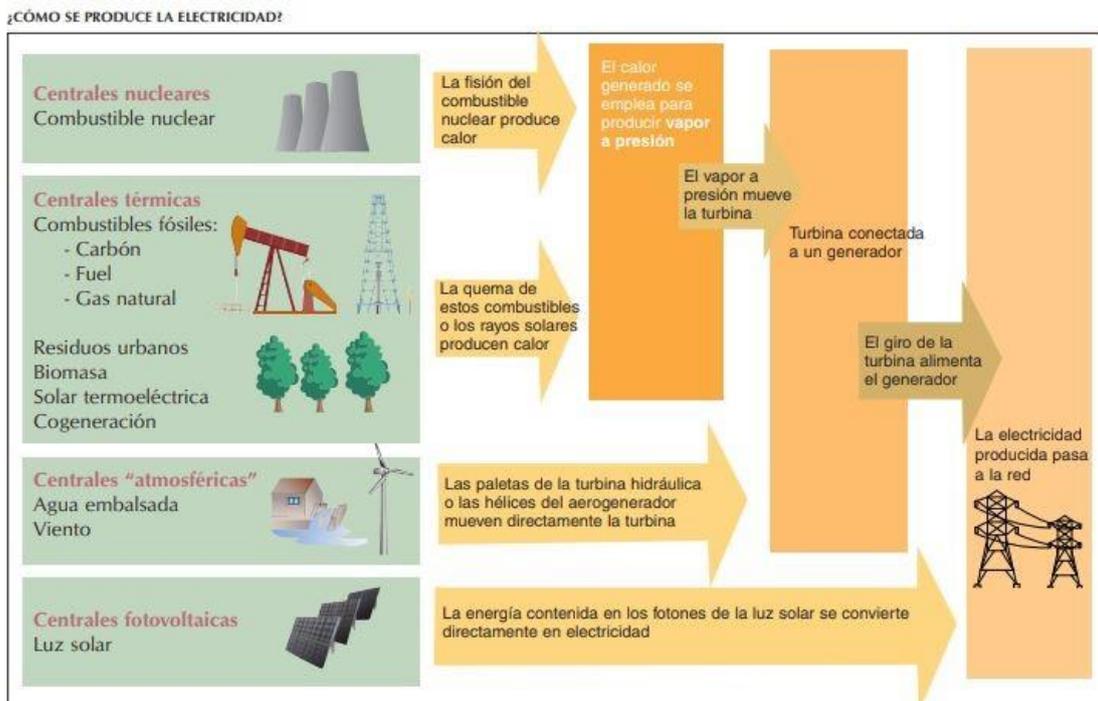
Con esta previsión, las centrales eléctricas preparan sus programas de producción para cada hora del día, pudiendo así disponer de la energía eléctrica necesaria para cubrir la demanda. [1]

1.3. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

Para aprovechar la electricidad como forma de energía debe obtenerse de manera artificial en las centrales eléctricas y posteriormente transportarse a los puntos de consumo.

Al no tratarse de una fuente de energía primaria como el petróleo, carbón o el gas natural, se genera a partir de la transformación de estos recursos de origen fósil o de origen renovable, como el sol, viento, agua y la biomasa etc. Por lo que la electricidad se dice que es una fuente de energía secundaria.

TABLA 1.1: Producción de electricidad [1]



1.4. MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

El mercado eléctrico español se compone por cuatro agentes independientes (generador, transportista, distribuidor y comercializado) y por otros dos agentes que vigilan el funcionamiento de la red (regulado y operador del sistema)

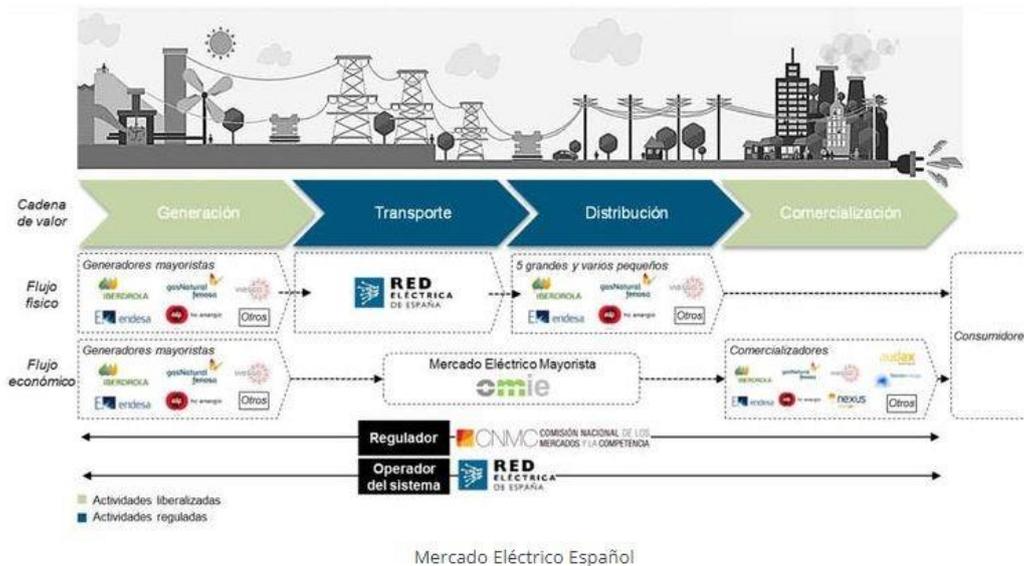
La electricidad no es almacenable a gran escala y de forma viable, por lo que necesitamos más capacidad de generar electricidad que consumo pico, y que la gestión de la electricidad tenga que ser en tiempo real.

Sabiendo esto, y con la necesidad de que el sistema funcione, la decisión sobre qué central debe o no generar electricidad y a qué precio, se rige bajo unos criterios tanto técnicos (operador de red) como económicos (operador del mercado).

La demanda es algo imposible de predecir con exactitud, debido a la variabilidad y simultaneidad de los propios consumidores (no se suele poner la lavadora ni el horno en la misma hora).

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

Todas estas variables y posibilidades se concentran en el mercado de producción eléctrica, conocido como "pool", este es gestionado por el operador del mercado, en España el operador es OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía). El pool tiene una sesión diaria, seis intradiarias y un intradiario continuo. En la diaria, se negocia la mayor parte de la energía, en las subastas intradiarias, se ajustan ciertas cantidades programadas una vez ya han sido fijados en el mercado diario. Los dos tipos de sesión funcionan similar. Se podría decir, que actualmente, el mercado intradiario continuo funciona de forma similar a la bolsa.

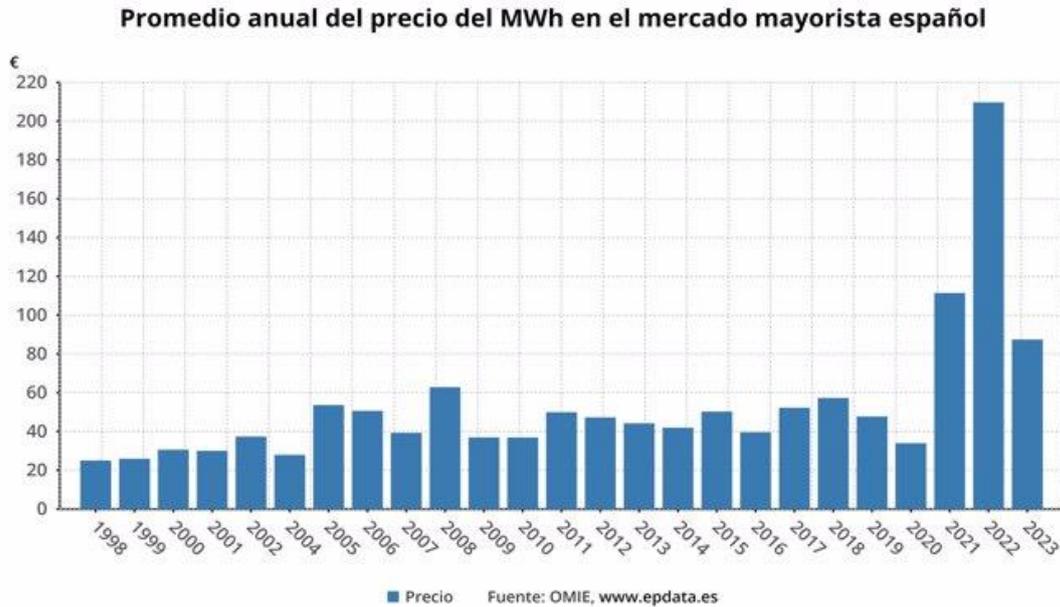


Cuadro 1.3: Mercado eléctrico español [3]

En el mercado eléctrico diaria, los generadores (centrales nucleares, térmicas, etc.) presentan diariamente sus ofertas de venta a cada hora del día siguiente, siendo en España el precio mínimo de oferta 0 €/MWh y el precio máximo 180,3 €/MWh. A la vez, las comercializadoras y grandes consumidores (domésticos e industriales) presentan las ofertas de compra, haciendo una previsión del consumo en cada una de esas horas. La capacidad de las interconexiones internacionales también se tiene en cuenta como una variable más del mercado. Resumiendo, se puede decir que, si nuestra energía es más cara que por ejemplo la francesa, importamos. Y si nuestra energía es más barata, exportamos.

De forma horaria, OMIE (operador del mercado) manda las ofertas de generación de menor a mayor según el precio de venta (oferta) y de mayor a menor según el precio de compra (demanda). El precio y la cantidad de energía que se vende y/o compra cada agente se determina a partir del punto de equilibrio entre oferta y demanda. El encargado de calcular este punto de equilibrio es un algoritmo llamado EUPHEMIA.

Un dato importante del mercado eléctrico español es que es un mercado marginalista, es decir, que indiferentemente del precio que haya ofertado un productor, el precio será determinado por el último productor que haya entrado en el mercado.



Gráfica 1.4: Comparativa de los mercados mayoristas [4]

1.5. PRECIO HORARIO DE LA ELECTRICIDAD

Se pueden clasificar las centrales que participan en el mercado en 3 tipos:

- Centrales de generación renovable (eólica, solar, hidráulica), el coste variable de este tipo de centrales es muy bajo o prácticamente nulo, esto significa que hagan ofertas muy bajas o incluso a cero euros el MWh. Tienen un gran coste de inversión, pero una vez son instaladas tienen un coste variable muy bajo (normalmente los servicios de mantenimiento). Como excepción está la energía hidráulica que raramente se oferta a bajos precios, ya que gracias a su gestionabilidad sus dueños hacen valer el coste de oportunidad para maximizar los beneficios en el mercado.
- Centrales nucleares, el coste variable también es relativamente bajo, ya que están generando constantemente energía al ser una central de tipo base (no generar energía les podría costar incluso dinero), por ello ofertan a precios bajos. Ya que parar una central nuclear costaría mucho dinero y es algo difícil a nivel técnico, las nucleares para asegurarse que su electricidad se vende se ofertan a precios muy bajos.
- Centrales térmicas basadas en combustibles fósiles (carbón, gas). El coste variable de cada megavatio hora generado depende principalmente del precio que tenga la energía primaria en esos momentos, sumando a este precio el dinero que deben pagar por las emisiones de CO2 asociadas a la generación, El precio oferta por cada una de las centrales responde a muchas variables que solo dos generadores conocen. El precio del CO2 está desplazando al carbón fuera del mercado, beneficiando así a los ciclos combinados de gas.

Un ejemplo para entender mejor cómo funciona el precio que pagamos de la luz es el siguiente. [2]

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

Teniendo en como precio del MWh los siguientes:

TABLA 1.2: Precio MWh [2]

Tecnología	Precio (€/MWh)
Nuclear	0
Solar	0
Eólica	0
Hidroeléctrica	20
Gas	35
Carbón	50

Todos los productos cobran el precio fijado por la última central que entra en el sistema, pagando toda la energía de esa hora al mismo precio de esta última central en entrar.

TABLA 1.3: Oferta/demanda [2]

Hora		1	2	3	4
Demanda (GW)		15	25	30	40
Ofertas (GW)	Nuclear	10	10	10	10
	Solar	0	5	10	0
	Eólica	5	9	5	0
	Hidroeléctrica	5	1	0	0
	Gas	10	10	10	25
	Carbón	10	10	10	5
Precio (€/MWh)		0	20	35	50

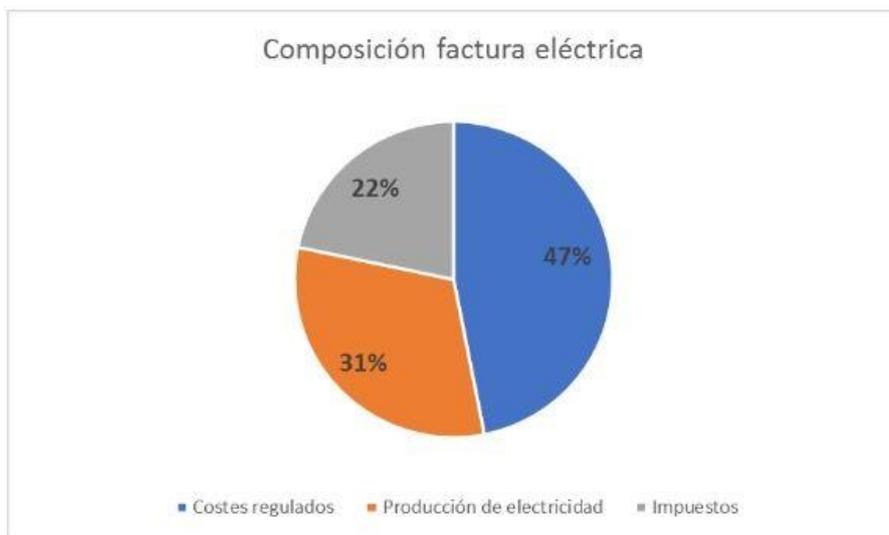
Como podemos ver en la tabla, hay horas en las cuales las renovables y las nucleares hacen que el precio se quede a cero, y otras horas en las que la hidráulica es quien marca el precio a pesar de aportar muy poca energía al sistema. Viendo también como cuando el gas o el carbón es cuando fija el precio a pagar, es cuando más caro se paga el MWh, pagando toda esa energía generada en esa hora a precio del carbón o gas.

1.6. COMPOSICIÓN DE LA FACTURA DE LA LUZ

El problema del precio de la factura de la luz es que no se fija solo en el mercado eléctrico, si no que está formada por multitud de variables, las cuales muchas son costes regulados por el gobierno y otras son directamente impuestos. Una factura eléctrica normal se compone por el término de potencia, energía, alquileres de equipos, impuesto de la electricidad y el IVA.

Por ello, a pesar de que el precio del mercado mayorista de la electricidad pueda llegar a ser cero o muy bajo durante muchas horas del año, no notamos una gran diferencia en nuestro precio de la factura de la luz mensual. Lo mismo pasa cuando ocurre al contrario y los precios del mercado son al alza.

El siguiente gráfico muestra la composición de la factura de la luz para un consumidor con una tarifa de tipo PVPC (Precio Voluntario Pequeño Consumidor).[2]



Gráfica 1.5: Composición factura eléctrica [2]

Podemos ver en el gráfico que solo un tercio del precio de la factura está relacionado con el mercado mayorista, siendo el resto del precio de la factura impuestos y costes regulados. Estos porcentajes pueden llegar a variar depende de la tarifa y la potencia contratada que tengamos.

Cada una de las tres partes que vemos en el gráfico, a su vez están subdivididas por distintas variables.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

1.6.1. Costes regulados

Dentro de los costes regulados encontramos:

- Distribución, transporte: son actividades reguladas en España. El encargado del transporte es el REE (Red Eléctrica Española)
- Renovables: a pesar de que las renovables si participan en el mercado eléctrico, las retribuciones específicas se pagan mediante la parte regulada de la factura de la luz.
- Interrumpibilidad: los grandes consumidores (las grandes industrias) cobran una cantidad para que sus instalaciones puedan ser sacadas del sistema en caso de que sea necesario, ya sea por criterios técnicos y/o económicos.
- Pagos por capacidad: son las ayudas a las centrales energéticas que actúan como respaldo al sistema. Suelen participar poco en el mercado.
- Operador Sistema/Operador Mercado: sirven para financiar la actividad del Operador del Sistema y la del Operador del Mercado.
- Moratoria nuclear: esta partida ya ha terminado de pagarse, pero durante varios años en España hemos estado pagando la construcción de varias centrales nucleares que nunca llegaron a entrar en operación por distintos motivos. [2]

1.6.2. Coste de energía

- Mercado mayorista OMIE: se incluye el precio que resulta del pool eléctrico, que se basa con el algoritmo EUPHEMIA.
- Servicios de ajuste REE: son todos los mecanismos que tiene el Operador de Sistema para conseguir el equilibrio entre generación consumo y que la electricidad sea transportada hasta todos nosotros. Las desviaciones que pueda haber entre la demanda prevista y la real también se tienen en cuenta aquí. [2]

1.6.3. Impuestos

- Tasa municipal: impuesto que sirve para pagar el uso del subsuelo municipal
- Impuesto eléctrico: se creó para financiar el carbón en España, pero ahora va a las comunidades autónomas. Se aplica a toda la factura de la luz y es un porcentaje aproximado del 5,11 %
- IVA: este impuesto se aplica sobre la base total incluyendo el impuesto eléctrico, y se paga un 21 % de IVA.

A todo esto, habría que añadirle también el margen de cada comercializadora, el alquiler de equipos de medida como el contador y otras partidas como el déficit de tarifa, la compensación de los sistemas o peninsulares, etc.

Resumiendo, lo importante es dejar claro que la factura de la luz que pagamos no es solo el precio que se fija por la electricidad en el mercado eléctrico, si no que tienen muchos más costes añadidos. Por lo que cuando escuchamos que el precio del kWh ha subido mucho o ha bajado demasiado en varios días, no tiene por qué verse muy reflejado luego en el precio que pagamos por la luz, ya que supone solo un tercio de lo que pagamos. [2]

1.7. TIPOS DE MERCADO ELÉCTRICO

En el pasado en España, el gobierno era el único que fijaba los precios y solo existía un único mercado regulado. Desde 1997 empezó un largo proceso de liberalización que se hizo efectivo en 2009. Desde entonces, los consumidores fueron libre de elegir entre más de 100 comercializadoras eléctricas para pagar su factura de la luz.

A pesar de esta liberalización, el mercado regulado aún existe. De 3 de los componentes que tiene una factura, tanto el mercado libre como el regulado comparten 2:

- Los peajes de acceso: los fija el gobierno y se utilizan para pagar lo que cuesta mantener la red eléctrica y el transporte de la energía.
- Los impuestos: el Impuesto Especial sobre la electricidad y el IVA.

Lo que realmente diferencia y separa estos dos mercados, es el precio que se cobra por la producción de electricidad. [8]

1.7.1. Mercado regulado

Esta es la tarifa PVPC (Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor), con un precio que cambia hora a hora y día a día según la oferta y la demanda, entre quienes generan la energía (compañía generadora) y quienes la venden al consumidor (comercializadora).

Esta curva de precios se aplica a la factura, se pagará más si se consume en las horas caras y se pagará menos si concentras el consumo de luz en las horas baratas. España es el único país en el que la tarifa regulada se traslada al consumidor directamente el precio de la energía del mercado diario.

La tarifa PVPC la pueden solicitar todos los consumidores con una potencia contratada no superior a los 10 kW, pero solamente la pueden ofrecer las comercializadoras de referencia.

En el mercado regulado el precio del kWh cambia de un día a otro.

La mayor ventaja y a su vez el mayor inconveniente es que el precio del kWh cambia cada día y hora, por lo que, el precio está sometido a la volatilidad del mercado eléctrico.

El precio también se ve afectado por las tendencias tanto al alza como a la baja, estas tendencias pueden producirse por cualquier factor externo (por ejemplo, el precio de las materias primas como el del gas natural o el del petróleo).

La tarifa regulada PVPC la venden solo algunas comercializadoras que no pueden vender energía en el mercado libre.

Solo pueden contratarse si tienes menos de 10kWh de potencia contratada.

1.7.2. Mercado libre

En este mercado se pueden encontrar tarifas de las más de 100 comercializadoras que existen en el mercado libre.

El precio en el mercado libre lo fija la empresa, que publicita y pone en el contrato, tal y como ocurre con otros servicios como las tarifas telefónicas.

Este tipo de mercado tiene una mayor tranquilidad al saber cuánto te va a costar cada kWh que consumas de antemano.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

En el mercado libre el precio del kWh es el que pone en tu contrato.

La principal ventaja del mercado libre es que es mucho más estable que el mercado regulado de cara al consumidor al saber ya de antemano el precio que vas a pagar por cada kWh consumido.

Hay que tener en cuenta también que las tarifas del mercado libre no permanecen fijas en el tiempo, sino que son revisadas periódicamente para incorporar costes regulatorios, actualizaciones del IPC y otras variables. [8]

1.8. TIPOLOGÍA DE TARIFAS

No todas las facturas de electricidad son iguales. En el mercado eléctrico existen mucha variedad de tarifas de luz para elegir. Teniendo que buscar cada consumidor la tarifa de electricidad que mejor se ajuste a las condiciones y necesidades de consumo eléctrico de cada uno.

Los principales tipos de tarifas de luz que existes son:

1.8.1. Tarifa plana

La tarifa plana de luz establece un precio único por kW que se mantiene intacto durante todo el día, sin importar la hora del día en la que se esté consumiendo la energía, por un periodo máximo de doce meses. Multiplicándose así el consumo eléctrico realizado (kWh totales consumidos) por el precio que se haya fijado en el contrato de dicha tarifa. Por lo que en la factura pagarás únicamente por la energía que has consumido, y al precio fijo que se haya establecido en el contrato, sin llegar a tener en cuenta las fluctuaciones que se produzcan en el mercado eléctrico.

Este tipo de tarifa es el más indicado para aquellos hogares en el cual el consumo energético es estable, pero que les cuesta mantener rutinas horarias de consumo al realizar tareas como poner la lavadora, cocinar, encender la calefacción, etc.

1.8.2. Tarifa discriminación horaria

Las tarifas con discriminación horaria son aquellas en las cuales el precio del kWh es más caro o barato dependiendo en que franja horaria se realiza el consumo energético. Esta tarifa se divide en 3 distintos periodos de energía y en 2 periodos de potencia.

Estos periodos son:

- Periodo de hora punta: franja horaria que pertenece a las horas diurnas cuando el precio de la luz es más caro
- Periodo de hora llano: franja horaria que pertenece a las horas diurnas cuando el precio de la luz es más barato
- Periodo de hora valle: franja horaria en la que el precio es más económico, correspondiente con las horas nocturnas, los fines de semana y los días festivos.

1.8.3. Tarifa personalizada por hora y día

Este tipo de tarifas se crearon para ajustarse a distintos hábitos de consumidores, pudiendo ser, por ejemplo, una tarifa de descuento de día, realizándose un descuento del 50 % entre las 10:00 y las 18:00, otra tarifa con descuento los fines de semana, etc.

[8]

2. ALCANCE Y OBJETIVOS

Entender el mercado eléctrico y el precio que pagamos en nuestras facturas de luz, es cada vez más complejo de comprender como funciona y saber que estamos pagando exactamente en nuestras facturas.

La gran cantidad de comercializadoras y distintos tipos de facturas dentro de cada comercializadora, hace que sea complejo escoger que tarifa de luz es más adecuada para nuestro consumo. También llegar a comprender la diferencia entre el mercado libre y el mercado regulado es de gran importancia a la hora de elegir una tarifa de un mercado u otro, ya que, según nuestras necesidades de nuestro consumo, nos podría convenir un mercado u otro, lo mismo con el tipo de tarifas con diferencia horaria o tarifa plana.

Todo esto para una persona que no haya leído o estudiado acerca del mercado eléctrico, puede llegar a resultar difícil como posicionarse sobre este tema, y que elegir.

2.1. ALCANCE

El alcance de este trabajo es la realización de una aplicación en Matlab con una interfaz sencilla e intuitiva para que la propia aplicación te calcule y te realice un informe comparativo de unas tarifas eléctricas a lo largo de un año entero. Recomendándote que tarifa es más adecuada para cada mes y para el año completo. Se espera que la aplicación sea una herramienta útil para los consumidores que buscan comprender mejor su gasto energético y tomar decisiones informadas sobre su consumo eléctrico.

La aplicación necesita ciertos datos como entrada para poder realizar estos cálculos e informe, estos datos son:

- La ruta del CSV del consumo del cual se desea realizar la comparativa y el cálculo.
- La potencia contratada.
- La ruta del CSV del mercado regulado del año del que se quiere realizar la comparativa.

La aplicación también da como opción poder añadir el usuario manualmente una tarifa del mercado libre, bien sea tarifa plana o tarifa de diferencia horaria. Por lo que el precio del kWh de la tarifa que se quiera añadir.

2.2. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

1. Investigar acerca del mercado eléctrico español:

- Analizar el mercado eléctrico español, incluyendo la estructura de tarifas del mercado libre y regulado y las políticas energéticas que afectan a los precios de la factura de luz.
- Estudiar las facturas de luz identificando los componentes que las forman (costes de energía, peajes, impuestos, etc.) y comprender cómo se calcula el precio de la factura de la luz y de donde sale ese precio.
- Explicar el proceso de la fijación del precio en el mercado eléctrico, desde la generación de la energía hasta el consumo final, incluyendo como influye la demanda,

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

la oferta, y el tipo de fuente de energía de donde se ha generado esa electricidad en el precio final.

-

2. Desarrollo de la aplicación:

- Diseñar y desarrollar una aplicación que permita introducir tus datos de consumo eléctrico y obtengas un desglose detallado del coste de cada tarifa para cada mes del año.

- Incorporar una función comparativa, permitiendo al consumidor visualizar como varían las facturas dependiendo de que tarifa eléctrica y que tipo de mercado tengan a lo largo del año.

- Permitir la opción de introducir manualmente una tarifa que queramos incluir en la comparativa.

Este trabajo no solo pretende el desarrollo de la aplicación para el análisis de facturas, sino también realizar una comprensión sobre el mercado eléctrico y sus implicaciones para el consumidor.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. AGENTES EN EL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

En la actualidad, las actividades del mercado eléctrico se dividen en cuatro fases y funcionan independientemente y separadas unas de otras, y cada agente se encarga de realizar una de esas actividades:

1. Productores de energía (mercado libre): son aquellas empresas encargadas de producir energía, pueden ser renovables o no renovable.
2. Transporte de la energía (mercado regulado): el transporte en la electricidad en España está regulado y gestionado por Red Eléctrica de España (REE), que es propietaria de todas las infraestructuras que hacen posible el transporte de la electricidad a muy alta tensión y en largas distancias, desde las centrales de producción hasta las subestaciones, como los hilos conductores, las torres eléctricas, etc.
3. Distribuidoras de energía (mercado regulado): son las encargadas de distribuirla energía eléctrica desde las subestaciones hasta los puntos de consumo, como hogares. También se encargan de tomar la medida de los puntos de suministro, como el contador de la vivienda. Existen muchas distribuidoras en España, a pesar de esto, la distribución en España está regulada, (los costes de distribución son establecidos por el gobierno) y este mercado está formado por un oligopolio con 5 distribuidoras principales, las cuales controlan el 90 % del mercado.



Cuadro 3.1: Distribuidoras de España [15]

4. Comercializadoras de energía (mercado libre): son intermediarios entre el cliente final y el resto de los agentes del mercado. Las comercializadoras compran la energía al operador del Mercado Ibérico Español y la venden al consumidor final, para ello tienen libertad de marcar el precio de sus tarifas (mientras que la CNMC se encarga de revisarlas).
5. Operador del Mercado Ibérico Español (OMIE): es el encargado de gestionar la compraventa de energía, las comercializadoras a las que compramos la energía son el

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

punto de encuentro entre comercializadoras y productores. Los precios son abiertos y transparentes a cualquier usuario. [7]

3.2. MERCADO LIBRE

En el mercado libre las diferentes compañías eléctricas ofrecen multitud de ofertas personalizadas para ajustarse mejor a las necesidades de cada consumidor. Permite elegir la tarifa que mejor se adapte a cada hábito del consumidor. Algunas de estas compañías eléctricas que ofrecen este tipo de tarifas pueden ser Plenitude, Repsol, Naturgy etc.

El precio que se fija en el mercado libre viene marcado un poco por cada compañía eléctrica, estando ya incluido los peajes y cargos en el precio dado por cada compañía, es decir, para calcular el precio final a pagar por una tarifa de mercado libre, habría que añadirle el impuesto de la electricidad y el IVA a ese precio dado en la tarifa. Este precio está dividido por término energía y término potencia.

TABLA 3.1: Mercado Libre [16]

LIBRE	REGULADO
El precio al que se paga la electricidad es el que fija la compañía contratada.	El precio de la luz es el PVPC ¹ y lo fija el Gobierno en función del mercado.
Precio fijo.	Precio variable: se fija a cada hora.
Las comercializadoras pueden ofrecer servicios extra.	Las comercializadoras no pueden ofrecer servicios extra.
Disponible para todo tipo de potencia.	Disponible para potencias menores de 10 kW.
Todas las comercializadoras pueden ofrecer tarifas.	Las comercializadoras tienen que cumplir ciertas condiciones para poder acceder a este mercado.
No pueden ofrecer el Bono Social ² .	Pueden ofrecer el Bono Social.

Algunas de las ventajas principales del mercado libre son:

- La posibilidad que te da de poder elegir la tarifa que mejor se adapte a tus necesidades.
- Hay mejores ofertas al haber mucha competencia entre comercializadoras.
- Contratando una tarifa del mercado libre no te tienes que preocupar por la variación del mercado durante el año.

Algunos de los inconvenientes del mercado libre son:

- No tendrías acceso al bono social
- Al haber una mayor competencia, tienes que investigar sobre todas las posibilidades que te ofrece el mercado libre y elegir la que mejor se ajuste a tus necesidades.
- Puedes tener un periodo de permanencia en algunas de las tarifas que puedas elegir. [8]

3.3. MERCADO REGULADO

El mercado regulado PVPC (Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor) es una tarifa regulada por el gobierno cuyo precio va cambiando cada hora del día en función del precio de la electricidad en el mercado mayorista de electricidad.

Existen 24 precios diferentes cada día según la oferta y la demanda de energía que haya en cada momento. Por lo que el consumidor con la tarifa PCPV pagará más o menos en su factura de electricidad en función de si consume más en las horas más baratas o en las más caras.

Además, el PVPC no permite contratar ningún tipo de servicio o producto adicional y sólo lo pueden solicitar consumidores domésticos que tengan una potencia contratada inferior a los 10 kWh.

Solo las grandes compañías eléctricas pueden ofrecer la tarifa regulada, a través de sus respectivas comercializadas de referencia. [5]

Comercializadora Libre		Comercializadora Regulada
	_____	 <small>comercializadora de referencia de endesa</small>
	_____	 <small>Grupo IBERDROLA</small>
	_____	 <small>Grupo Naturgy</small>
	_____	
	_____	 <small>Comercializadora de Referencia</small>
	_____	 <small>grupo chc</small>
	_____	 <small>comercializadora de referencia empresa de alumbrado eléctrico de Ceuta</small>
	_____	

Cuadro 3.2: Comercializadoras [19]

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

3.4. TARIFAS DE ACCESO

Son tarifas reguladas que los consumidores de electricidad en España deben pagar para cubrir los costes de transporte, distribución, y otros servicios relacionados. Estas tarifas son marcadas por el gobierno y la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), y se aplican a todos los consumidores, independientemente de la compañía comercializadora con la que se tenga el contrato.

3.4.1. Segmentos de las tarifas de acceso

los cargos asociados a los costes del sistema eléctrico han quedado establecidos en el Real Decreto 148/2021, de 9 de marzo [17], por el que se establece la metodología de cálculo de los cargos del sistema eléctrico.

Las tarifas de acceso están segmentadas según el tipo de consumidor, el nivel de tensión y la potencia contratada:

1. Tarifas de baja tensión (<1 kV)

- Tarifa 2.0TD (<15kW): esta tarifa es para consumidores con una potencia contratada menor a los 15 kW, es la tarifa más común en los hogares y pequeñas empresas.
- Tarifa 3.0TD (>15kW): para consumidores con potencias contratadas superiores a 15 kW.

2. Tarifas de alta tensión (>1 kV)

- 6.1TD,6.2TD,6.3TD,6.4TD: son tarifas para grandes consumidores, como industrias, grandes empresas etc. están segmentados por niveles de tensión.

TABLA 3.2: Tarifas de acceso [9]

Características del suministro	Peaje T&D	Segmentos tarifarios de cargos
Baja tensión ≤ 15kW	2.0 TD	1
Baja tensión > 15kW	3.0 TD	2
Alta tensión entre 1kV y 30kV	6.1 TD	3
Alta tensión entre 30kV y 72,5kV	6.2 TD	4
Alta tensión entre 72,5kV y 145kV	6.3 TD	5
Alta tensión > 145kV	6.4 TD	6

Todos los consumidores con peaje 2.0TD (que incluye los domésticos) pasan a tener discriminación horaria en 3 periodos en el término de energía de la parte regulada de la factura de luz (punta, llano y valle). En el término de potencia la discriminación es en dos periodos (valle y punta).

3.5. IMPUESTOS CARGOS Y PEAJES

En la Orden TED/113/2024, de 9 de febrero, se establecen los precios de los cargos del sistema eléctrico y se establecen diversos costes regulados del sistema eléctrico para el ejercicio 2024. [10]

En este año 2024, ha habido varios cambios normativos en la factura de la luz, los más conocidos y sonados son el IVA (Impuesto sobre el Valor Añadido), el cual actualmente es un 5 %, el otro impuesto más conocido es el IEE (Impuesto Especial sobre la Electricidad). Además de estos impuestos mencionados, existen muchos más los cuales pueden resultar menos conocidos, pero son esenciales a la hora de entender que es lo que pagamos en nuestra factura de la luz.

Dentro de la factura, podemos diferenciar dos apartados diferenciados, el término potencia y el término energía.

1. Dentro del término potencia encontramos:

- Peaje de acceso: Este peaje, también conocido como cargo por el uso de redes, está regulado por el gobierno que se aplica para cubrir los costes de las infraestructuras eléctricas necesarias para transportar la electricidad. Es un cargo fijo que depende de la potencia contratada por el consumidor, este término es independiente de cuanta energía se consuma, aumenta con la potencia contratada.
- Cargos por potencia: son los costes asociados a la cantidad de potencia contratada, son una parte fija de la factura.

TABLA 3.3: Cargo por potencia término potencia [10]

Segmento tarifario	Término de potencia de los cargos (euros/kW año)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
1	2,989915	0,192288				
2	3,715217	1,859231	1,350774	1,350774	1,350774	0,619203
3	3,856557	1,930027	1,402384	1,402384	1,402384	0,642759
4	2,264702	1,133557	0,823528	0,823528	0,823528	0,377450
5	1,813304	0,907425	0,659281	0,659281	0,659281	0,302217
6	0,887008	0,443874	0,322548	0,322548	0,322548	0,147835

TABLA 3.4: Cargo por potencia término energía [10]

Segmento tarifario	Término de energía de los cargos (euros/kWh)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
1	0,043893	0,008779	0,002195			
2	0,024469	0,018118	0,009788	0,004894	0,003137	0,001958
3	0,013305	0,009856	0,005322	0,002661	0,001706	0,001064
4	0,006243	0,004624	0,002497	0,001249	0,000800	0,000499
5	0,005117	0,003791	0,002047	0,001023	0,000656	0,000409
6	0,001944	0,001440	0,000778	0,000389	0,000249	0,000156

Los cargos por peajes en la Resolución de 21 de diciembre de 2023, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia [20], por la que se establecen los valores de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de electricidad de aplicación a partir del 1 de enero de 2024, en el caso de los cargos en la Orden TED/113/2024 [10], de 9 de febrero, por la que se establecen los precios de los cargos del sistema eléctrico y se establecen diversos costes regulados del sistema eléctrico para el ejercicio 2024.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

- Margen de comercialización: es la ganancia que las comercializadoras eléctricas obtienen por vender electricidad a los consumidores. Representa la diferencia entre el coste de adquirir la energía del mercado mayorista o a través de contratos en el que las comercializadoras venden al precio que venden dicha energía.

El margen de comercialización en el mercado regulado (PVPC) está regulado por el gobierno. Actualmente este margen fijo es de aproximadamente 4€/MWh y se aplica sobre el coste de la energía, peajes de acceso y otros costes regulados. El objetivo de este margen es que las comercializadoras de referencia que ofrecen el PVPC no obtengan beneficios excesivos y así, puedan competir de manera justa con las comercializadoras del mercado libre.

En el mercado libre, las comercializadoras tienen libertad de fijar sus propios márgenes de comercialización. Esto significa que el precio que pagas puede variar entre diferentes compañías. Las comercializadoras en el mercado libre pueden ofrecer tarifas fijas, tarifas con descuentos, tarifas indexadas al mercado mayorista, o tarifas con servicios adicionales, lo que también influye en su margen de comercialización.

2. Dentro del término energía encontramos:

- Peaje de acceso: igual que el peaje de acceso del término de potencia, pero en este caso para el término energía, el cual para su cálculo se multiplica por el consumo de energía, habiendo diferencia horaria entre la hora valle, punta y llana.

TABLA 3.5: Peaje de acceso [18]

PEAJE 2.0TD = SEGMENTO TARIFARIO DE CARGOS 1									
Potencia contratada	Periodos	Termino potencia				Termino energía			
		€/kW y año				€/kWh			
		Peaje de transporte y distribución ⁽¹⁾	Δ (%) ^(*)	Cargos ⁽²⁾	Δ (%) ^(**)	Peaje de transporte y distribución ⁽¹⁾	Δ (%) ^(*)	Cargos ⁽²⁾	Δ (%) ^(**)
Potencia \leq 15kW	P1	22,401746	0,04%	2,989915	0,00%	0,033081	13,69%	0,043893	0,00%
	P2	0,776564	-32,50%	0,192288	0,00%	0,019184	-3,08%	0,008779	0,00%
	P3	--		--		0,000557	-43,18%	0,002195	0,00%

TABLA 3.6: Peaje de acceso [18]

PEAJE 3.0TD = SEGMENTO TARIFARIO DE CARGOS 2									
Potencia contratada	Periodos	Termino potencia				Termino energía			
		€/kW y año				€/kWh			
		Peaje de transporte y distribución ⁽¹⁾	Δ (%) ^(*)	Cargos ⁽²⁾	Δ (%) ^(**)	Peaje de transporte y distribución ⁽¹⁾	Δ (%) ^(*)	Cargos ⁽²⁾	Δ (%) ^(**)
Potencia $>$ 15 kW	P1	11,997830	16,85%	3,715217	0,00%	0,023974	23,16%	0,024469	0,00%
	P2	7,687805	-23,43%	1,859231	0,00%	0,012820	-18,27%	0,018118	0,00%
	P3	3,307437	24,75%	1,350774	0,00%	0,007573	18,66%	0,009788	0,00%
	P4	2,791786	21,21%	1,350774	0,00%	0,005495	18,30%	0,004894	0,00%
	P5	0,934435	-32,38%	1,350774	0,00%	0,000424	2,91%	0,003137	0,00%
	P6	0,934435	-32,38%	0,619203	0,00%	0,000234	-43,20%	0,001958	0,00%

- Cargos de energía: es la parte de la factura eléctrica que corresponde al consumo de energía eléctrica en kWh. Es decir, es el coste que paga el usuario por la cantidad de electricidad que ha consumido durante un período de tiempo determinado, dividiéndose también en consumo en hora punta, llana y valle. Se calcula multiplicando el precio del kWh por la cantidad de kWh consumidos. Cuanta más electricidad se consuma, mayor será este cargo.

TABLA 3.7: Cargos de energía [10]

Segmento tarifario	Término de energía de los cargos (euros/kWh)					
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
1	0,043893	0,008779	0,002195			
2	0,024469	0,018118	0,009788	0,004894	0,003137	0,001958
3	0,013305	0,009856	0,005322	0,002661	0,001706	0,001064
4	0,006243	0,004624	0,002497	0,001249	0,000800	0,000499
5	0,005117	0,003791	0,002047	0,001023	0,000656	0,000409
6	0,001944	0,001440	0,000778	0,000389	0,000249	0,000156

3. IVA e impuesto de electricidad

- Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA)

Este impuesto se incluye en la factura de electricidad y varía según la legislación fiscal vigente.

En España la electricidad tiene un tipo de IVA reducido. En la actualidad, normalmente, el IVA aplicable a la electricidad es del 5 % para consumidores domésticos, aunque este puede variar en función los cambios legislativos. Las tarifas comerciales e industriales suelen tener el tipo general del 21 %.

El IVA se calcula sobre el coste total de la factura de electricidad, este coste total incluye:

Consumo de electricidad: la cantidad de energía consumida medida en kWh multiplicado por el precio por kWh.

Peajes y cargos regulados: Los costes asociados a la distribución, transporte y otros cargos regulados.

Margen de comercialización: El coste de energía proporcionada por la comercializadora.

El IVA se aplica a la suma de todos estos componentes.

En ciertos casos, se pueden aplicar tipos impositivos reducidos para ciertos consumidores como:

Consumidores vulnerables: tarifas eléctricas para consumidores con bajos ingresos o que reciben alguna asistencia social pueden beneficiarse de tipos reducidos de IVA.

Uso industrial o comercial: pueden aplicarse diferentes tipos de IVA para usos industriales o comerciales, con objetivo de intentar incrementar la competitividad entre empresas o la eficiencia energética.

Energías renovables: la electricidad generada a partir de fuentes renovables puede beneficiarse de tipos reducidos de IVA, para intentar fomentar el uso de energías limpias.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

- Impuesto de electricidad

El impuesto eléctrico es un tributo que se aplica al consumo de electricidad de tu factura eléctrica, y su finalidad es generar ingresos para el estado, y también para incentivar un uso más eficiente de la energía y reducir el impacto ambiental.

En España este impuesto está regulado según la Ley 38/1992, de Impuestos Esenciales. Se aplica a todos los consumidores de energía eléctrica y es un porcentaje del precio de la energía consumida sumado a los peajes de acceso.

Para calcular el impuesto de electricidad, se le debe multiplicar a la base imponible (coste de la energía consumida en kWh + los peajes de acceso) por el tipo impositivo, que actualmente en 2024 este impuesto ha subido de 0,5 % hasta el 5,11 %.

4. METODOLOGÍA

4.1. DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO REAL QUE SE VA A UTILIZAR PARA ANALIZAR

El estudio se basa en un caso real, el consumo eléctrico utilizado es el consumo de una vivienda con 5 kW de potencia contratada con un tipo de tarifa 2.0TD y con el consumo anual utilizado en dicha vivienda en el año 2023.

Para obtener este consumo, es necesario entrar en la página de Viesgo, y con el código unificado de punto de suministro (CUPS) y la clave necesaria, ingresándolo en la página podrás encontrar los consumos de la fecha requerida.

Este consumo se puede descargar en formato CSV y en formato Excel. El formato que se ha utilizado para el ejemplo viene ordenador de la siguiente forma:

TABLA 4.1: Formato CSV del consumo

	A	B	C	D
1	HORA	FECHA	CONSUMO_KWH	
2	1	01/01/2023	0.247	
3	2	01/01/2023	0.618	
4	3	01/01/2023	0.895	
5	4	01/01/2023	0.2	
6	5	01/01/2023	0.2	
7	6	01/01/2023	0.26	
8	7	01/01/2023	0.207	
9	8	01/01/2023	0.205	
10	9	01/01/2023	0.252	
11	10	01/01/2023	0.585	
12	11	01/01/2023	0.701	
13	12	01/01/2023	1.081	
14	13	01/01/2023	0.923	
15	14	01/01/2023	1.138	
16	15	01/01/2023	1.467	
17	16	01/01/2023	0.677	
18	17	01/01/2023	0.887	
19	18	01/01/2023	0.487	
20	19	01/01/2023	0.463	

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

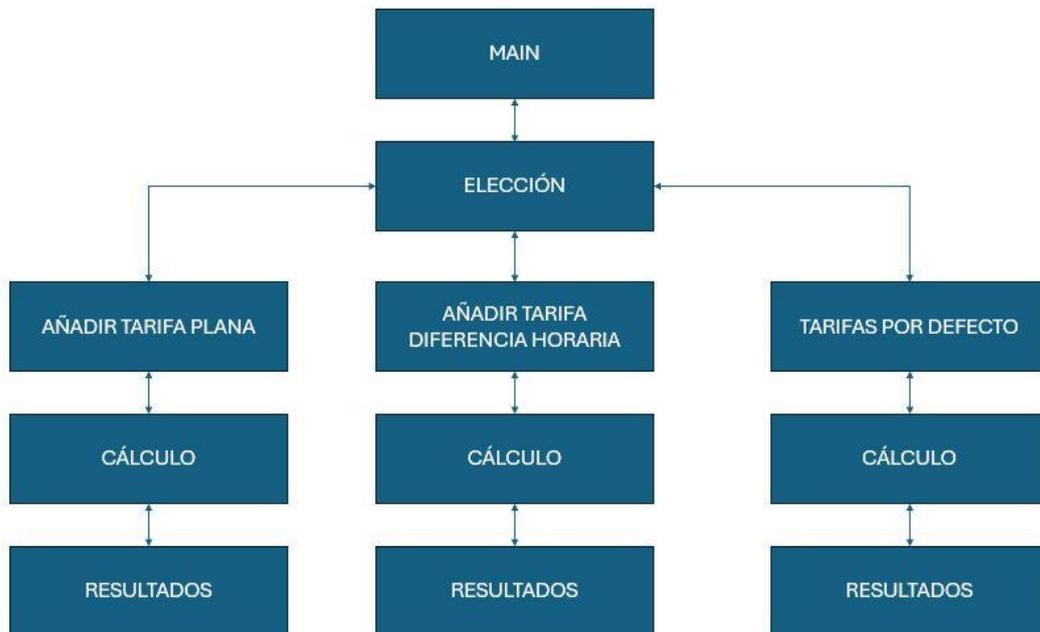
4.2. DISEÑO DE UNA APLICACIÓN EN MATLAB CON INTERFACE PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DE LAS FACTURAS ELÉCTRICAS

Para el cálculo del análisis de las distintas tarifas eléctricas, se ha realizado una interface a través de MATLAB App desing, programa que permite la creación de apps de carácter profesional, con la ventaja de poder crearla las apps de forma muy intuitiva y sencilla sin necesidad de ser profesional.

MATLAB App desing permite realizar las tareas esenciales en la creación de aplicaciones, la organización de los componentes que forman la interfaz (botones, inputs de texto, gracias etc.) y la programación de los propios componentes para determinar la función de estos.

La aplicación que se va a diseñar es para tipologías de Tarifas 2.0TD (Tabla 3.2), es decir, para instalaciones con potencias contratadas inferiores a 15 kW, normalmente viviendas.

La aplicación realizada ConsumoApp, está formada por una serie de ventanas las cuales tienen la siguiente estructura:



Cuadro 4.1: Diagrama de flujo de las ventanas de la app

La aplicación consta de una ventana de inicio, la cual muestra dos opciones, la de comenzar y la de salir, si se elige la opción de comenzar pulsando el botón, te dirige a otra ventana en la que se debe seleccionar si deseas añadir una tarifa de forma manual o si eliges las tarifas que vienen incluidas en la aplicación de forma predeterminada, si deseas introducir una tarifa de forma manual, tienes dos opciones dentro de las tarifas del mercado libre, o bien tarifa plana o de diferencia horaria, en ambas opciones el cálculo es anual. En el caso de que se elija con las tarifas predeterminadas, podemos hacer un cálculo mensual o anual. Una vez se muestran los resultados, se generará en nuestra carpeta donde tengamos la app, un informe comparativo anual de las distintas tarifas, ya sean las ya incluidas desde un inicio o la que hayamos introducido nosotros manualmente. Ese informe estará compuesto por un txt el cual te indica en que mes te conviene más una tarifa u otra, y cuanto pagarías anualmente con cada tarifa, también se generarán dos gráficas comparativas tanto de tu consumo anual como de los precios de cada tarifa seleccionada para cada mes del año.

En todas las ventanas existe la opción de retroceder a la anterior ventana gracias a la función del botón (atrás) que está situado en la zona inferior izquierda de cada ventana.



Cuadro 4.2: Botón atrás

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

4.2.1. Ventana Main

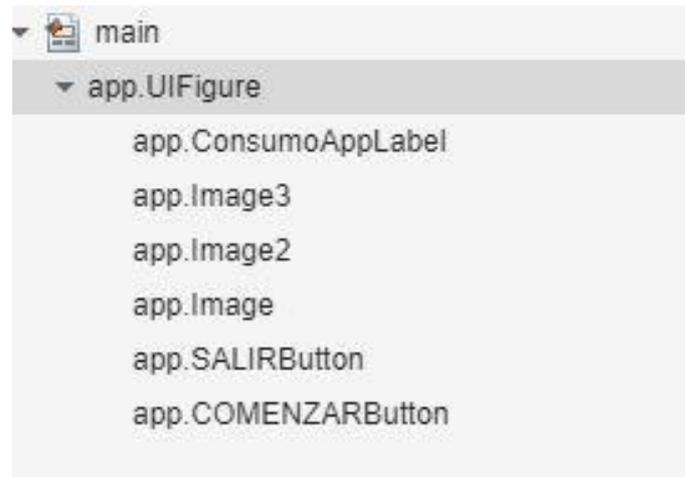
Es la primera ventana mostrada al iniciar la aplicación, consta de dos botones, tres imágenes y un título. Las imágenes son el escudo de la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía de Cantabria, situado arriba a la derecha. El logo de arriba a la izquierda es el logo de la Universidad de Cantabria. Por último, el logo situado en el centro corresponde con el logo del diseño para la aplicación. Los dos botones, el de comenzar llama a la ventana de selección de cálculo de las tarifas, y el de salir, cierra la ventana de inicio (Main) cerrando así la aplicación.



Cuadro 4.3: Ventana Main

Los componentes antes mencionados (botones e imágenes) dentro del app desing se denominan como variable, viéndose en la Figura 4.4. Main hace referencia a la ventana del inicio de la aplicación. AppUIFigure hace referencia a la interfaz donde están situados los demás componentes. App.ConsumoAppLabel hace referencia al título del nombre de la aplicación. App.image corresponde con la imagen del centro de la interfaz, la del diseño de la aplicación, app.image2 corresponde con el logo de la Universidad de Cantabria y app.image3 con el logo de la escuela.

App.SALIRbutton es el botón de salir de la aplicación y app.COMENZARbutton es el botón de comenzar la aplicación.



Cuadro 4.4: Componentes ventana Main

App desing genera automáticamente código que define las características de cada componente que se introduce en la ventana. Este código define la posición, el color etc, de cada componente.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

```
% Component initialization
methods (Access = private)

% Create UIFigure and components
function createComponents(app)

    % Get the file path for locating images
    pathToMLAPP = fileparts(mfilename('fullpath'));

    % Create UIFigure and hide until all components are created
    app.UIFigure = uifigure('Visible', 'off');
    app.UIFigure.Position = [100 100 640 480];
    app.UIFigure.Name = 'MATLAB App';

    % Create COMENZARButton
    app.COMENZARButton = uibutton(app.UIFigure, 'push');
    app.COMENZARButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app, @COMENZARButtonPushed, true);
    app.COMENZARButton.Position = [109 86 110 38];
    app.COMENZARButton.Text = 'COMENZAR';

    % Create SALIRButton
    app.SALIRButton = uibutton(app.UIFigure, 'push');
    app.SALIRButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app, @SALIRButtonPushed, true);
    app.SALIRButton.Position = [393 86 114 38];
    app.SALIRButton.Text = 'SALIR';

    % Create Image
    app.Image = uiimage(app.UIFigure);
    app.Image.Position = [199 193 221 185];
    app.Image.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'Luz.jpg');

    % Create Image2
    app.Image2 = uiimage(app.UIFigure);
    app.Image2.Position = [56 355 100 100];
    app.Image2.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'University-of-Cantabria.png');

    % Create Image3
    app.Image3 = uiimage(app.UIFigure);
    app.Image3.Position = [487 355 100 100];
    app.Image3.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'Escudo.png');

    % Create ConsumoAppLabel
    app.ConsumoAppLabel = uilabel(app.UIFigure);
    app.ConsumoAppLabel.FontSize = 18;
    app.ConsumoAppLabel.FontWeight = 'bold';
    app.ConsumoAppLabel.Position = [244 160 132 34];
    app.ConsumoAppLabel.Text = 'Consumo App';

    % Show the figure after all components are created
    app.UIFigure.Visible = 'on';
```

Cuadro 4.5: Ejemplo del código generado por app desing

La ventana de inicio (Main) está formada por dos funciones callback, que son ejecutadas como respuesta a la interacción con algún elemento de la ventana. El código contiene dos funciones callback, una para el botón comenzar y otro para el botón salir.

```
17 % Button pushed function: SALIRButton
18 function SALIRButtonPushed(app, event)
19     delete(app.UIFigure); % Cierra la aplicación
20 end
21
22 % Button pushed function: COMENZARButton
23 function COMENZARButtonPushed(app, event)
24     % Aquí puedes añadir más lógica, como abrir una nueva ventana o iniciar un proceso
25     seleccion;
26     delete(app)
27 end
```

Cuadro 4.6: Funciones callback de la ventana Main

En la línea 18 encontramos la función SALIRButton, que es el callback del botón salir, elimina la ventana de inicio (Main) y cerraría la aplicación.

En la línea 23 encontramos la función COMENZARButton, que es el callback del botón comenzar, esta función llama a la ventana selección, que es la siguiente ventana de la aplicación, que en esa ventana se selecciona el tipo de cálculo que quieres realizar.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

4.2.2. Ventana selección



Cuadro 4.7: Ventana selección

La ventana selección, consta de los dos logos anteriormente ya mencionados y vistos, estos logos con comunes en todas las ventanas de la aplicación. Encontramos en la parte central un título que pregunta si se desea añadir de forma manual una tarifa eléctrica. Esa selección de si queremos o no añadir una tarifa, se realiza mediante 3 botones, Añadir tarifa plana, Añadir tarifa de diferencia horaria y calcularlo con tarifas por defecto (sería la opción sin añadir ninguna tarifa manualmente). Por último, encontramos otro botón Atrás, el cual funciona igual que el botón Atrás de la anterior ventana, este botón también es común en todas las ventanas de la aplicación.



Cuadro 4.8: Componentes de la ventana selección

Los logos mencionados anteriormente están almacenados con las mismas variables que en la anterior ventana, `app.image2` (el logo de la universidad) `app.image3` (logo de la escuela de minas). El botón Atrás `app.AtrsButton`. Los 3 botones de selección `app.AñadirtarifadediferenciahorariaButton`, `app.AñadirtarifaplanaButton` y `app.CalcularconlastarifaspordefectoButton`. Y por último el componente del título de la ventana `app.DeseaaadiralgunatarifadeformamaneualLabel`.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

Cada botón tiene asignado una función callback, tal y como podemos ver en la Figura 4.9.

```
18 % Button pushed function: AtrsButton
19 function AtrsButtonPushed(app, event)
20
21     main
22     delete(app)
23 end
24
25 % Button pushed function: CalcularloconlastarifaspordefectoButton
26 function CalcularloconlastarifaspordefectoButtonPushed(app, event)
27     TarifasAnual
28     delete(app)
29 end
30
31 % Button pushed function: AadirtarifaplanaButton
32 function AadirtarifaplanaButtonPushed(app, event)
33
34     SumarTarifaPlana
35     delete(app)
36 end
37
38 % Button pushed function: AadirtarifadediferenciahorariaButton
39 function AadirtarifadediferenciahorariaButtonPushed(app, event)
40     SumarTarifaHoraria
41     delete(app)
42 end
```

Cuadro 4.9: Funciones callback de la ventana selección

En la línea 19 encontramos la función `AtrsButtonPushed` la cual llama a la ventana `main`, que es la ventana del inicio (Main). Las funciones `CalcularloconlastarifaspordefectoButtonPushed`, `AadirtarifaplanaButtonPushed`, `AadirtarifadediferenciahorariaButtonPushed`, llaman a las ventanas correspondientes para el cálculo elegido, es decir, para el cálculo con tarifa añadida manual mente ya sea tarifa plana o de diferencia horaria, o para el cálculo con las tarifas que vienen por defecto en la aplicación.

4.2.3. Ventana TarifasAnual

Meses	Tarifa Plenitude (€)	Tarifa Repsol (€)	Tarifa mercado regulado (€)

Csv del consumo
 Csv del mercado regulado
 Dime tu Potencia contratada

Cuadro 4.10: Ventana TarifaAnual

Esta ventana se compone de los mismos logos que en las ventanas anteriores con las mismas variables que en la anterior ventana, app.image2 (el logo de la universidad) app.image3 (logo de la escuela de minas). El botón Atrás app.AtrsButton.

En esta ventana encontramos nuevas funciones como la de los dos botones examinar, para seleccionar el CSV que queremos leer, dos campos de texto que guardan la ruta del CSV seleccionado en el botón examinar, un campo numérico para introducir la potencia contratada del usuario, una tabla para representar los valores calculados y por último el botón calcular precio tarifas, que es el que ejecuta la acción para el cálculo de las tarifas.

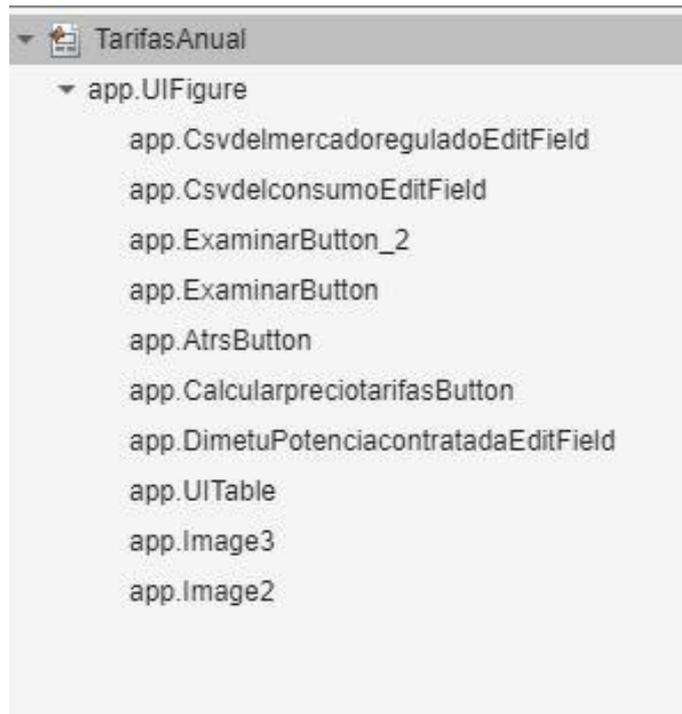
Los botones Examinar que permiten seleccionar el CSV necesario para leer los consumos y los precios del mercado regulado, vienen definidos por las variables app.ExaminarButton y app.ExaminarButton_2.

Los campos de texto que guardan la ruta del CSV seleccionado previamente en los botones Examinar, vienen definidos por las variables app.CsvdelconsumoEditField y app.CsvdelmercadoreguladoEditField.

El campo numérico en el cual introduces la potencia contratada viene definido por la variable app.DimetuPotenciacontratadaEditField.

Por último, la tabla donde aparecen los resultados de los datos de los precios de las tarifas por cada mes calculados al presionar el botón Calcular precio tarifa. Esta tabla está definida por la variable app.UITable.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO



Cuadro 4.11: Componentes de la ventana TarifaAnual

En la línea 25 encontramos la función callback del botón Atrás que te devuelve a la ventana anterior, es decir, a la ventana Selección.

```
25 function AtrsButtonPushed(app, event)
26     seleccion
27     delete(app)
28 end
```

Cuadro 4.12: Función callback Atrás de la ventana TarifaAnual

Entre las líneas 60-77 y 81-100, tenemos el código de las funciones callback de los botones examinar, ambos funcionan de forma similar, permitiendo al usuario poder seleccionar el CSV que se quiera leer, esta acción se realiza al interactuar con el botón examinar. Esa ruta del CSV seleccionado se queda guardada en los cuadros de texto antes explicados, `app.CsvdelconsumoEditField.Value` y `app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value` los cuales podemos ver en la figura 4.10, siendo el primer botón de examinar para seleccionar el CSV del consumo del usuario y el segundo botón examinar para seleccionar el CSV del precio por hora anual del mercado regulado.

```

326 % Button pushed function: ExaminarButton
327 function ExaminarButtonPushed(app, event)
328 % Abrir un cuadro de diálogo para seleccionar un archivo CSV
329 [file, path] = uigetfile('*.csv', 'Selecciona el archivo CSV de consumo');
330
331 % Verificar si el usuario seleccionó un archivo o canceló
332 if isequal(file, 0)
333 % El usuario canceló la selección
334 disp('Selección de archivo cancelada');
335 else
336 % El usuario seleccionó un archivo
337 selectedFile = fullfile(path, file);
338 disp(['Archivo CSV de consumo seleccionado: ', selectedFile]);
339
340
341
342 % Opcional: actualizar un campo de texto en la app para mostrar la ruta
343 app.CsvdelconsumoEditField.Value = selectedFile;
344 end
345 end
346
347 % Button pushed function: ExaminarButton_2
348 function ExaminarButton_2Pushed(app, event)
349 % Abrir un cuadro de diálogo para seleccionar un archivo CSV
350 [file, path] = uigetfile('*.csv', 'Selecciona el archivo CSV de consumo');
351
352 % Verificar si el usuario seleccionó un archivo o canceló
353 if isequal(file, 0)
354 % El usuario canceló la selección
355 disp('Selección de archivo cancelada');
356 else
357 % El usuario seleccionó un archivo
358 selectedFile = fullfile(path, file);
359 disp(['Archivo CSV de consumo seleccionado: ', selectedFile]);
360
361
362 % Guardar la ruta del archivo en la propiedad de la app
363 %app.SelectedCSVFile2 = selectedFile;
364
365 % Opcional: actualizar un campo de texto en la app para mostrar la ruta
366 app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value = selectedFile;
367 end

```

Cuadro 4.13: Funciones callback de los botones examinar de la ventana TarifaAnual

```

31 function CalcularpreciotarifasButtonPushed(app, event)
32
33 PotCon = app.DimetuPotenciacontratadaEditField.Value;
34
35 % Obtener las rutas de los archivos CSV desde los campos de texto
36 nameFile = app.CsvdelconsumoEditField.Value; % Ruta del primer archivo CSV
37 nameFile2 = app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value; % Ruta del segundo archivo CSV
38
39 % Ejecutar el cálculo de los precios
40 try
41 [PreciosMes, KwTotalesMes, datos] = CalculosAnuales(PotCon, nameFile, nameFile2);
42
43 % Redondear los valores de PreciosMes a 2 decimales
44 PreciosMes = round(PreciosMes, 2);
45 PreciosMes2=string(PreciosMes);
46
47 % Crear una tabla con los datos de PreciosMes
48 meses = {'Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', ...
49 'Julio', 'Agosto', 'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre', 'Diciembre'};
50 T = table(meses, PreciosMes2(:,1), PreciosMes2(:,2), PreciosMes2(:,3), ...
51 'VariableNames', {'Mes', 'Plenitude', 'Repsol', 'Mercado Regulado'});
52
53 % Mostrar los resultados en la UITable
54 app.UITable.Data = T;
55
56 end
57

```

Cuadro 4.14: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

En esta figura (4.14) vemos la función callback del botón Calcular precio tarifa, en la línea de código 44-45, se redondea para que los valores de los costes de las tarifas tengan 2 decimales y además que se muestren solo esos dos decimales.

En la función callback se llama a una función de un programa .m hecho con MATLAB, esa función es `CalculosAnuales`. Esta función tiene 3 elementos de entrada, `PotCon`, `nameFile` y `nameFile2`. Y devuelve 2 elementos de salida `PreciosMes` y `KwTotalesMes`.

Elementos de entrada:

- `PotCon`: En la línea de código 33 tenemos `PotCon`, es la potencia contratada del usuario introducida en el campo numérico que podemos ver en la figura 4.10 `app.DimetuPotenciacontratadaEditField.value`, que es el campo numérico anteriormente explicado y que podemos observar en la figura 4.10. Es elemento de entrada es necesario para realizar los cálculos en la función `CalculosAnuales`.

- `nameFile`: En la línea de código 36 tenemos `nameFile`, es la ruta del CSV previamente seleccionado con el botón examinar, esta ruta de CSV es concretamente la del CSV del consumo del usuario, esta ruta queda guardada una vez interactuamos con el botón Examinar en `app.CsvdelconsumoEditFiled.Value`, podemos ver en la figura 4.14 como `nameFile` es el texto del campo de texto de `CsvdelconsumoEditFiled.Value`, es decir, la ruta de CSV seleccionada.

- `nameFile2`: En la línea de código 37 tenemos `nameFile2`, funciona de la misma forma que `nameFile`, solo que esta es para la ruta del csv del precio de la tarifa regulada, esta ruta queda guardada en `app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value`, el cual queda guardado al presionar el botón Examinar como hemos explicado anteriormente. Por lo que `nameFile2` corresponde al texto guardado en `app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value` y corresponde con la ruta del csv seleccionado (CSV del precio del mercado regulado).

Elementos de salida:

- `PreciosMes`: corresponde con los valores de los precios de la factura de cada tarifa por cada mes del año, es decir, los precios a pagar en cada tarifa. Siendo una matriz 12x3 en este caso, ya que las tarifa que incluye por defecto la aplicación son 3 tarifas, (Tarifa de plentitude, tarifa de Repsol y la tarifa del mercado regulado).

- `KwTotalesMes`: son los precios por kWh de cada tarifa, los cuales no son necesarios para la ventana `TarifaAnual`, pero si son necesarios para los cálculos dentro de la función del programa .m `CalculosAnuales`.

En la línea de código 44 de la figura 4.14, el código redondea los valores de los precios de las tarifas (`PreciosMes`) a dos cifras decimales.

Desde la línea 47 hasta la línea 50, encontramos el código para nombrar los nombres de los meses en la tabla y también introduce los precios de las 3 tarifas. La tabla corresponde con la vista en la figura 4.10 que corresponde con `app.UITable.Data`.

```

71 totalAnual = sum(PreciosMes); % Precio total anual por tarifa
72 % Identificar el mes con mayor y menor consumo
73 % Extraer el mes de la fecha y agregarlo a la tabla
74 datos.Mes = month(datos.Fecha);
75 consumoMensual = varfun(@sum, datos, 'InputVariables', 'ConsumoKWh', 'GroupingVariables', 'Mes');
76
77 [consumoMax, mesMayorConsumo] = max(consumoMensual.sum_ConsumoKWh);
78 [consumoMin, mesMenorConsumo] = min(consumoMensual.sum_ConsumoKWh);
79 [~, mesMayorConsumo] = max(sum(KwTotalesMes, 2)); % Mes con mayor consumo
80 [~, mesMenorConsumo] = min(sum(KwTotalesMes, 2)); % Mes con menor consumo
81
82 % Identificar la tarifa más económica para cada mes
83 tarifas = {'Plenitude', 'Repsol', 'Mercado Regulado'};
84 [~, mejorTarifa] = min(PreciosMes, [], 2);
85
86 import mlreportgen.report.*
87 import mlreportgen.dom.*
88
89 % Crear un nuevo reporte
90 rpt = Report('Comparativa_Anual_Tarifas', 'pdf');
91 open(rpt);
92
93 % Añadir título
94 titlePara = Paragraph('Reporte de Resultados');
95 titlePara.Bold = true;
96 titlePara.FontSize = '18pt';
97 add(rpt, titlePara);
98
99 % Añadir una sección introductoria
100 intro = Paragraph('Este reporte muestra la comparativa mediante gráficas de nuestro consumo eléctrico y tarifas seleccionadas.');
```

Cuadro 4.15: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual

Además de lo explicado en el código de la figura (4.15), el botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual, también genera un PDF comparativo Comparativa_Anual_Tarifas. En las líneas de código 71-84 se realizan cálculos que serán posteriormente utilizados para la generación de las gráficas. De la misma forma, el código de la figura (4.16) también realiza cálculos que son necesarios para la generación de las gráficas, teniendo así calculado los meses con mayor y menor consumo además de las horas con mayor consumo para conocer si es necesario una tarifa nocturna o diurna. En las líneas de código 124-134 se escribe sobre el PDF los días de la semana y la hora del día con mayor y menos consumo.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

```
108 % Crear gráficos
109 horas = datos.Horas; % Columna de las horas del día (1 a 24)
110 consumo = datos.ConsumoKwh; % Columna del consumo en kWh
111 % Calcular el consumo total por hora del día (sumando todos los días)
112
113
114 consumo_por_hora = zeros(24, 1);
115 for i = 1:24
116     consumo_por_hora(i) = sum(consumo(horas == i));
117 end
118 % Calcular el consumo total anual
119 consumo_total = sum(consumo_por_hora);
120 % Calcular el porcentaje del consumo por hora
121 porcentaje_consumo_por_hora = (consumo_por_hora / consumo_total) * 100;
122
123
124 [~, horaMayorConsumo] = max(consumo_por_hora);
125 if horaMayorConsumo >= 7 && horaMayorConsumo <= 18
126     recomendacionTarifa = 'sería recomendable una tarifa diurna.';
127     texto = sprintf('La hora del día con mayor consumo es %d:00, por lo que es %s', horaMayorConsumo - 1, recomendacionTarifa);
128
129 % Añadir el párrafo al reporte
130 add(rpt, Paragraph(texto));
131 else
132     recomendacionTarifa = 'sería recomendable una tarifa nocturna.';
133
134     texto = sprintf('La hora del día con mayor consumo es %d:00, por lo que %s', horaMayorConsumo - 1, recomendacionTarifa);
135
136 % Añadir el párrafo al reporte
137 add(rpt, Paragraph(texto));
138 end
139
```

Cuadro 4.16: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual

En la figura (4.17) encontramos el código que genera la primera gráfica del PDF, el cual se adjunta al final del apartado 5 (Resultados de comparativa).

Esta gráfica representa el consumo en cada hora del día en porcentaje anual del año calculado.

```
150 fig1=figure('Visible', 'off');
151 bar(1:24, porcentaje_consumo_por_hora, 'b');
152 set(fig1, 'Position', [100, 100, 600, 270]); % Ajustar el tamaño de la figura
153 xlabel('Horas del día');
154 ylabel('Porcentaje de Consumo (%)');
155 % Asegurar que todas las etiquetas del eje X sean visibles y horizontales
156 set(gca, 'XTick', 1:24); % Configurar las etiquetas del eje X para que muestre cada número del 1 al 24
157 set(gca, 'XTickLabelRotation', 0); % Mantener las etiquetas en sentido horizontal
158 set(gca, 'FontSize', 10); % Ajustar el tamaño de la fuente para que sea más legible
159 title('Consumo Total por Hora del Día a lo largo del Año');
160 grid on;
161 saveas(gcf, 'consumo_por_hora.png');
162 imgFileName1='consumo_por_hora.png';
163 saveas(fig1, imgFileName1);
164 % Insertar gráfico de la función coseno en el reporte
165 add(rpt, Paragraph('La hora del día con mayor consumo es %d:00, por lo que %s', horaMayorConsumo - 1, recomendacionTarifa));
166 add(rpt, Paragraph('Gráfico del consumo en cada hora del día representado en porcentaje anual:'));
167 img1 = Image(imgFileName1);
168 img1.Width = '5in';
169 img1.Height = [];
170 add(rpt, img1);
```

Cuadro 4.17: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual

En la figura (4.18) encontramos el código que genera la segunda gráfica, la cual también se puede ver en el PDF adjunto al final del apartado 5 (Resultados de comparativa). Esta gráfica muestra el consumo diario semanal porcentaje anual, pudiendo ver así el día de la semana en el que se consuma más.

```

196 fig2=figure('Visible', 'off');
197 bar(porcentaje_consumo_por_dia, 'b');
198 set(fig2, 'Position', [80, 80, 380, 240]); % Ajustar el tamaño de la figura
199 set(gca, 'XTickLabel', {'Domingo', 'Lunes', 'Martes', 'Miércoles', 'Jueves', 'Viernes', 'Sábado'});
200 xlabel('Día de la Semana');
201 ylabel('Porcentaje de Consumo (%)');
202 title('Porcentaje de Consumo Total por Día de la Semana');
203 grid on;
204 % Guardar la gráfica como imagen
205 add(rpt, Paragraph('Con los siguientes datos y con la gráfica comparativa se puede analizar si sería interesante una tarifa para fines de semana:'));
206 dias_semana_texto = {'Domingo', 'Lunes', 'Martes', 'Miércoles', 'Jueves', 'Viernes', 'Sábado'};
207 texto = sprintf('Día con mayor consumo: %s', dias_semana_texto{diaMayorConsumo});
208 add(rpt, Paragraph(texto));
209 texto = sprintf('Día con menor consumo: %s', dias_semana_texto{diaMenorConsumo});
210 add(rpt, Paragraph(texto));
211 saveas(gcf, 'consumo_por_dia_semana.png');
212 imgFileName2='consumo_por_dia_semana.png';
213 saveas(fig2, imgFileName2);
214 % Insertar gráfico de la función coseno en el reporte
215 add(rpt, Paragraph('Gráfico del consumo diaria semanal en porcentaje anual:'));
216 img2 = Image(imgFileName2);
217 img2.Width = '5in';
218 img2.Height = [];
219 add(rpt, img2);

```

Cuadro 4.18: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual

La figura (4.19), muestra el código que genera la tercera gráfica del PDF, este gráfico le podemos ver en el PDF adjunto al final del apartado 5 (Resultados de comparativa). En las líneas de código 247-248 se escribe sobre el PDF el mes con mayor y menor consumo.

```

223 % Crear gráfico de barras con el consumo de cada mes
224 fig3 = figure('Visible', 'off');
225 datos.Mes = month(datos.Fecha);
226 % Agrupar los datos por mes y calcular el consumo total para cada mes
227 %consumoMensual = varfun(@sum, datos, 'InputVariables', 'ConsumoKwh', 'GroupingVariables', 'Mes');
228 bar(consumoMensual.Mes, consumoMensual.sum_ConsumoKwh);
229 [m, mesMayorConsumo] = max(sum(KwTotalesMes, 2)); % Mes con mayor consumo
230 [n, mesMenorConsumo] = min(sum(KwTotalesMes, 2)); % Mes con menor consumo
231 set(fig3, 'Position', [100, 100, 400, 300]); % Ajustar el tamaño de la figura
232 xlabel('Mes');
233 ylabel('Consumo Total (Kwh)');
234 title('Consumo de Energía Total por Mes');
235 xticks(1:12); % Asegurarse de que los meses se muestren como 1, 2, ..., 12
236 xticklabels({'Ene', 'Feb', 'Mar', 'Abr', 'May', 'Jun', 'Jul', 'Ago', 'Sep', 'Oct', 'Nov', 'Dic'});
237 grid on;
238 % Guardar el gráfico como una imagen
239 imgFileName3 = 'Consumo_Mensual.png';
240 saveas(fig3, imgFileName3);
241 close(fig3);
242 % Determinar los nombres de los meses con mayor y menor consumo
243 meses = {'Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre', 'Diciembre'};
244 nombreMesMayorConsumo = meses{mesMayorConsumo};
245 nombreMesMenorConsumo = meses{mesMenorConsumo};
246 % Escribir el mes con mayor y menor consumo en el reporte
247 add(rpt, Paragraph(sprintf('El mes con mayor consumo es %s con un total de %.2f Kwh.', nombreMesMayorConsumo, consumoMensual.sum_ConsumoKwh(mesMayorConsumo))));
248 add(rpt, Paragraph(sprintf('El mes con menor consumo es %s con un total de %.2f Kwh.', nombreMesMenorConsumo, consumoMensual.sum_ConsumoKwh(mesMenorConsumo))));
249 % Insertar gráfico de la función coseno en el reporte
250 add(rpt, Paragraph('Gráfico del consumo total en cada mes del año:'));
251 img3 = Image(imgFileName3);
252 img3.Width = '5in';
253 img3.Height = [];
254 add(rpt, img3);
255
256
257 % Agregar un salto de página
258 add(rpt, PageBreak);

```

Cuadro 4.19: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

En la figura (4.20), vemos el código para la generación de la cuarta gráfica, que se puede observar en el PDF adjunto al final del apartado 5 (Resultados de comparativa). Esta gráfica es una comparativa mensual con los distintos precios de las tarifas seleccionadas. En las líneas de código 275-279, se escribe en el PDF que tarifa es más económica durante el año y se muestra su coste. También escribe que tarifa es más económica en cada mes del año.

```
266 fig4 = figure('Visible', 'off');
267 bar(PreciosMes, 'grouped'); % Agrupar las barras por mes
268 set(gca, 'XTickLabel', meses, 'XTick', 1:numel(meses), 'XTickLabelRotation', 45);
269 set(fig4, 'Position', [100, 100, 400, 300]); % Ajustar el tamaño de la figura
270 xlabel('Mes');
271 ylabel('Precio Total (euros)');
272 title('Precio Total por Tarifa y Mes');
273 legend('Plenitude', 'Repsol', 'Mercado Regulado', 'Location', 'Best');
274 % Agregar detalles del consumo total anual
275 add(rpt, Paragraph(sprintf('La tarifa más económica a lo largo del año es %s, con un precio de %.2f:', tarifaMasEconomica, precioMinimo)));
276 add(rpt, Paragraph('El precio anual de las tarifas en euros son:'));
277 for i = 1:3
278     add(rpt, Paragraph(sprintf('%s: %.2f', tarifas{i}, totalAnual(i))));
279 end
280
281 % Línea en blanco para separación
282 add(rpt, Paragraph(''));
283
284 % Agregar la tarifa más económica por mes
285 add(rpt, Paragraph('Tarifa Más Económica por Mes:'));
286 for i = 1:12
287     add(rpt, Paragraph(sprintf('%s: %s', meses{i}, tarifas{mejorTarifa(i)})));
288 end
289 grid on;
290 % Guardar el gráfico como una imagen
291 imgFileName4 = 'Precios_Tarifas_Mensuales.png';
292 saveas(fig4, imgFileName4);
293 close(fig4);
294 % Insertar gráfico de la función coseno en el reporte
295 add(rpt, Paragraph('Gráfico del consumo mensual de cada tarifa a lo largo del año:'));
296 img4 = Image(imgFileName4);
297 img4.Width = '5in';
298 img4.Height = [];
299 add(rpt, img4);
300
```

Cuadro 4.20: Funciones callback del botón Calcular precio tarifa de la ventana TarifaAnual

4.2.3.1. Función .m CalculosAnuales

La función CalculosAnuales, es un programa .m hecho en Matlab el cual te calcula los precios de las tarifas eléctricas demandadas.

```
1
2 function [PreciosMes, KwTotalesMes] = CalculosAnuales(PotCon, nameFile, nameFile2)
3
4 %nameFile='C:\Users\arnai\Desktop\TFG\Consumo_Horario_ANUAL2023_ES0027700576571001JP0F.csv'
5 %nameFile2='C:\Users\arnai\Desktop\TFG\TarifaRegulada-Anual2023.csv'
6 % Leer el archivo CSV con los consumos horarios de todo el año
7 opts = delimitedTextImportOptions('NumVariables', 3);
8 opts.DataLines = [2, Inf];
9 opts.Delimiter = ";";
10 opts.VariableNames = ["Hora", "Fecha", "ConsumoKwh"];
11 opts.VariableTypes = ["double", "datetime", "double"];
12 opts.ExtraColumnsRule = "ignore";
13 opts.EmptyLineRule = "read";
14 opts = setvaropts(opts, "Fecha", "InputFormat", "dd/MM/yyyy");
15 datos = readtable(nameFile, opts);
16 clear opts;
17
```

Cuadro 4.21: Código de la función CalculosAnuales

El código de la figura (4.21) lee el CSV seleccionado en el botón Examinar guardados en app.CsvdelconsumoEditFiled.Value que podemos ver en la figura (4.11), que corresponde con el elemento de entrada nameFile, y lee y guarda los valores del CSV del

consumo del usuario en una matriz llamada datos, esa matriz guarda los datos Hora, Fecha, ConsumokWh.

La misma función cumple el código que podemos ver en la figura (4.22). Leyendo y guardando los datos del CSV guardado en app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value que podemos ver en la figura (4.11), que corresponde con el elemento de entrada nameFile2.

```

148 % Leer el archivo CSV con los precios horarios del mercado regulado
149 % (Tarifa3)
150 %nameFile2="C:\Users\arnai\Desktop\TFG\TarifaRegulada-Anual2023.csv"
151 opts = delimitedTextImportOptions("NumVariables", 6);
152 opts.DataLines = [2, Inf];
153 opts.Delimiter = ";";
154 opts.VariableNames = ["id", "name", "geoid", "geoname", "value", "datetime"];
155 opts.VariableTypes = ["double", "double", "double", "categorical", "double", "string"];
156 opts.ExtraColumnsRule = "ignore";
157 opts.EmptyLineRule = "read";
158 opts = setvaropts(opts, "datetime", "WhitespaceRule", "preserve");
159 opts = setvaropts(opts, ["geoname", "datetime"], "EmptyFieldRule", "auto");
160 opts = setvaropts(opts, "name", "TrimNonNumeric", true);
161 opts = setvaropts(opts, "name", "ThousandsSeparator", ",");
162 Datos2 = readtable(nameFile2, opts);
163 Tarifa3 = table2array(Datos2(:, 5)); % Precios horarios de Tarifa3
164

```

Cuadro 4.22: Código de la función *CalculosAnuales*

```

174 %Tarifa Plenitude
175 Pot = [0.109;0.088237];
176 Ene = [0.161;0.181170];
177 Tarifa1 = [Pot, Ene];
178 %Tarifa Repsol
179 Pot2 = [0.0973;0;0.0109];
180 Ene2 = [0.1885;0.1386;0.1196];
181 Tarifa2 = [Pot2, Ene2];
182

```

Cuadro 4.23: Código de la función *CalculosAnuales*

En las líneas de código que vemos en la figura (4.23), vemos como se introduce los valores de las tarifas de Plenitude y de Repsol, las cuales han sido sacadas de dichas empresas.

En la figura (4.24) vemos los valores de la tarifa eléctrica de Plenitude para potencia contratada menor de 5 kW. Esta tarifa ha sido sacada de la página de plenitude [12]. En la figura (4.25) vemos la tarifa de Plenitude para más de 5 kW de portencia contratada la cual aparece en la página [13]. En la figura (4.26) vemos la tarifa de Repsol la cual se encuentra en la página [12].

Precio energía	Precio potencia contratada	
	Punta	Valle
0,16 €/kWh	0,109 €/kW/día	0,109 €/kW/día

Cuadro 4.24: Valores de la Tarifa Plenitude para menos de 5 kW [12]

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

Tarifa Tendencia Luz y Gas

Luz

Energía
Consumo de energía ⓘ **0,181170** €/kWh

Potencia
Punta ⓘ **0,088237** €/kW/día

Cuadro 4.25: Valores de la Tarifa Plenitude para más de 5 kW [13]

Tarifa Discriminación Horaria Repsol Luz y Gas

	Precio kWh punta	Precio kWh llano	Precio kWh valle
	0.1885	0.1386	0.1196
	€/kWh	€/kWh	€/kWh

91 198 22 85

[Te llamamos](#)

Potencia punta: **0.0973** €/kW día

Potencia valle: **0.0109** €/kW día

Ventajas: **Waylet**

[OCULTAR DETALLES](#)

Cuadro 4.26: Valores de la Tarifa Repsol [12]

En la línea de código 184 y 185 se generan matrices de ceros de 12x3 para posteriormente introducir los valores de los precios finales a pagar de las tarifas de cada mes, y los precios de kWh de cada tarifa.

En la línea 188, se genera en una matriz las horas de cada mes desde enero hasta diciembre. En la línea 196 se genera un bucle de 1:12 para calcular los precios de cada tarifa siendo guardados en cada función (CalculosMesPlenitude, CalculosMesRepsol y CalculosMesRegulado) para cada mes del año, estas funciones piden como entrada los valores de la potencia contratada (PotCon) el precio del mercado regulado (precios_regulados_mes) en la función para el mercado regulado y las correspondientes tarifas (Tarifa1 y Tarifa2) para la función de la tarifa de Repsol y Plenitude.

```

183     % Inicializar las matrices de resultados
184     PreciosMes = zeros(12, 3); % 3 columnas: Tarifa Plenitude, Tarifa Repsol, Tarifa Mercado Regulado
185     KwTotalesMes = zeros(12, 3);
186
187     % Definir las horas por mes (asumiendo un año no bisiesto)
188     horas_por_mes = [744, 672, 744, 720, 744, 720, 744, 720, 744, 720, 744, 720];
189
190     % Índices de inicio y fin para cada mes en el vector de 8761 horas
191     indice_inicio = 1;
192
193     meses = {'Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', ...
194             'Julio', 'Agosto', 'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre', 'Diciembre'};
195
196     for mes = 1:12
197         % Calcular el índice de fin para el mes actual
198         indice_fin = indice_inicio + horas_por_mes(mes) - 1;
199
200         % Extraer el consumo y precios para el mes actual
201         datos_mes = datos(indice_inicio:indice_fin, :);
202         precios_regulados_mes = Tarifa3(indice_inicio:indice_fin);
203
204         % Calcular el precio para este mes usando la tarifa Plenitude
205         [KwTotPlenitude, PrecioPlenitude] = CalculosMesPlenitude(datos_mes, Tarifa1, PotCon);
206
207         % Calcular el precio para este mes usando la tarifa Repsol
208         [KwTotRepsol, PrecioRepsol] = CalculosMesRepsol(datos_mes, Tarifa2, PotCon);
209
210         % Calcular el precio para este mes usando la tarifa del mercado regulado
211         [KwTotRegulado, PrecioRegulado] = CalculosMesRegulado(datos_mes, precios_regulados_mes, PotCon);
212
213         % Asegurarse de que los precios son escalar antes de concatenar
214         if isscalar(PrecioPlenitude) && isscalar(PrecioRepsol) && isscalar(PrecioRegulado)
215             % Guardar los resultados en las matrices
216             PreciosMes(mes, :) = [PrecioPlenitude, PrecioRepsol, PrecioRegulado];
217             KwTotalesMes(mes, :) = [KwTotPlenitude, KwTotRepsol, KwTotRegulado];
218         else
219             error('Uno de los precios no es un escalar.');
```

Cuadro 4.27: Código de la función CalculosAnuales

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

```
423 function [KwTot, PrecioMes] = CalculosMesPlenitude(datos_mes, Tarifal, PotCon)
424     % Cálculo del precio de la tarifa Plenitude
425     Consumos = table2array(datos_mes(:, 3));
426     Plenitude = Tarifal;
427
428     kW_Ple = Plenitude(1, 2); % <5kW
429     kW_Plen = Plenitude(2, 2); % >=5kW
430     kWd = Plenitude(1, 1); % Precio potencia <5kW
431     kWdia = Plenitude(2, 1); % Precio potencia >=5kW
432
433     Dias = numel(Consumos) / 24;
434
435     M = zeros(numel(Consumos), 1);
436
437     if PotCon < 5
438         for i = 1:numel(Consumos)
439             Consumo = Consumos(i, 1);
440             E = Consumo * kW_Ple;
441             M(i) = E;
442         end
443         KwP = kWd * PotCon * Dias;
444     else
445         for i = 1:numel(Consumos)
446             Consumo = Consumos(i, 1);
447             E = Consumo * kW_Plen;
448             M(i) = E;
449         end
450         KwP = kWdia * PotCon * Dias;
451     end
452
453     Kwe = sum(M);
454     KwTotal = KwP + Kwe;
455     ImpElectricidad = (5.11 / 100) * KwTotal;
456     IVA = (10 / 100) * (ImpElectricidad + KwTotal);
457     KwTot = KwTotal + ImpElectricidad + IVA;
458
459     PrecioMes = KwTot;
460 end
```

Cuadro 4.28: Código de la función CalculosMesPlenitude

A estos cálculos se le tiene que añadir el IVA y el impuesto de electricidad, los cuales se añaden en las líneas 455 y 456. Siendo el IVA del 10 % y el impuesto de la electricidad del 5.11 %. Esto es algo común para todos los cálculos de todas las tarifas.

La figura (4.29) define la función `CalculosMesRepsol`, con la cual se realiza el cálculo del precio de la tarifa de Repsol.

```

462 function [KwTot, PrecioMes] = CalculosMesRepsol(datos_mes, Tarifa2, PotCon)
463     % Cálculo del precio de la tarifa Repsol con discriminación horaria
464     Consumos = table2array(datos_mes(:, 3));
465     Repsol = Tarifa2;
466
467     kW_punta = Repsol(1, 2);
468     kW_llana = Repsol(2, 2);
469     kW_valle = Repsol(3, 2);
470     kW_pot1 = Repsol(1, 1);
471     kW_pot2 = Repsol(3, 1);
472
473     Dias = numel(Consumos) / 24;
474
475     M_DifH = reshape(Consumos, 24, Dias);
476
477     Hora_valle = M_DifH(1:8, :); % 0-8h
478     Hora_llana1 = M_DifH(9:10, :); % 8-10h
479     Hora_punta1 = M_DifH(11:14, :); % 10-14h
480     Hora_llana2 = M_DifH(15:18, :); % 14-18h
481     Hora_punta2 = M_DifH(19:22, :); % 18-22h
482     Hora_llana3 = M_DifH(23:24, :); % 22-24h
483
484     M1 = reshape(Hora_valle, [], 1);
485     M2 = reshape(Hora_llana1, [], 1);
486     M3 = reshape(Hora_llana2, [], 1);
487     M4 = reshape(Hora_llana3, [], 1);
488     M5 = reshape(Hora_punta1, [], 1);
489     M6 = reshape(Hora_punta2, [], 1);
490
491     Consumo_valle = sum(M1);
492     Consumo_llana = sum(M2) + sum(M3) + sum(M4);
493     Consumo_punta = sum(M5) + sum(M6);
494
495     kWeTot = Consumo_valle * kW_valle + Consumo_llana * kW_llana + Consumo_punta * kW_punta;
496     kWpot = kW_pot1 * Dias * PotCon + kW_pot2 * Dias * PotCon;
497
498     Precio_Tot = kWeTot + kWpot;
499     ImpElec = (5.11 / 100) * Precio_Tot;
500     IVA = (10 / 100) * (Precio_Tot + ImpElec);
501
502     KwTot = Precio_Tot + ImpElec + IVA;
503     PrecioMes = KwTot;
504 end

```

Cuadro 4.29: Código de la función `CalculosMesRepsol`

En las figuras (4.30) y (4.31) viene definida la función `CalculosMesRegulado`, con la cual se calcula el precio de la tarifa del mercado regulado. En esta tarifa se debe de añadir todos los peajes y cargos anteriormente explicados y definidos en las tablas 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 y 3.7.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

```
506 function [KwTot, PrecioMes] = CalculosMesRegulado(datos_mes, precios_regulados_mes, PotCon)
507     % Cálculo del precio de la tarifa del mercado regulado (Tarifa3)
508
509     Consumos = table2array(datos_mes(:, 3));
510
511     Dias = numel(Consumos) / 24;
512
513     % Reshape para segmentar por horas como en Repsol
514     M_DifH = reshape(Consumos, 24, Dias);
515     Precios_DifH = reshape(precios_regulados_mes, 24, Dias);
516
517     Hora_valle = M_DifH(1:8, :); % 0-8h
518     Hora_llana1 = M_DifH(9:10, :); % 8-10h
519     Hora_punta1 = M_DifH(11:14, :); % 10-14h
520     Hora_llana2 = M_DifH(15:18, :); % 14-18h
521     Hora_punta2 = M_DifH(19:22, :); % 18-22h
522     Hora_llana3 = M_DifH(23:24, :); % 22-24h
523
524     % Reshape de vuelta a vectores
525     M1 = reshape(Hora_valle, [], 1);
526     M2 = reshape(Hora_llana1, [], 1);
527     M3 = reshape(Hora_llana2, [], 1);
528     M4 = reshape(Hora_llana3, [], 1);
529     M5 = reshape(Hora_punta1, [], 1);
530     M6 = reshape(Hora_punta2, [], 1);
531
532     % Calcular el costo en cada franja horaria
533     Consumo_valle2 = sum(M1');
534     Consumo_llana2 = sum(M2') + sum(M3') + sum(M4');
535     Consumo_punta2 = sum(M5') + sum(M6');
536
537     % Cálculos del término fijo
538     P1 = PotCon * 22.401746 * (Dias / 365);
539     P2 = PotCon * 0.776564 * (Dias / 365);
540     P_1 = PotCon * 2.989915 * (Dias / 365);
541     P_2 = PotCon * 0.192288 * (Dias / 365);
542     MargenCom = PotCon * 4 * (Dias / 365);
543
544     Terminofijo = P1 + P2 + P_1 + P_2 + MargenCom;
545
546     % Cálculos del término variable basado en el consumo y el precio regulado por hora
547     ConsumoRegulado = (precios_regulados_mes'/1000) * Consumos;
548     TotalConsumo = sum(ConsumoRegulado);
549
```

Cuadro 4.30: Código de la función *CalculosMesRegulado*

```
549
550     % Cálculos del término de energía
551     P1_punta = Consumo_punta2 * 0.033081;
552     P2_llano = Consumo_llana2 * 0.019184;
553     P3_valle = Consumo_valle2 * 0.000557;
554
555     P_1_punta = Consumo_punta2 * 0.043893;
556     P_2_llano = Consumo_llana2 * 0.008779;
557     P_3_valle = Consumo_valle2 * 0.002195;
558
559     TerminovVariable = P1_punta + P2_llano + P3_valle + P_1_punta + P_2_llano + P_3_valle;
560
561     Terminototal = TerminovVariable + Terminofijo;
562
563     % Impuesto de electricidad
564     ImpElec = (5.11 / 100) * Terminototal;
565
566     % Precio total con impuestos
567     Total = TotalConsumo + Terminototal + ImpElec;
568     IVA = (10 / 100) * Total;
569     PrecioMes = Total + IVA;
570     KwTot = PrecioMes;
571 end
```

Cuadro 4.31: Código de la función *CalculosMesRegulado*

4.2.4. Ventana SumarTarifaHoraria

La ventana Sumar Tarifa Horaria, la cual se puede ver en la figura (4.32), funciona de manera muy similar a la anteriormente explicada Tarifa Anual vista en la figura (4.10). La diferencia de la ventana SumarTarifaHoraria, es que te da la opción de poder añadir manualmente una tarifa con diferencia horaria, añadiendo así los precios por kWh del término energía y potencia para las horas punta, llana y valle, añadiéndolas en los campos numéricos que aparecen a la izquierda de la ventana. El resto de la composición de la ventana es igual que la ventana

TarifaAnual.

Se compone de los dos logos (el de la escuela de minas y el de la universidad de Cantabria) definidos por las componentes de la figura (4.33) app.image2 y app.image3, el botón Atrás que es común en todas las ventanas de la aplicación definido por app.AtrsButton, los dos botones Examinar, los campos de texto para guardar las rutas de los CSV seleccionados en los botones Examinar, el campo numérico para introducir la potencia contratada, la tabla donde acaban siendo representados los valores de las tarifas calculadas, y el botón Calcular precio tarifas el cual realiza los cálculos y devuelve la comparativa mediante el txt y las gráficas.

The screenshot shows the SumarTarifaHoraria window. On the left, there are two sections: 'Término energía' and 'Término potencia'. Each section has three input fields for 'punta', 'llana', and 'valle' hours, all currently set to 0. Below these are two input fields for 'Csv del consumo' and 'Csv del mercado regulado', and a 'Dime tu Potencia contratada' field set to 0. On the right, there is a table with columns 'Meses', 'Plenitude(€)', 'Repsol (€)', and 'Mercado regulado (€)'. Below the table are two 'Examinar' buttons. At the bottom, there is an 'Atrás' button on the left and a 'Calcular precio tarifas' button on the right. The window also features the UC Universidad de Cantabria logo and the coat of arms of Cantabria.

Cuadro 4.32: Ventana SumarTarifaHoraria

Los botones que son comunes con la ventana TarifasAnual funcionan igual en esta ventana SumarTarifaHoraria, los botones Examinar que permiten seleccionar el csv necesario para leer los consumos y los precios del mercado regulado, vienen definidos por las variables app.ExaminarButton y app.ExaminarButton_2. Los campos de texto que guardan la ruta del CSV seleccionado previamente en los botones Examinar, vienen

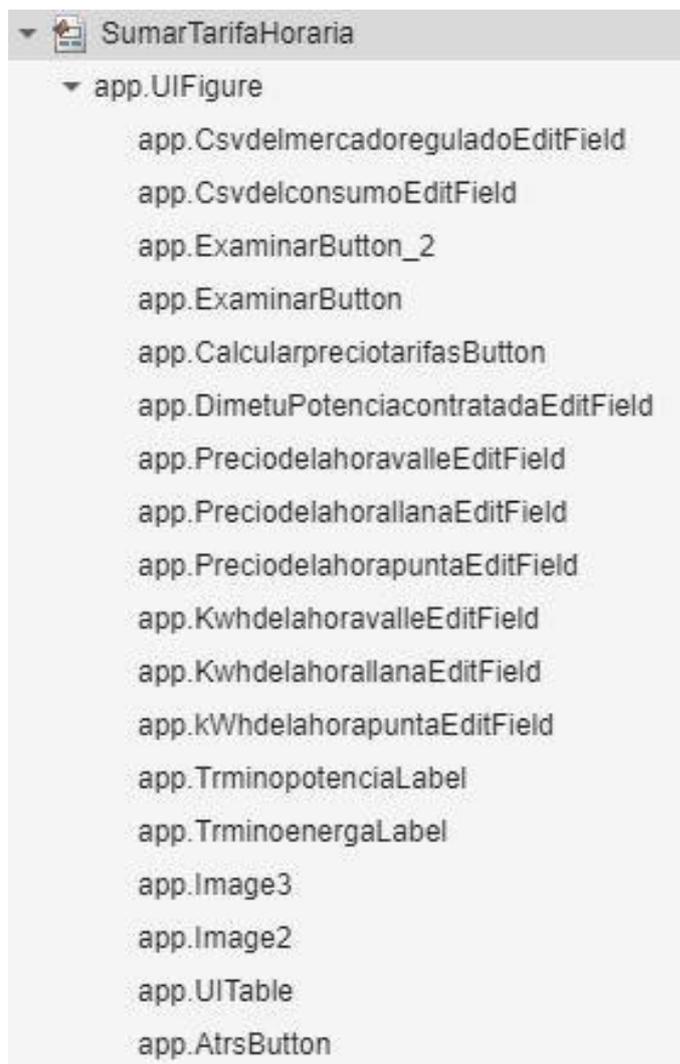
APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

definidos por las variables `app.CsvdelconsumoEditField` y `app.CsvdelmercadoreguladoEditField`. El campo numérico en el cuál puedes introducir la potencia contratada del usuario viene definido por el componente `app.DimetuPotenciacontratadaEditField`. Por último, la tabla donde aparecen los resultados de los datos de los precios de las tarifas por cada mes calculados al presionar el botón `Calcular precio tarifa`. Esta tabla está definida por la variable `app.UITable`.

Los títulos de texto `termino potencia` y `termino energía` están definidos por los componentes `app.TrminopotenciaLabel` y `app.TrminoenergaLabel` respectivamente.

Por último los campos numéricos para introducir los valores de kWh de la tarifa de diferencia horaria deseada, los campos numéricos para introducir el término potencia están definidos por las componentes `app.PreciodelahoravalleEditFiled`, `app.PreciodelahorallanaEditField` y `app.PreciodelahorapuntEditFiled`.

Los campos numéricos para introducir el término energía están definidos por las componentes `app.KwhdelahoravalleEditFiled`, `app.KwhdelahorallanaEditField` y `app.kWhdelahorapuntaEditField`.



Cuadro 4.33: Componentes de la ventana SumarTarifaHoraria

En la figura (4.34) vemos el código de las funciones callbacks de los botones Atrás y de los dos botones Examinar. Las cuales funcionan de la misma forma que la anterior ventana TarifasAnual.

En las líneas de código 85-88 vemos la función del botón AtrsButtonPushed, el cuál te lleva de vuelta a la anterior ventana selección.

En las líneas 92-112 encontramos la función callback ExaminarButtonPushed, que guarda la ruta del CSV del consumo del usuario seleccionado al interactuar con el botón Examinar, esta ruta del CSV queda guardada en el componente app.CsvdelconsumoEditField.Value.

En las líneas 115-134 tenemos la función callback ExaminarButton_2Pushed, que guarda la ruta del CSV del precio del mercado regulado seleccionado al interactuar con el botón Examinar, esta ruta del CSV queda guardada en el componente app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value.

```

84 % Button pushed function: AtrsButton
85 function AtrsButtonPushed(app, event)
86     seleccion
87     delete(app)
88 end
89
90 % Button pushed function: ExaminarButton
91 function ExaminarButtonPushed(app, event)
92
93 % Abrir un cuadro de diálogo para seleccionar un archivo CSV
94 [file, path] = uigetfile('*.csv', 'Selecciona el archivo CSV de consumo');
95
96 % Verificar si el usuario seleccionó un archivo o canceló
97 if isequal(file, 0)
98     % El usuario canceló la selección
99     disp('Selección de archivo cancelada');
100 else
101     % El usuario seleccionó un archivo
102     selectedFile = fullfile(path, file);
103     disp(['Archivo CSV de consumo seleccionado: ', selectedFile]);
104
105 % Guardar la ruta del archivo en la propiedad de la app
106 %app.SelectedCSVFile = selectedFile;
107 % Opcional: actualizar un campo de texto en la app para mostrar la ruta
108 app.CsvdelconsumoEditField.Value = selectedFile;
109 end
110
111 end
112
113 % Button pushed function: ExaminarButton_2
114 function ExaminarButton_2Pushed(app, event)
115
116 % Abrir un cuadro de diálogo para seleccionar un archivo CSV
117 [file, path] = uigetfile('*.csv', 'Selecciona el archivo CSV de consumo');
118
119 % Verificar si el usuario seleccionó un archivo o canceló
120 if isequal(file, 0)
121     % El usuario canceló la selección
122     disp('Selección de archivo cancelada');
123 else
124     % El usuario seleccionó un archivo
125     selectedFile = fullfile(path, file);
126     disp(['Archivo CSV de consumo seleccionado: ', selectedFile]);
127
128 % Guardar la ruta del archivo en la propiedad de la app
129 %app.SelectedCSVFile2 = selectedFile;
130
131 % Opcional: actualizar un campo de texto en la app para mostrar la ruta
132 app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value = selectedFile;
133 end
134

```

Cuadro 4.34: Funciones callback de la ventana SumarTarifaHoraria

El código de la figura (4.35) define la función callback del botón Calcular precio tarifas CalcularpreciotarifasButtonPushed. El código se encuentra en las líneas 43-82, llamando a una función .m de matlab CalculosAnuales3, esta función necesita como elementos de entrada el nameFile y nameFile2, que son las rutas del csv seleccionadas en el botón Examinar y las cuales quedan guardadas en app.CsvdelconsumoEditField.Value y app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

Los otros elementos de entrada necesarios son los precios del término potencia de la tarifa introducida manualmente, los cuales quedan guardados como Pote1 siendo el valor de `app.PreciodelahorapuntaEditField`, Pote2 siendo el valor de `app.PreciodelahorallanaEditField.Value` y Pote3 siendo el valor que corresponde con `app.PreciodelahoravalleEditField.Value`.

Los elementos de entrada de los precios del término energía de la tarifa añadida son Ener1 que corresponde con el valor de `app.KwhdelahorapuntaEditField.Value`, Ener2 que corresponde con `app.KwhdelahorallanaEditField.Value` y Ener3 que corresponde con `app.KwhdelahoravalleEditField.Value`.

Esta función `CalculosAnuales3` te devuelve la matriz `PreciosMes`, la cual son los valores de los precios a pagar de cada tarifa eléctrica, estos valores son mostrados en la tabla `app.UITable.Data`.

```
42 % Button pushed function: CalcularpreciotarifasButton
43 function CalcularpreciotarifasButtonPushed(app, event)
44     % Obtener el valor de la potencia contratada desde el campo de texto
45     PotCon = app.DimetuPotenciacontratadaEditField.Value;
46
47     % Obtener las rutas de los archivos CSV desde los campos de texto
48     % Obtener las rutas de los archivos CSV desde las propiedades de la app
49     % Obtener las rutas de los archivos CSV desde las propiedades de la app
50     nameFile = app.CsvdelconsumoEditField.Value; % Ruta del primer archivo CSV
51     nameFile2 = app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value; % Ruta del segundo archivo CSV
52
53     Pote1 = app.PreciodelahorapuntaEditField .Value;
54     Pote2 = app.PreciodelahorallanaEditField.Value;
55     Pote3 = app.PreciodelahoravalleEditField.Value;
56
57     Ener1 = app.KwhdelahorapuntaEditField .Value;
58     Ener2 = app.KwhdelahorallanaEditField .Value;
59     Ener3 = app.KwhdelahoravalleEditField.Value;
60     % Ejecutar el cálculo de los precios
61     try
62         [PreciosMes, KwTotalesMes] = CalculosAnuales3(PotCon, nameFile,nameFile2,Pote1,Pote2,Pote3,Ener1,Ener2,Ener3);
63
64     % Redondear los valores de PreciosMes a 2 decimales
65     PreciosMes = round(PreciosMes, 2);
66
67     % Crear una tabla con los datos de PreciosMes
68     meses = {'Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', ...
69             'Julio', 'Agosto', 'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre', 'Diciembre'};
70     T = table(meses, PreciosMes(:,1), PreciosMes(:,2), PreciosMes(:,3),PreciosMes(:,4), ...
71             'VariableNames', {'Mes', 'Plenitud', 'Repsol', 'Mercado Regulado', 'Tarifa añadida'});
72
73     % Mostrar los resultados en la UITable
74     app.UITable.Data = T;
75
76     catch ME
77         % En caso de error, muestra un mensaje en la consola o en la interfaz
78         disp(['Error: ', ME.message]);
79     end
80
81
82 end
```

Cuadro 4.35: Funciones callback del botón Calcular precio tarifas la ventana SumarTarifaHoraria

4.2.4.1. Función .m CalculosAnuales3

Esta función funciona prácticamente igual que la función .m CalculosAnuales que viene definida desde la figura (4.21) hasta la figura (4.31). Con la única diferencia que la función CalculosAnuales es para el cálculo de 3 tarifas, y en cambio la función CalculosAnuales es para el cálculo de 4 tarifas, ya que hemos añadido una tarifa de forma manual en la ventana de la figura (4.32).

Esta tarifa viene definida por el código de las líneas 184-185 de la figura (4.36) que son los elementos de entrada necesarios de la función CalculosAnuales3 anteriormente explicados.

```
184 | % Datos de entrada para Tarifa 5 (ejemplo)
185 | Tarifa5 = [Pote1, Ener1;Pote2, Ener2;Pote3, Ener3]; |
186 |
```

Cuadro 4.36: Código que define la tarifa de diferencia horaria añadida

También respecto a la función CalculosAnuales, se ha de añadir el cálculo del precio para la tarifa de diferencia horaria añadida. El código de la figura (4.37) que se encuentra en las líneas de código 558-599 calcula el precio de la tarifa añadida de manera manual.

```
558 | function [KwTot, PrecioMes] = CalculosMesTarifa5(datos_mes, Tarifa5, PotCon)
559 | % Cálculo del precio de la Tarifa 5 con discriminación horaria
560 | Consumos = table2array(datos_mes(:, 3));
561 | kW_punta = Tarifa5(1, 2); % Precio de energía en hora punta
562 | kW_llana = Tarifa5(2, 2); % Precio de energía en hora llana
563 | kW_valle = Tarifa5(3, 2); % Precio de energía en hora valle
564 | kW_pot1 = Tarifa5(1, 1); % Precio de potencia en hora punta
565 | kW_pot2 = Tarifa5(2, 1); % Precio de potencia en hora llana
566 | kW_pot3 = Tarifa5(3, 1); % Precio de potencia en hora valle
567 | Dias = numel(Consumos) / 24;
568 | % Dividir los consumos por franjas horarias
569 | M_DifH = reshape(Consumos, 24, Dias);
570 | Hora_valle = M_DifH(1:8, :); % 0-8h
571 | Hora_llana1 = M_DifH(9:10, :); % 8-10h
572 | Hora_punta1 = M_DifH(11:14, :); % 10-14h
573 | Hora_llana2 = M_DifH(15:18, :); % 14-18h
574 | Hora_punta2 = M_DifH(19:22, :); % 18-22h
575 | Hora_llana3 = M_DifH(23:24, :); % 22-24h
576 | % Reshape de vuelta a vectores
577 | M1 = reshape(Hora_valle, [], 1);
578 | M2 = reshape(Hora_llana1, [], 1);
579 | M3 = reshape(Hora_llana2, [], 1);
580 | M4 = reshape(Hora_llana3, [], 1);
581 | M5 = reshape(Hora_punta1, [], 1);
582 | M6 = reshape(Hora_punta2, [], 1);
583 | % Calcular el consumo total en cada franja horaria
584 | Consumo_valle = sum(M1);
585 | Consumo_llana = sum(M2) + sum(M3) + sum(M4);
586 | Consumo_punta = sum(M5) + sum(M6);
587 | % Calcular el término de energía
588 | kW_eTot = Consumo_valle * kW_valle + Consumo_llana * kW_llana + Consumo_punta * kW_punta;
589 | % Calcular el término de potencia
590 | kW_pot = (kW_pot1 + kW_pot2 + kW_pot3) * Dias * PotCon;
591 | % Precio total sin impuestos
592 | Precio_Tot = kW_eTot + kW_pot;
593 | % Impuesto de electricidad
594 | ImpElec = (5.11 / 100) * Precio_Tot;
595 | % Precio total con IVA
596 | IVA = (10 / 100) * (Precio_Tot + ImpElec);
597 | KwTot = Precio_Tot + ImpElec + IVA;
598 | PrecioMes = KwTot;
599 | end
```

Cuadro 4.37: Código para el cálculo del precio de la tarifa de diferencia horaria

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

4.2.5. Ventana Sumar Tarifa Plana

La ventana Sumar Tarifa Plana, la cual se puede ver en la figura (4.38), funciona de la misma manera a la ventana anteriormente explicada Sumar Tarifa Horaria vista en la figura (4.32), Cambiando los datos de entrada de los precios de la tarifa de diferencia horaria por los datos de entrada de la tarifa plana añadida, ya que la tarifa plana solo tiene dos elementos de entrada, el precio por kWh del término energía y el precio del término potencia. Estos datos de entrada son introducidos en los campos numéricos situados a la izquierda de la interfaz de la ventana Sumar Tarifa Plana de la figura (4.38).

Se compone de los dos logos (el de la escuela de minas y el de la universidad de Cantabria) definidos por las componentes `app.image2` y `app.image3`, el botón Atrás que es común en todas las ventanas de la aplicación definido por `app.AtrsButton`, los dos botones Examinar, los campos de texto para guardar las rutas de los CSV seleccionados en los botones Examinar, el campo numérico para introducir la potencia contratada, la tabla donde acaban siendo representados los valores de las tarifas calculadas, y el botón Calcular precio tarifas el cual realiza los cálculos y devuelve la comparativa mediante el txt y las gráficas.

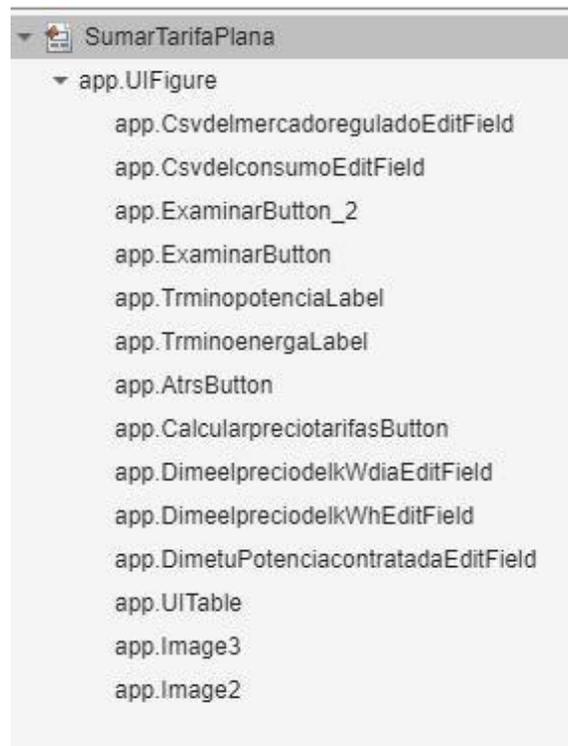
Meses	Plenitude (€)	Repsol (€)	Mercado regulado
-------	---------------	------------	------------------

Cuadro 4.38: Ventana Sumar Tarifa Plana

Los botones son comunes con la ventana SumarTarifaHoraria funcionan igual en esta ventana SumarTarifaPlana, los botones Examinar que permiten seleccionar el csv necesario para leer los consumos y los precios del mercado regulado, vienen definidos por las variables `app.ExaminarButton` y `app.ExaminarButton_2`. Los campos de texto que guardan la ruta del CSV seleccionado previamente en los botones Examinar, vienen definidos por las variables `app.CsvdelconsumoEditField` y `app.CsvdelmercadoreguladoEditField`. El campo numérico en el cual puedes introducir la potencia contratada del usuario viene definido por el componente `app.DimetuPotenciacontratadaEditField`. Por último, la tabla donde aparecen los resultados de los datos de los precios de las tarifas por cada mes calculados al presionar el botón Calcular precio tarifa. Esta tabla está definida por la variable `app.UITable`.

Los títulos de texto termino potencia y término energía están definidos por los componentes `app.TrminopotenciaLabel` y `app.TrminoenergiaLabel` respectivamente.

Por último los campos numéricos para introducir los valores de kWh del término energía y potencia, los campos numéricos para introducir el término potencia está definido por la componente `app.DimeelpreciodelkWdiaEditField`, y el término energía viene definido por la componente `app.DimeelpreciodelkWhEditField`.



Cuadro 4.39: Componentes de la ventana SumarTarifaPlana

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

En la figura (4.40) vemos el código de las funciones callbacks de los botones Atrás y de los dos botones Examinar. Las cuales funcionan de la misma forma que la anterior ventana SumarTarifaHoraria.

En las líneas de código 62-65 vemos la función del botón AtrsButtonPushed, el cual te lleva de vuelta a la anterior ventana selección.

En las líneas 68-85 encontramos la función callback ExaminarButtonPushed, que guarda la ruta del CSV del consumo del usuario seleccionado al interactuar con el botón Examinar, esta ruta del csv queda guardada en el componente app.CsvdelconsumoEditField.Value.

En las líneas 89-108 tenemos la función callback ExaminarButton_2Pushed, que guarda la ruta del CSV del precio del mercado regulado seleccionado al interactuar con el botón Examinar, esta ruta del CSV queda guardada en el componente app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value.

```
61 % Button pushed function: AtrsButton
62 function AtrsButtonPushed(app, event)
63     seleccion
64     delete(app)
65 end
66
67 % Button pushed function: ExaminarButton
68 function ExaminarButtonPushed(app, event)
69     % Abrir un cuadro de diálogo para seleccionar un archivo CSV
70     [file, path] = uigetfile('*.csv', 'Selecciona el archivo CSV de consumo');
71
72 % Verificar si el usuario seleccionó un archivo o canceló
73 if isequal(file, 0)
74     % El usuario canceló la selección
75     disp('Selección de archivo cancelada');
76 else
77     % El usuario seleccionó un archivo
78     selectedFile = fullfile(path, file);
79     disp(['Archivo CSV de consumo seleccionado: ', selectedFile]);
80
81
82
83 % Opcional: actualizar un campo de texto en la app para mostrar la ruta
84 app.CsvdelconsumoEditField.Value = selectedFile;
85 end
86 end
87
88 % Button pushed function: ExaminarButton_2
89 function ExaminarButton_2Pushed(app, event)
90     % Abrir un cuadro de diálogo para seleccionar un archivo CSV
91     [file, path] = uigetfile('*.csv', 'Selecciona el archivo CSV de consumo');
92
93 % Verificar si el usuario seleccionó un archivo o canceló
94 if isequal(file, 0)
95     % El usuario canceló la selección
96     disp('Selección de archivo cancelada');
97 else
98     % El usuario seleccionó un archivo
99     selectedFile = fullfile(path, file);
100    disp(['Archivo CSV de consumo seleccionado: ', selectedFile]);
101
102
103 % Guardar la ruta del archivo en la propiedad de la app
104 %app.SelectedCSVFile2 = selectedFile;
105
106 % Opcional: actualizar un campo de texto en la app para mostrar la ruta
107 app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value = selectedFile;
108 end
109
```

Cuadro 4.40: Funciones callback de la la ventana SumarTarifaPlana

El código de la figura (4.41) define la función callback del botón Calcular precio tarifas CalcularpreciotarifasButtonPushed. El código se encuentra en las líneas 31-59, llamando a una función .m de MATLAB CalculosAnuales2, esta función funciona igual que la función CalculosAnuales3 cambiando los elementos de entrada de la tarifa horaria por los de la tarifa plana. Necesita como elementos de entrada el nameFile y nameFile2, que son las rutas del CSV seleccionadas en el botón Examinar y las cuales quedan guardadas en app.CsvdelconsumoEditField.Value y app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value.

Los otros elementos de entrada necesarios son los precios del término potencia de la tarifa introducida manualmente, el término potencia es Pot3 siendo el valor de app.DimeelpreciodelkWdiaEditField.Value.

Los elementos de entrada del precio del término energía de la tarifa añadida es Ene3 que corresponde con el valor de app.DimeelpreciodelkWhEditField.Value.

Esta función CalculosAnuales2 te devuelve la matriz PreciosMes, la cual son los valores de los precios a pagar de cada tarifa eléctrica, estos valores son mostrados en la tabla app.UITable.Data.

```

30 % Button pushed function: CalcularpreciotarifasButton
31 function CalcularpreciotarifasButtonPushed(app, event)
32     % Obtener el valor de la potencia contratada desde el campo de texto
33     PotCon = app.DimetuPotenciacontratadaEditField.Value;
34
35     % Obtener las rutas de los archivos CSV desde los campos de texto
36     nameFile = app.CsvdelconsumoEditField.Value; % Ruta del primer archivo CSV
37     nameFile2 = app.CsvdelmercadoreguladoEditField.Value; % Ruta del segundo archivo CSV
38
39     Pot3 = app.DimeelpreciodelkWdiaEditField.Value;
40     Ene3 = app.DimeelpreciodelkWhEditField.Value;
41     % Ejecutar el cálculo de los precios
42     try
43         [PreciosMes, KwTotalesMes] = CalculosAnuales2(PotCon, nameFile, nameFile2, Pot3, Ene3);
44
45         % Redondear los valores de PreciosMes a 2 decimales
46         PreciosMes = round(PreciosMes, 2);
47
48         % Crear una tabla con los datos de PreciosMes
49         meses = {'Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', ...
50                 'Julio', 'Agosto', 'Septiembre', 'Octubre', 'Noviembre', 'Diciembre'};
51         T = table(meses, PreciosMes(:,1), PreciosMes(:,2), PreciosMes(:,3), PreciosMes(:,4), ...
52                 'VariableNames', {'Mes', 'Plenitude', 'Repsol', 'Mercado Regulado', 'Tarifa añadida'});
53
54         % Mostrar los resultados en la UITable
55         app.UITable.Data = T;
56     end
57
58

```

Cuadro 4.41: Funciones callback del botón Calcular precio tarifas la ventana SumarTarifaPlana

4.2.5.1. Función .m CalculosAnuales2

Esta función funciona igual que la función CalculosAnuales3, pero cambiando los elementos de entrada por los de la tarifa plana añadida, y el cálculo de precio de una tarifa plana en vez de una tarifa horaria. Se define el código de la función CalculosAnuales2 igual que desde la figura (4.21) hasta la figura (4.31), añadiendo la tarifa plana, que se añade con el código de las líneas 167-168 de la figura

4.42.

```

167 % Tarifa 4 (Nueva tarifa)
168 Tarifa4 = [Pot3, Ene3];
169

```

Cuadro 4.42: Código que define la tarifa de diferencia horaria añadida

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

También se ha de añadir el cálculo del precio para la tarifa plana añadida. El código de la figura (4.43) que se encuentra en las líneas de código 557-580 calcula el precio de la tarifa añadida de manera manual.

```
557 function [KwTot, PrecioMes] = CalculosMesTarifa4(datos_mes, Tarifa4, PotCon)
558     % Cálculo del precio de la Tarifa 4
559     Consumos = table2array(datos_mes(:, 3));
560     kW_tarifa = Tarifa4(2); % Precio de energía de Tarifa 4
561     kW_pot = Tarifa4(1); % Precio de potencia de Tarifa 4
562
563     Dias = numel(Consumos) / 24;
564
565     % Calcular el costo total de la energía
566     ConsumoEnergia = sum(Consumos) * kW_tarifa;
567
568     % Calcular el término fijo de la potencia
569     CostoPotencia = kW_pot * Dias * PotCon ;
570
571     % Costo total del mes
572     CostoTotal = ConsumoEnergia + CostoPotencia;
573
574     % Calcular impuestos y precio final
575     ImpElectricidad = (5.11 / 100) * CostoTotal;
576     IVA = (10 / 100) * (ImpElectricidad + CostoTotal);
577     PrecioMes = CostoTotal + ImpElectricidad + IVA;
578
579     KwTot = PrecioMes;
580 end
```

Cuadro 4.43: Código para el cálculo del precio de la tarifa plana

5. RESULTADOS DE COMPARATIVA

Para analizar los resultados de la aplicación, vamos a usar de ejemplo un cálculo con las tarifas por defecto de la aplicación, es decir, en la ventana selección representada en la figura (4.7) elegimos la tercera opción (calcularlo con las tarifas por defecto), y vamos a usar como ejemplo de potencia contratada 5 kW, el consumo energético durante un año de una casa particular y los precios del mercado regulado del año 2023. Los precios del mercado regulado han sido sacados de la página de ESIOS.

Como primer resultado, obtenemos los precios de las 3 tarifas por defecto de la aplicación (Tarifa Plenitude, Repsol y mercado regulado) para cada mes del año. Este valor viene dado en euros. Estos resultados los podemos ver en la tabla de la figura (5.1).

Meses	Tarifa Plenitude (€)	Tarifa Repsol (€)	Tarifa mercado regulado (€)
Enero	98.63	91.03	92.67
Febrero	73.92	68.69	90.61
Marzo	82.04	76	83.51
Abril	75.03	70.34	70.48
Mayo	85.52	79.02	79.77
Junio	79.16	73.77	80.83
Julio	84.97	78.46	84.39
Agosto	82.74	76.19	83.4

Csv del consumo: E:\AppVentanas\Consum
 Csv del mercado regulado: E:\AppVentanas\TarifaRe
 Dime tu Potencia contratada: 5

Examinar Examinar

Atrás Calcular precio tarifas

Cuadro 5.1: Resultados de los precios de las tarifas

Además de los valores de las tarifas, la aplicación también devuelve un PDF Comparativa_Anuar_Tarifas, el cual está compuesto por un campo de texto y 4 gráficas comparativas con el que se podrá valorar y analizar la mejor opción para usuario. El pdf se adjunta a continuación.

Reporte de Resultados

Este reporte muestra la comparativa mediante gráficas de nuestro consumo eléctrico y tarifas seleccionadas.

La hora del día con mayor consumo es 23:00, por lo que sería recomendable una tarifa nocturna.

Gráfico del consumo en cada hora del día representado en porcentaje anual:

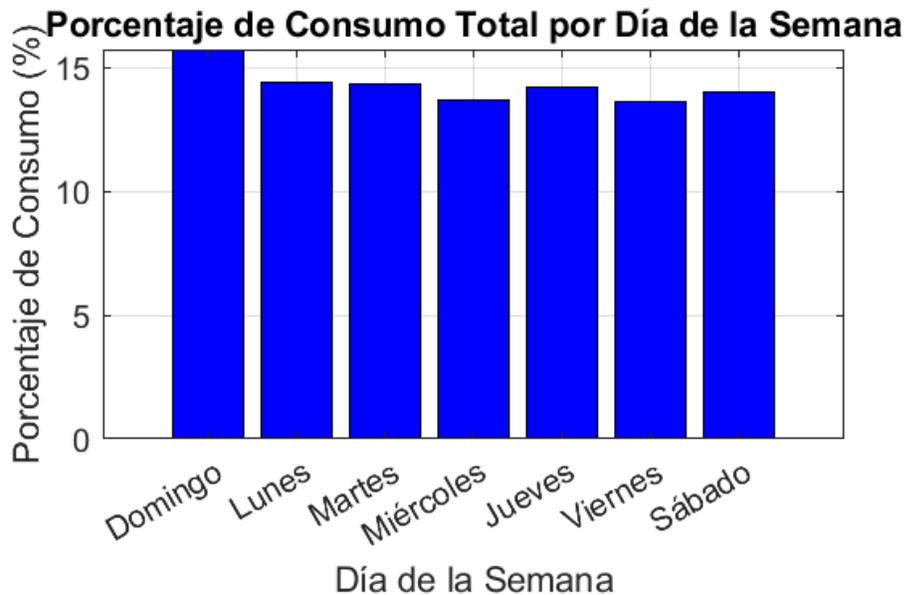


Con los siguientes datos y con la gráfica comparativa se puede analizar si sería interesante una tarifa para fines de semana:

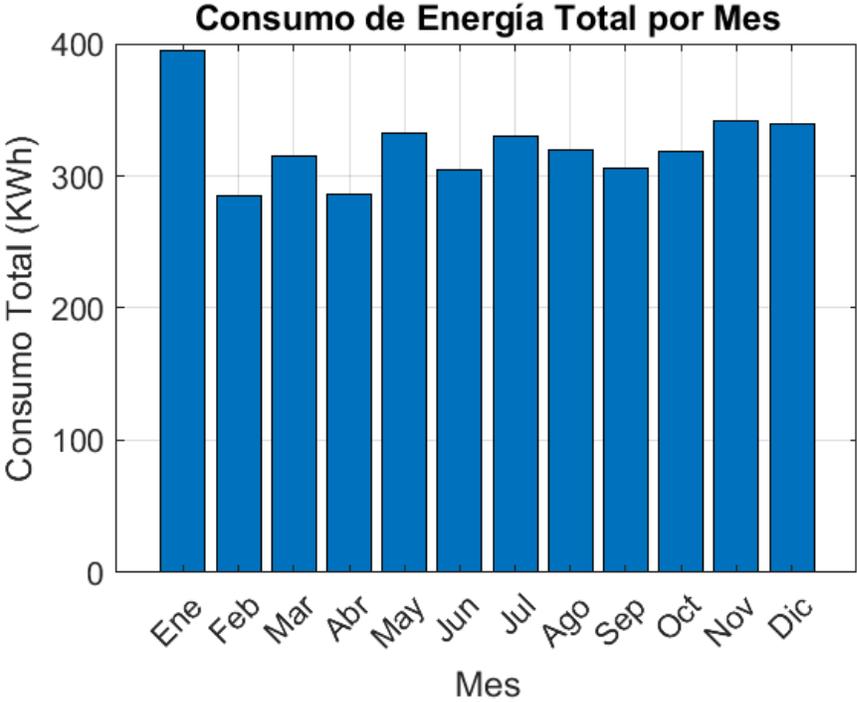
Día con mayor consumo: Domingo

Día con menor consumo: Viernes

Gráfico del consumo diaria semanal en porcentaje anual:



El mes con mayor consumo es Enero con un total de 395.36 KWh.
El mes con menor consumo es Abril con un total de 285.69 KWh.
Gráfico del consumo total en cada mes del año:



La tarifa más económica a lo largo del año es Repsol, con un precio de 923.35:

El precio anual de las tarifas en euros son:

Plenitude: 997.66

Repsol: 923.35

Mercado Regulado: 994.81

Tarifa Más Económica por Mes:

Enero: Repsol

Febrero: Repsol

Marzo: Repsol

Abril: Repsol

Mayo: Repsol

Junio: Repsol

Julio: Repsol

Agosto: Repsol

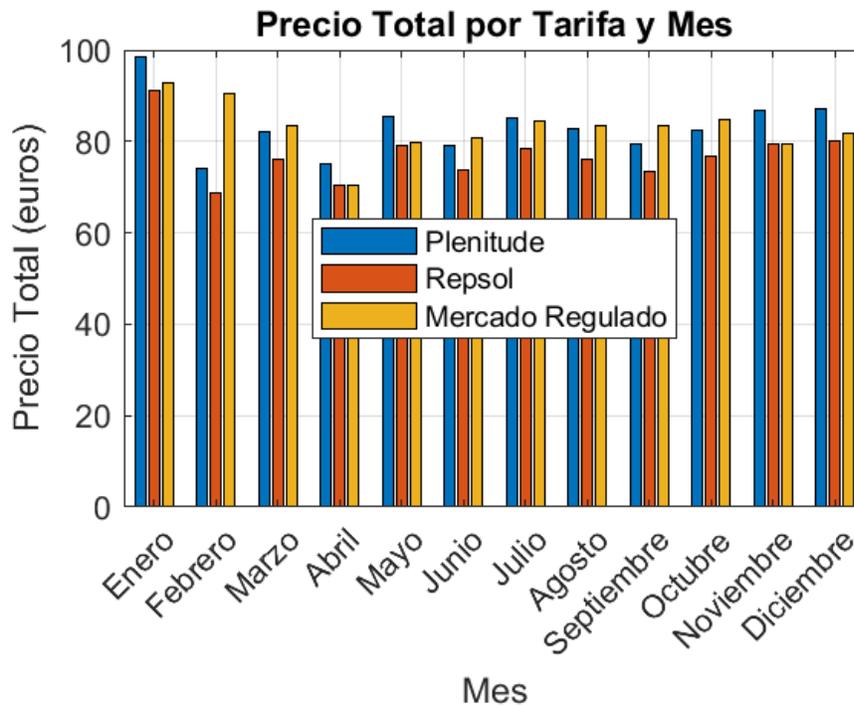
Septiembre: Repsol

Octubre: Repsol

Noviembre: Mercado Regulado

Diciembre: Repsol

Gráfico del consumo mensual de cada tarifa a lo largo del año:



En este reporte, hemos mostrado los gráficos de los consumos y precios de las tarifas para realizar un análisis previo sobre que elección podría ser mas conveniente. También es útil para poder conocer bien nuestro consumo a lo largo del año.

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

6. CONCLUSIÓN

Una vez finalizado este trabajo, se ha llegado a las siguientes conclusiones. Debido a la gran cantidad existente de tarifas eléctricas y distintas comercializadoras eléctricas y a la complejidad de comprender el funcionamiento del mercado eléctrico, no es sencillo para un usuario común saber elegir bien que tarifa eléctrica se adecua más a sus necesidades, o más bien, el solo hecho de realizar un análisis previo sobre cuáles son las necesidades del usuario, si consume más por la noche o por el día, si consume más los fin de semana o entre semana, y si le conviene más o menos el mercado libre o regulado.

Los resultados obtenidos hacen llegar a la conclusión que no hay una elección correcta única sobre el mercado más beneficioso, sino que es variable según las necesidades del usuario. El mercado regulado, por ejemplo, ofrece precios más predecibles en determinadas franjas horarias, lo que podría ser ventajoso para usuarios con un consumo homogéneo a lo largo del día. En cambio, el mercado libre, presenta una gran variedad de tarifas, las cuales han de ser estudiadas para elegir las más adecuada para cada consumidor, por lo que el mercado libre te permite una mayor posibilidad de elección.

La aplicación desarrollada no solo facilita la toma de decisiones para los consumidores, sino que también llega a la conclusión de la importancia de realizar un análisis previo, antes de elegir una tarifa eléctrica. La capacidad de comparar beneficia a los usuarios, asegurando así, una mejor elección posible para el consumidor. Consiguiendo también el conocimiento de que estamos pagando cuando nos llega la factura eléctrica, es decir, de donde vienen todos los costes del precio de la electricidad de nuestra factura.

En conclusión, este proyecto ayuda a mejorar la comprensión y conocimiento del complejo mercado eléctrico, proporcionando una herramienta accesible que permite a los usuarios realizar un cálculo y comparativa con diferentes tarifas eléctricas, para posteriormente, poder analizarlo y llevar a cabo la elección de la tarifa más adecuada para el usuario.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] **Red Eléctrica de España (REE)**. *El suministro de la electricidad.* Disponible en: [https://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/el suministro de la electricidad.pdf](https://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/el_suministro_de_la_electricidad.pdf) [Accedido: 20 julio 2024].
- [2] **Xataka**. *Cómo funciona el mercado eléctrico, a pesar de que el precio a veces llegue a cero, apenas va a repercutir en nuestra factura.* Disponible en: <https://www.xataka.com/energia/como-funciona-mercado-electrico-que-a-pesar-que-precio-a-veces-llegue-a-cero- apenas-va-a-repercutir-nuestra-factura-1> [Accedido: 20 julio 2024].
- [3] **Energigreen**. *Mercado eléctrico español.* Disponible en: <https://www.energigreen.com/mercado-electrico-espanol/> [Accedido: 20 julio 2024].
- [4] **OMIE**. *Operador del Mercado Ibérico de Energía (OMIE)*. [En línea] Disponible en: <https://www.omie.es/> [Accedido: 28 julio 2024].
- [5] **Repsol**. *Tipos de tarifas eléctricas.* Disponible en: <https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/tipos-tarifas-electricas/> [Accedido: 15 agosto 2024].
- [6] **Endesa**. *Mercado libre vs. mercado regulado (PVPC).* Disponible en: <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/sector-energetico/mercado-libre-mercado-regulado-pvpc> [Accedido: 15 agosto 2024].
- [7] **CYE Energía**. *Cómo funciona el mercado eléctrico español.* Disponible en: <https://cye-energia.com/como-funciona-el-mercado-electrico-espanol/> [Accedido: 15 agosto 2024].
- [8] **Eni Plenitude**. *Mercado eléctrico.* Disponible en: <https://eniplenitude.es/blog/actualidad/mercado-electrico/> [Accedido: 15 agosto 2024].
- [9] **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)**. *Peajes eléctricos.* Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/energia/energia-electrica/electricidad/peajes.html> [Accedido: 16 agosto 2024].
- [10] **Boletín Oficial del Estado (BOE)**. *Ley 8/2024, de 16 de junio, de medidas para la eficiencia y sostenibilidad energética.* Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2024-2774 [Accedido: 10 agosto 2024].
- [11] **Roams**. *Tarifa Estable Fácil Luz y Gas (Plenitude).* Disponible en: <https://roams.es/energia/luz-gas/plenitude/tarifa-estable-facil-luz-gas-plenitude/> [Accedido: 20 agosto 2024].
- [12] **Tarifa Luz Hora**. *Tarifas Repsol.* Disponible en: <https://tarifaluzhora.es/companias/repsol/tarifas> [Accedido: 20 agosto 2024].
- [13] **Eni Plenitude**. *Tarifas de luz y gas.* Disponible en: <https://eniplenitude.es/hogar/tarifas-luz-y-gas/> [Accedido: 20 agosto 2024].

APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO Y COMPARATIVA DEL MERCADO ELÉCTRICO

- [14] **ESIOS**. *Análisis de precios y consumo de electricidad*. Disponible en: https://www.esios.ree.es/es/analisis/1001?vis=1&start_date=13-08-2024T00%3A00&end_date=13-08-2024T23%3A55&compare_start_date=12-08-2024T00%3A00&groupby=hour&compare_indicators=1013%2C1014%2C1015 [Accedido: 22 julio 2024].
- [15] **Nexus Energía**. *Distribuidora de luz: ¿Cuál me corresponde?*. Disponible en: <https://www.nexusenergia.com/blog/sector-energetico/distribuidora-de-luz-cual-me-corresponde/> [Accedido: 20 agosto 2024].
- [16] **Consumer**. *Energía eléctrica: diferencia entre el mercado libre y regulado*. Disponible en: <https://www.consumer.es/economia-domestica/servicios-y-hogar/energia-electrica-diferencia-mercado-libre-regulado.html> [Accedido: 20 Agosto 2024].
- [17] **Boletín Oficial del Estado (BOE)**. *Real Decreto 148/2021, de 9 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad*. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-4239> [Accedido: 22 julio 2024].
- [18] **Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)**. *Tarifas Reguladas, abril 2024*. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/Tarifas_Reguladas_abril_2024.pdf [Accedido: 22 julio 2024].
- [19] **El Periódico de España**. *Dudas sobre la factura eléctrica: mercado libre vs. comercializadora regulada*. Disponible en: <https://www.epe.es/es/activos/20240314/dudas-factura-electrica-mercado-libre-comercializadora-regulada-99472618> [Accedido: 22 julio 2024].
- [20] **Boletín Oficial del Estado (BOE)**. *Resolución de 20 de diciembre de 2023, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de acceso de energía eléctrica*. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-26251 [Accedido: 22 julio 2024].