



*TRABAJO FIN DE GRADO*

**ESTUDIO DE MEJORA EN LAS  
CONDICIONES DE CONTRATACIÓN DEL  
SUMINISTRO ELÉCTRICO Y GAS DE LA  
ESCUELA POLITÉCNICA DE MINAS Y  
ENERGÍA**

(Study to improve the contracting conditions of School of Mines and Energy Engineering's electricity and gas supply)

Para acceder al título de:

**Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos**

Autor: Carlos Alberto Aguilar Garzón

Director: Pablo Castro Alonso

Convocatoria: Septiembre 2022

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

**Escuela Politécnica de**

**Minas y Energía**



## **Agradecimientos**

Tras unos años de constantes cambios y nuevos retos tanto personales como profesionales, llega el momento de cerrar una etapa más en el camino, que a pesar de haberse hecho esperar, me ha supuesto un gran esfuerzo.

Aprovecho esta oportunidad para agradecer en primer lugar a mi tutor, Pablo Castro Alonso, por su dedicación y tiempo invertido en este trabajo, que año tras año de aplazamiento siempre estuvo dispuesto a ayudarme.

A toda mi familia y en especial a Cristina, por toda su ayuda y comprensión tanto en los buenos momentos y, sobre todo, en los malos durante los años de carrera, que si hoy estoy donde estoy es solo gracias a ellos.

A mis compañeros de carrera y a los que se han convertido en amigos de por vida, mil gracias por el apoyo, por los grandes momentos compartidos y por hacer que las miles de horas de clase fueran más entretenidas.



## Listado de Figuras

<i>Figura 1: Distribución del consumo energético por sectores .....</i>	<i>- 9 -</i>
<i>Figura 2: Campus de las Llamas en Santander.....</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Figura 3: Campus de Torrelavega .....</i>	<i>- 13 -</i>
<i>Figura 4: Distribución geográfica de las empresas distribuidoras .....</i>	<i>- 19 -</i>
<i>Figura 5: Nueva estructura del mercado eléctrico español .....</i>	<i>- 20 -</i>
<i>Figura 6: Curvas agregadas de oferta y demanda .....</i>	<i>- 24 -</i>
<i>Figura 7: Periodos tarifarios del término de energía y potencia discriminación de dos periodos.-</i>	<i>29 -</i>
<i>Figura 10: Estructura del coste del suministro.....</i>	<i>- 31 -</i>
<i>Figura 11: Evolución de los consumos en mercados libre y regulado .....</i>	<i>- 36 -</i>
<i>Figura 12: Esquema del Sistema Gasista .....</i>	<i>- 37 -</i>
<i>Figura 13: Curvas agregadas de oferta y demanda .....</i>	<i>- 40 -</i>
<i>Figura 14: Estructura del coste del suministro.....</i>	<i>- 44 -</i>
<i>Figura 15: Energía recibida de la red .....</i>	<i>- 50 -</i>
<i>Figura 16: Triangulo de potencias .....</i>	<i>- 51 -</i>
<i>Figura 17: Gasto de energía eléctrica y de gas natural de la Universidad de Cantabria .....</i>	<i>- 71 -</i>
<i>Figura 18: Distribución del consumo en un centro educativo.....</i>	<i>- 72 -</i>
<i>Figura 19: Hoja de cálculo para optimización de potencias .....</i>	<i>- 73 -</i>
<i>Figura 20: Consumo eléctrico/superficie de las diversas universidades españolas y el valor medio ...-</i>	<i>88 -</i>
<i>Figura 21: Consumo eléctrico/alumno de las diversas universidades españolas y el valor medio .-</i>	<i>89</i>
<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Figura 22: Distribución del consumo de electricidad anual por m2 .....</i>	<i>- 91 -</i>
<i>Figura 23: Distribución del consumo de electricidad anual por persona.....</i>	<i>- 91 -</i>



## Listado de Tablas

<i>Tabla 1: Periodos tarifarios con discriminación de tres periodos en baja tensión</i> .....	- 29 -
<i>Tabla 2: Periodos tarifarios con discriminación de seis periodos en media/alta tensión</i> .....	- 30 -
<i>Tabla 3: Precios para los peajes de acceso vigentes</i> .....	- 33 -
<i>Tabla 4: Precios para los peajes de acceso vigentes</i> .....	- 48 -
<i>Tabla 5: Precios para los cargos del sistema gasista vigentes</i> .....	- 49 -
<i>Tabla 6: Precios para el alquiler de equipo de medición de electricidad</i> .....	- 55 -
<i>Tabla 7: Precios para el alquiler de equipo de medición de gas natural</i> .....	- 58 -
<i>Tabla 8: Listado de tarifas de acceso por centro de consumo de baja tensión</i> .....	- 67 -
<i>Tabla 9: Listado de tarifas de acceso por centro de consumo de alta tensión</i> .....	- 68 -
<i>Tabla 10: Listado de tarifas de acceso por centro de consumo de gas natural</i> .....	- 68 -
<i>Tabla 11: Listado precios de la energía eléctrica por tarifa de acceso.</i> .....	- 69 -
<i>Tabla 12: Listado precios de la energía del gas natural por tarifa de acceso</i> .....	- 69 -
<i>Tabla 15: Precios para los suministros energéticos de la Escuela de Minas y Energía</i> .....	- 70 -
<i>Tabla 16: Gasto por consumo de electricidad de la Escuela de Minas y Energía</i> .....	- 80 -
<i>Tabla 17: Gasto por consumo de Gas Natural de la Escuela de Mina y Energía</i> .....	- 81 -
<i>Tabla 18: Resumen Potencia Instalada en la Escuela Politécnica de Minas y Energía</i> .....	- 83 -
<i>Tabla 19: Potencias contratadas actualmente</i> .....	- 84 -
<i>Tabla 20: Potencias registradas del año 2017 en kW</i> .....	- 84 -
<i>Tabla 21: Importes facturados en la situación actual de potencias</i> .....	- 84 -
<i>Tabla 22: Nuevas potencias, resultado de la simulación</i> .....	- 85 -
<i>Tabla 23: Energía activa y reactiva facturada</i> .....	- 86 -
<i>Tabla 24: Porcentaje equivalente de energía reactiva consumida en función de la energía activa.</i> -	- 87 -
-	-
<i>Tabla 25: Valores medios de consumo eléctrico/superficie para los años estudiados</i> .....	- 89 -
<i>Tabla 26: Valores medios de consumo eléctrico/persona para los años estudiados</i> .....	- 89 -
<i>Tabla 27: Energía eléctrica consumida por la Escuela Politécnica de Minas y Energía a lo largo de los ultimo 5 años</i> .....	- 90 -



## Índice

Índice.....	- 4 -
1. Introducción.....	- 8 -
1.1. Universidad de Cantabria.....	- 13 -
2. Objetivo y alcance del estudio.....	- 16 -
3. Estado del arte.....	- 18 -
3.1. Estudio bibliográfico.....	- 18 -
3.1.1. Mercados energéticos.....	- 18 -
3.1.1.1. Mercado eléctrico español [4] [5].....	- 18 -
3.1.1.1.1. Estructura del mercado eléctrico español actual.....	- 20 -
3.1.1.1.2. Funcionamiento del mercado eléctrico español.....	- 23 -
3.1.1.1.2.1. Mercado mayorista.....	- 23 -
3.1.1.1.2.1.1. Mercado diario.....	- 23 -
3.1.1.1.2.1.2. Mercado intradiario.....	- 24 -
3.1.1.1.2.1.3. Mercado intradiario continuo europeo.....	- 25 -
3.1.1.1.2.2. Mercado minorista.....	- 25 -
3.1.1.1.3. Tarifas de Electricidad [6].....	- 26 -
3.1.1.1.3.1. Discriminación horaria.....	- 28 -
3.1.1.1.3.1.1. Periodos de aplicación.....	- 28 -
3.1.1.1.4. Coste del Suministro Eléctrico [7] [8] [9] [10].....	- 31 -
3.1.1.1.4.1. Precio de la Energía Eléctrica.....	- 32 -
3.1.1.1.4.2. Costes Regulados.....	- 32 -
3.1.1.1.4.2.1. Pagos por capacidad.....	- 34 -
3.1.1.1.4.2.2. Primas a las Renovables.....	- 34 -
3.1.1.1.4.2.3. Déficit Tarifario.....	- 34 -
3.1.1.1.4.3. Impuestos al consumo.....	- 35 -
3.1.1.2. Mercado gasista español [11].....	- 36 -
3.1.1.2.1. Estructura del mercado gasista español actual.....	- 37 -



3.1.1.2.2.	Funcionamiento del mercado gasístico español .....	39 -
3.1.1.2.2.1.	Mercado mayorista.....	40 -
3.1.1.2.2.1.1.	Subasta .....	40 -
3.1.1.2.2.1.2.	Mercado Continuo .....	41 -
3.1.1.2.2.2.	Mercado minorista .....	41 -
3.1.1.2.3.	Tarifas de Gas Natural [12] [13] [14] [15] .....	41 -
3.1.1.2.4.	Coste del Suministro de Gas Natural [13] [14] [16] [17].....	44 -
3.1.1.2.4.1.	Precio de la Energía.....	44 -
3.1.1.2.4.2.	Costes regulados.....	44 -
3.1.1.2.4.2.1.	Peajes de acceso .....	45 -
3.1.1.2.4.2.2.	Cargos del sistema gasista.....	48 -
3.1.1.2.4.3.	Impuestos al consumo .....	49 -
3.1.2.	Facturación.....	50 -
3.1.2.1.	Suministro Eléctrico [6] [10] [18] [19] [20] [21] [22] .....	50 -
3.1.2.1.1.	Energía Reactiva .....	50 -
3.1.2.1.1.1.	Compensación de reactiva .....	52 -
3.1.2.1.2.	Penalización por excesos de potencia.....	52 -
3.1.2.1.3.	Alquiler de equipo de medida.....	54 -
3.1.2.1.4.	Impuesto eléctrico .....	55 -
3.1.2.2.	Suministro de gas natural [15] [23] [24] [25] [26].....	56 -
3.1.2.2.1.	Término por capacidad contratada.....	56 -
3.1.2.2.2.	Alquiler de equipos de medida .....	57 -
3.1.2.2.3.	Impuesto sobre hidrocarburos .....	58 -
3.2.	Estudio científico.....	60 -
3.2.1.	Documento 1 .....	61 -
3.2.2.	Documento 2 .....	62 -
3.2.3.	Documento 3 .....	63 -
3.2.4.	Documento 4 .....	64 -
4.	Metodología .....	66 -
4.1.	Situación energética de partida.....	67 -



4.1.1.	Descripción de los contratos vigentes .....	67 -
4.2.	Evaluación del gasto energético.....	71 -
4.2.1.	Suministro eléctrico.....	72 -
4.2.1.1.	Verificación de la tarifa de acceso.....	73 -
4.2.1.2.	Verificación de las Potencias Contratadas.....	73 -
4.2.1.3.	Energía reactiva.....	75 -
4.2.2.	Gas natural .....	75 -
4.2.3.	Optimización del consumo .....	77 -
4.2.3.1.	Racionalización de horarios y espacios educativos .....	78 -
4.2.3.2.	Otras medidas .....	78 -
5.	Resultados .....	80 -
5.1.	Evaluación del gasto energético.....	80 -
5.1.1.	Suministro eléctrico.....	82 -
5.1.1.1.	Verificación de la tarifa contratada .....	82 -
5.1.1.2.	Verificación de las Potencias Contratadas.....	83 -
5.1.1.3.	Energía reactiva.....	85 -
5.1.2.	Optimización del consumo .....	88 -
6.	Conclusiones.....	93 -
7.	Referencias.....	96 -



# **1. Introducción**



## 1. Introducción

El sector energético es uno de los pilares fundamentales de la economía de un país y de sus empresas. El conocimiento y entendimiento de todo proceso energético dentro de una empresa, como puede ser la Universidad de Cantabria, constituye un papel fundamental en la optimización de sus recursos económicos siendo el consumo energético una de las principales fuentes de gasto.

Según datos del informe anual de BP "*BP Statistical Review of World Energy 2020*" [1], el consumo de energía final en España en el año 2019 fue de 86.158 ktep (kilo-toneladas equivalentes de petróleo), un 0,66% menos respecto al año 2018 (86.739 ktep), rompiendo con la misma tendencia de crecimiento de los últimos años. Dentro del consumo anual de energía final, el nivel de consumo sectorial mantiene cierta estabilidad estructural, situando el sector del transporte en cabeza con aproximadamente el 44% del consumo total. El sector industrial sigue manteniendo un retroceso en su consumo, con el 24% de la demanda, lo que se contrasta con el creciente protagonismo que han adquirido los sectores residenciales, servicios y agricultura, alcanzando un 32% de la demanda.



## DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO FINAL POR SECTOR - 2019

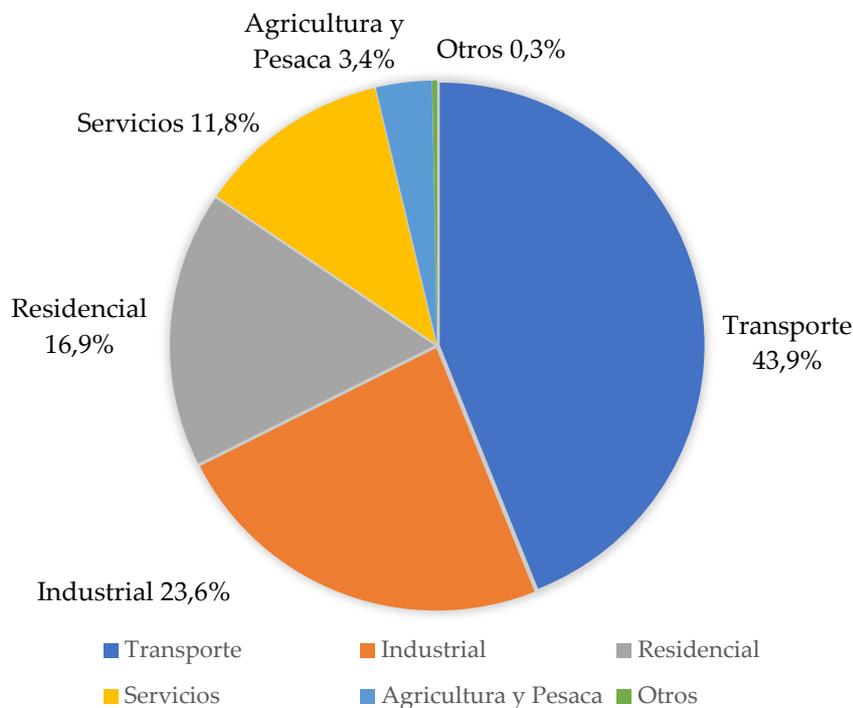


Figura 1: Distribución del consumo energético por sectores

Visto el crecimiento inevitable del consumo energético generado por la cantidad inmensa de energía que demanda la sociedad actual, ha hecho focalizar la atención en crear un nuevo marco normativo hacia un nuevo modelo energético basado en un consumo eficiente y responsable. Este reto ha venido siendo asumido durante años, pero más intensamente en los últimos años con la implantación de numerosas directrices que reglamentan todos estos aspectos de ahorro y eficiencia energética, con el objetivo de aportar las medidas necesarias para la mejora social de estos aspectos, orientando a la ciudadanía hacia el desarrollo sostenible y mejora de la competitividad mediante la transferencia de conocimiento y la formación en esta materia.

La legislación española cuenta con leyes, directivas, recomendaciones, las cuales buscan regular todos estos aspectos destacados. Definen las normas y directrices por las que se pretende unir la demanda energética con la generación y realizar un buen aprovechamiento de la energía. Como referencia se pueden destacar los siguientes planes: el *Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020* [2], plan que da continuidad a los planes anteriores en el marco de la *Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020* [2].



Cabe destacar, además, algunas de las medidas establecidas por los planes anteriormente mencionados, y que están relacionadas con el tema que se desarrollará en el estudio:

- > Implementar obligatoriamente la certificación energética para las edificaciones nuevas o ya existentes.
- > Motivar medidas que ahorren energía en las instalaciones:
  - Eliminar gradualmente bombillas de baja eficiencia
  - Reducir el consumo eléctrico en edificios un 10%
- > Realizar una adecuada gestión energética
- > Mantener la temperatura dentro de los umbrales de confort (no superar los 21°C en invierno y no bajar de los 26°C en verano)

Gran parte de las medidas son destinadas a los sectores del transporte y de la edificación, debido al peso que están ganando dentro de la demanda energética global, contando con un fuerte potencial de ahorro frente al resto de los sectores de consumo. En el 2019, el consumo energético de los edificios representó el 28,7% de la demanda total de energía final, una de las razones por las que los edificios (existentes y nuevos) se convierten en el principal foco de las nuevas políticas alrededor de la eficiencia energética.

Es necesario un cambio de comportamiento energético dentro de los cinco grandes sectores consumidores (industrial, terciario, comercio, residencial y agrario) que permitan el desarrollo del modelo energético del que hablamos anteriormente, un modelo energético basado en el consumo eficiente y responsable.

La contratación de los suministros energéticos no es un aspecto que pertenezca al campo de la eficiencia en sí, pero sí está directamente relacionado con él. La correcta contratación de los suministros energéticos y el ajuste de estos a las necesidades reales de los diferentes centros educativos podría hacer que el consumo energético tuviera un menor impacto económico sobre el presupuesto anual de estos centros, el cual se ha venido reduciendo a lo largo de los últimos años.

Se realiza el siguiente estudio con el fin de localizar puntos críticos en los que poder actuar con el objetivo de ayudar a reducir las necesidades energéticas y, en consecuencia, ahorrar en costes en las facturas de estos suministros, sin perder en cuotas de calidad o confort dado el tipo de usuario y la finalidad de las instalaciones, las cuales requieren unas condiciones óptimas para la concentración y estimulación del aprendizaje.



El contexto coyuntural actual (post-pandemia por COVID-19, guerra territorial entre Ucrania-Rusia, escasez y volatilidad de los valores de las materias primas, situación diplomática entre España-Marruecos, etc.) ha venido afectando en mayor o menor medida a los diferentes sectores económicos a nivel mundial.

El sector energético tras la caída abrupta de la demanda energética como consecuencia de la disminución del consumo tras el parón absoluto de la actividad productiva de todos los países provocó una caída generalizada de los precios de la energía. España estuvo entre los países con mayor caída del consumo energético dentro de la Unión Europea, aproximadamente un 11% menos respecto al año anterior. La imposición de medidas restrictivas, en busca de frenar la propagación de la enfermedad, detuvieron toda la actividad no esencial del país lo que se traduce en una reducción del consumo de electricidad y de gas, y en consecuencia una caída de sus correspondientes valores.

Con la llegada de la vacuna contra la COVID-19 y la vacunación exhaustiva de toda la población como prioridad, se iniciaba la vuelta a "La nueva normalidad". La Vuelta a las escuelas, reapertura de fábricas, hostelería, hoteles iba a suponer la activación de toda la economía del país con el fin de conseguir una rápida recuperación tras dos años de pandemia. Objetivo que se ve truncado debido a la explosión de una invasión sin precedentes llevada a cabo por Rusia en terrenos ucranianos.

La recuperación económica, a pasos agigantados, se centraba en ayudar a todos los colectivos con un plan de contingencia basado en medidas como por ejemplo; reducción de impuestos con repercusión inmediata en la factura, establecimiento de un Suministro Mínimo Vital con el objetivo de proteger a las familias más vulnerables, etc. que a pesar de su implantación, la escalada de los precios en los diferentes mercados energéticos siguió incrementando hasta niveles nunca vistos, motivada principalmente por la incesante subida del Gas Natural en los mercados internacionales, que junto con el riesgo inminente de un corte de suministro del gas proveniente de Rusia, hacen que la situación sea extrema.

El Gobierno para cumplir con su compromiso y resolver la situación, ha implantado un nuevo paquete de medidas extraordinarias con aplicación inmediata dirigidas a proteger los consumidores y la economía del país. Dentro de este nuevo conjunto de medidas se pueden destacar: aprobación de la "Excepción Ibérica", mecanismo para limitar el precio del gas con el objetivo de rebajar el precio de la electricidad, y la entrada en vigor del Plan de Ahorro y Gestión Energética del Gobierno con el que se busca una reducción del consumo energético, a teves del aumento y reducción de las temperaturas de refrigeración y calefacción correspondientemente, en el sector público y sector terciario.



Toda esta situación y medidas extraordinarias motivadas por el comportamiento volátil prologado de los mercados energéticos y la gran incertidumbre que existe aún en las previsiones de estabilización de la economía, ha marcado un antes y un después en todos los aspectos relacionados con la contratación de los suministros energéticos. Visto el objeto de este estudio, mencionado anteriormente, se analizarán aquellas medidas que afecten a la contratación con carácter permanente y mención a las medidas con carácter temporal.



## 1.1. Universidad de Cantabria

La Universidad de Cantabria está formada por dos campus, uno de ellos ubicado en el Parque de Las Llamas de Santander (Figura 2), distribuido de forma lineal y que lo componen trece edificios; el otro en el Boulevard Ronda en Torrelavega (Figura 3), formado por dos edificios, uno de los cuales es el objeto del estudio. Además de contar con varios centros adscritos en las dos localidades mencionadas y en Comillas.



Figura 2: Campus de las Llamas en Santander  
Fuente: Oficina Ecoampus Unican



Figura 3: Campus de Torrelavega  
Fuente: Google Maps

En cuanto a la eficiencia energética, dentro de la Universidad Cantabria se han impulsado planes que fomentan al ahorro y uso eficiente de los recursos energéticos de los que se disponen [3]. Una de las causas motivadoras de estos planes es la detección del elevado consumo que se produce en los diferentes edificios de la Universidad, que junto con el desequilibrio con el que se produce generan un elevado impacto económico sobre el presupuesto anual, el cual se ha visto reducido de forma radical en los últimos años. Los



planes de referencia son “Ecocampus Agenda 21”, desarrollado en el periodo 2008-2012 y el actual convenio de colaboración firmado con la empresa Enefy S.L.

El objetivo principal de este último acuerdo es analizar los datos de consumo energético y proponer nuevos hábitos que contribuyan a la reducción de consumo energético de todos los centros de la Universidad, para lo cual se monitorizan los datos de consumo energía eléctrica, con el fin de definir unos indicadores de seguimiento de la eficiencia energética y recomendar actuaciones para ayudar a su mejora.

A pesar de aplicarse los mismos patrones para conseguir una correcta iluminación, accesibilidad de los espacio, climatización y seguridad; dentro de los edificios se desarrollan actividades totalmente diferentes, es por lo que el consumo de estos está distribuido de forma asimétrica. Factores como pueden ser, el aislamiento térmico del edificio, la distribución de los espacios, los equipos dirigidos a la climatización influyen igualmente en la eficiencia y en la forma en la que se consume en cada edificación.

Estas variaciones en el consumo, aparte de ser producidas por las razones anteriormente descritas, son causadas por la variedad de equipamiento de cada edificio. Una forma de evaluar el grado aprovechamiento de los recursos disponibles es mediante la valoración del número de equipos informáticos instalados, maquinaria empleada en los diferentes laboratorios y áreas de investigación, número de aulas de estudio, etc... De forma que se pueda realizar un correcto análisis de todos los puntos de consumo de la edificación.

El gasto energético en electricidad y gas supone para la Universidad de Cantabria aproximadamente 2.500.000 € anuales, además de unos 200.000 € en gastos de mantenimiento de las instalaciones, convirtiéndose en un gasto significativo, en tono al 2,5% del presupuesto total. La parte correspondiente al consumo eléctrico es la que tiene mayor peso dentro de gasto total, manteniéndose similar al año anterior (-0,26%). El consumo de gas natural, por lo contrario, mostro un aumento de al menos un 9% debido a la dependencia del coste de este al tiempo atmosférico de la comarca.



## **2. Objetivo y Alcance del Estudio**



## 2. Objetivo y alcance del estudio

El objetivo principal que seguimos con la realización de este estudio es elaborar un análisis de las condiciones contractuales que abarcan a los suministros energéticos de electricidad y gas de una de las edificaciones pertenecientes a la Universidad de Cantabria, en concreto al edificio de la Escuela Politécnica de Minas y Energía situada en el municipio de Torrelavega, con el fin de conseguir un ajuste del consumo energético a las necesidades reales del edificio mediante el análisis pormenorizado de facturas, lecturas de contadores y evaluación de los hábitos establecidos dentro de la Escuela.

Para la realización del estudio se utilizarán datos facilitados por el Departamento de Servicios de Infraestructuras de la Universidad de Cantabria. Se tomará como referencia los datos de consumo eléctrico y de gas de los últimos ocho años, con los que se generará una visión fiable de la distribución de estos consumos y ayudando a identificar posibles anomalías en estos.

El objetivo es lograr representar el consumo a lo largo de los consecutivos cursos académicos, de forma que sea posible la identificación de las variaciones al largo de estos como, por ejemplo, en fechas de exámenes se genera una variación del consumo debido a la suspensión de las clases. Con el fin de estudiar de forma detallada esta distribución y de las razones por las que se producen y así, evaluar las posibles medidas de mejora en busca de reducir en gasto energético.



### **3. Estado del Arte**



## 3. Estado del arte

### 3.1. Estudio bibliográfico

La universidad de Cantabria, como institución pública, está obligada a enfrentarse al desafío de encontrar la mejor gestión de sus recursos energéticos, la cual le permitirá un crecimiento económico, pudiendo redireccionar los posibles ahorros a otros campos, y además, conseguir un mayor bienestar social y reducir el impacto sobre el medio natural. Las medidas aplicadas están orientadas a la optimización de la distribución de la demanda energética, consiguiendo la reducción de costes y ganando nivel de eficiencia energética.

Dentro de este apartado estudiaremos la estructura de los mercados energéticos en España, sin perder de vista el objetivo principal de este estudio, verificar las condiciones de contratación de los suministros energéticos actuales de la Escuela, comprobando si estas condiciones se ajustan a las necesidades reales del edificio, en el caso que no lo sea realizar las modificaciones pertinentes. Se describirá las estructuras de los mercados energéticos, tanto eléctrico como el gasista, conceptos generales propios de cada sector, funcionamiento de cada uno de ellos, etc....

#### 3.1.1. Mercados energéticos

##### 3.1.1.1. Mercado eléctrico español [4] [5]

El mercado eléctrico español a lo largo de su historia había sido reglado por el Estado, siendo el único encargado de regular los precios. Con la implantación de la *Ley 54/1997 de 27 de noviembre del 1997* el mercado eléctrico español era liberalizado. Posteriormente dicha ley sufre variaciones hasta ser derogada por la *Ley 24/2013 de diciembre de 2013*.

Durante época de no liberalización, el mercado se regía por un oligopolio de cinco grandes compañías, la cuales se distribuían de forma geográfica el mercado. No existía ningún tipo de competencia entre ellas, manteniendo un interés en común, cada empresa era la encargada de realizar, simultáneamente, todas las actividades del proceso de suministro eléctrico, de forma que a los clientes se les imponía su compañía eléctrica.



Figura 4: Distribución geográfica de las empresas distribuidoras  
Fuente: Asociación de Empresas de Eficiencia Energética

El marco estructural bajo el que se regía el mercado eléctrico estaba compuesto por cuatro actividades reguladas, generación – transporte – distribución – comercialización.

De la generación de la energía eléctrica se encargaban las *empresas productoras*, a las cuales se les retribuía la generación con los llamados Costes Estándar; estos costes engloban costes, tales como los de inversión, costes de combustible para la generación de electricidad, etc. Mediante estos las empresas son capaces de conseguir la amortización de la inversión y conseguir los beneficios por su actividad.

El transporte de la energía eléctrica se les encomendaba a diversas empresas, eran las encargadas de transmitir la electricidad en las diferentes zonas del país. El sistema existente contaba con una mala interconexión entre zonas, por lo que se crea una empresa encargada del transporte por las líneas eléctricas de alta tensión, esta empresa fue nombrada Red Eléctrica Española (REE).

La forma de distribución de la energía eléctrica se siguió realizando de la misma manera, por empresas privadas dueñas de las líneas eléctricas de media y baja tensión. A estas empresas se les reconoce su actividad con unos costes que permiten que tengan un porcentaje de beneficios.



Para la comercialización de la electricidad solo existía una única tarifa, conocida como Tarifa Integral, se aplicaba esta tarifa a todos los usuarios finales con el mismo tipo de consumo.

### 3.1.1.1. Estructura del mercado eléctrico español actual

Con la aprobación de la Ley 54/1997 el mercado eléctrico español deja de ser regulado y pasa ser un mercado liberalizado. Se reestructuran sus bases quedando dividido, por una parte, las actividades reguladas como el transporte y la distribución, y por la otra las no reguladas como la generación y comercialización de la energía eléctrica.



Figura 5: Nueva estructura del mercado eléctrico español  
Fuente: Asociación de Empresas de Eficiencia Energética

Con esta nueva distribución del mercado, la presente ley limita a que una misma compañía pueda operar en más de una de las etapas que compone el suministro, generando la separación entre la distribución y la comercialización. De esta forma, los clientes finales adquieren la posibilidad de negociación de sus suministros eléctricos, esta capacidad atribuida a los consumidores marca la principal característica de la liberalización del mercado eléctrico.

A continuación, se citan los principales beneficios de la implantación de la nueva distribución del mercado eléctrico:



- > Competitiva entre empresas:
  - Libertad de elección de las energías primarias
  - Se crea un Mercado de Generación
  - Capacidad de elegir compañía eléctrica
  - Acceso a empresas a la red de distribución
- > Promover el uso de energías renovables
- > La intervención de Estado es mínima

A lo largo de los posteriores años a la aprobación de la liberalización del mercado eléctrico, se realizaron variedad de modificaciones en las leyes que rigen el sector, generando nuevas leyes que seguían manteniendo la distribución de actividades que se había establecido en el principio de la liberalización. Actividades reguladas: transporte y distribución, actividades no reguladas: generación y comercialización.

### **Producción:**

Empresas encargadas de la generación de la energía eléctrica, además son las encargadas de construir y mantener las instalaciones donde se lleva a cabo la producción. A pesar de tratarse de una actividad no regulada, existe un nivel de control que hace posible el correcto funcionamiento del mercado.

La producción se puede dividir de diferentes formas, dependiendo del origen de la energía primaria o de la tecnología utilizada. Pero de forma general las empresas generadoras se pueden dividir en:

- Productores en régimen ordinario.
- Productores en régimen especial: generadores de electricidad mediante energías renovables y de cogeneración. Potencias menores a 50MW.

### **Transporte:**

El agente regulador del transporte es Red Eléctrica Española (REE), encargada de gestionar el transporte en todo el territorio nacional, además de realizar los intercambios internacionales de electricidad. La red de transporte está compuesta por las líneas de alta y media tensión.



La red de transporte queda dividida de la siguiente forma:

- Red de transporte primario: líneas de alta tensión,  $\geq 380$  kV.
- Red de transporte secundario: líneas de media tensión, 220 kV.

### **Distribución:**

La distribución, a pesar de ser una actividad regulada, es llevada a cabo por compañías privadas, a las cuales el Estado les reconocer unos costes que serán pagados por los clientes finales en la parte regulada de la tarifa. Estas empresas son las encargadas de llevar la energía eléctrica hasta el punto de consumo, o bien a otras redes secundarias de distribución. Existen aproximadamente 333 empresas distribuidoras en nuestro país.

De la misma forma que pasa con las empresas generadoras, estas empresas se deben encargar de la construcción, mantenimiento y funcionamiento de las instalaciones necesarias para el suministro, y además de la instalación, reparación de los contadores eléctricos y contabilización de los consumos que posteriormente facturara la empresa comercializadora.

### **Comercialización:**

La venta de la energía eléctrica a los consumidores se realiza de forma directa, las empresas que comercializan pactan un precio de venta con el cliente final o consumidor. Estas empresas ejercen un papel de intermediarios, se encargan de las actividades contractuales entre el consumidor y las partes producción-transporte-distribución.

Entre las funciones que desarrollan los comercializadores, está la de medir el consumo de cada punto de consumo, a partir del cual generara la facturación mensual. Además, deberán de garantizar que sus clientes cumplen con los requisitos establecidos para ser consumidores.

La compra de la energía eléctrica la realizan en función a la demanda correspondiente de su cartera de clientes. La comercializadora comprará esta energía dentro del pool eléctrico o directamente a las compañías generadoras (contratos bilaterales). Dependiendo de cómo se realiza la compra, se establece el precio de la tarifa de venta que la comercializadora pondrá a sus clientes. Generando así, precios diferentes de una comercializadora a otra.



#### 3.1.1.1.2. Funcionamiento del mercado eléctrico español

En este apartado se explicará el funcionamiento integral del mercado eléctrico nacional, como precedente al establecimiento de precio que cada comercializadora impone a sus clientes por la energía eléctrica consumida.

Dentro del sistema de compra y venta, se puede diferenciar dos tipos de mercados;

- > El mercado mayorista, los integrantes son las compañías generadoras, las comercializadoras y algún consumidor cualificado. El día anterior al día de suministro, mediante subasta se establece un precio y una cantidad de energía para cada hora del día.
- > El mercado minorista, en él se establecen las relaciones entre las comercializadoras y puntos de consumo de menor escala, pequeñas empresas y usuarios domésticos.

##### 3.1.1.1.2.1. Mercado mayorista

Este mercado es gestionado por el Operador del Mercado Ibérico de la Electricidad (OMIE). Dentro de este mercado existen otros tres sub-mercados, que se categorizan por el momento en el que se realiza la compraventa de la energía eléctrica:

##### 3.1.1.1.2.1.1. Mercado diario

Dentro de este mercado se produce la compra y la venta de energía eléctrica mediante la generación de órdenes de compra por parte de las comercializadoras y de venta por parte de las generadoras. Los productores ofertan la cantidad de electricidad que generaran al día siguiente y establecen un precio para realizarlo. Por otra parte, las comercializadoras y los consumidores directos autorizados lanzan la cantidad de energía que quieren y el precio al que están dispuestos a comprarla. Las ofertas se realizan para cada unidad de las 24 horas del día siguiente, día de suministro.

El operador debe conocer a las 12:00 horas todas las ofertas de venta y de compra, para posteriormente ordenarlas en dos curvas: la primera curva corresponde a las ofertas agregadas (se ordenan las ofertas de forma ascendente), la segunda es la curva de la demanda agregada (se ordenan las ofertas de compra de forma descendente). El punto de intersección entre estas dos curvas establece el precio de casación. El volumen bajo la curva de la izquierda marca la cantidad de energía eléctrica que debe generarse para cada hora.

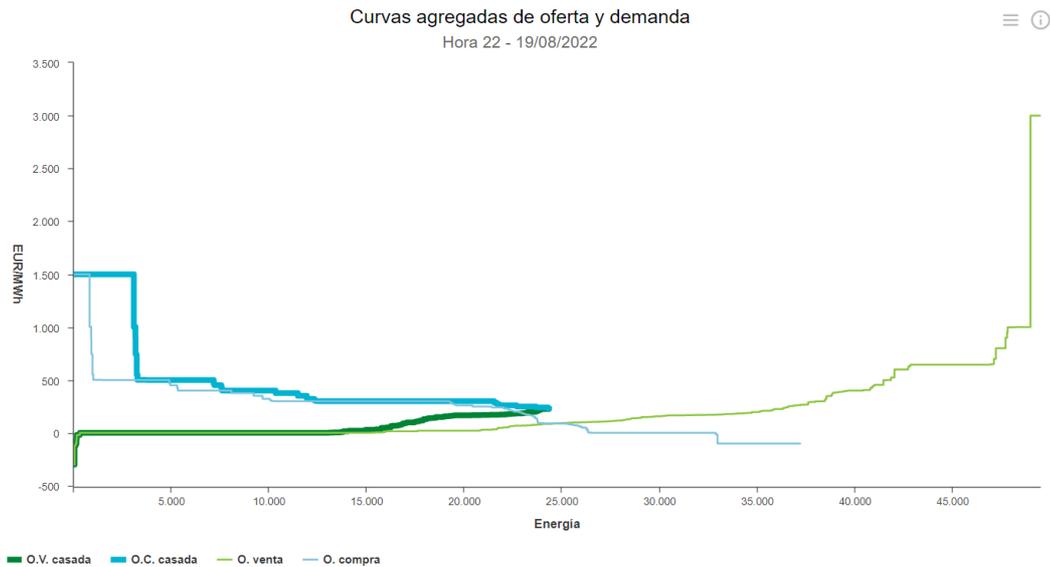


Figura 6: Curvas agregadas de oferta y demanda  
Fuente: OMIE.es

A los productores se les pagará la energía que produzca a precio de casación, independientemente de que ofertaran a un precio inferior o que las comercializadoras ofrecieran un precio superior.

La forma en que las centrales con poca flexibilidad, como por ejemplo las centrales nucleares, se aseguran la casación es ofertar la energía a precio cero, dejando que sean las otras tecnologías las que establezcan el precio a la que se pueda vender la electricidad. Al final el precio de casación será el mismo para todos.

### 3.1.1.1.2.1.2. Mercado intradiario

En las horas posteriores a la casación se pueden producir variaciones en lo pactado en el mercado diario, como por ejemplo en las centrales eólicas, puede variar su generación por falta de viento por lo que no podrá proveer la energía que había ofertado. Para compensar este desajuste, entra en funcionamiento el mercado intradiario, gestionado también por el OMIE.

Se distribuye en seis sesiones, en las cuales solo los participantes del mercado diario pueden realizar ofertas de compra o de venta, independientemente de si es una compañía generadora o no.



#### 3.1.1.1.2.1.3. Mercado intradiario continuo europeo

Del mismo modo que en el mercado intradiario, se producen variaciones y desajustes en las previsiones acordadas en el mercado diario que son necesarias cubrir. Como se mencionaba anteriormente, las centrales eólicas pueden sufrir una variación en su producción provocada por la falta de aire, este desajuste de energía se puede compensar a través de las diferentes sesiones del mercado intradiario. Si finalmente no se consigue el ajuste, se puede recurrir al mercado intradiario continuo europeo en el cual se podría acceder a ofertas de venta de energía de otras zonas eléctricas de Europa hasta una hora antes de que se produzca el suministro.

Dentro de cada sesión se establece el precio de la energía mediante casación y la cantidad a generar. La suma de los tres mercados, mercado diario, cada una de las sesiones del intradiario y las operaciones cerradas en el mercado intradiario europeo, será el resultado final.

#### 3.1.1.1.2.2. Mercado minorista

En este mercado las empresas comercializadoras venden la energía comprada anteriormente, bien sea en el mercado diario o intradiario, a su cartera de clientes (hogares, empresas medianas o pymes). El precio de venta al consumidor es el factor que diferencia a una comercializadora del resto, ya que los pagos por acceso (peajes) están totalmente regulados por la administración y son los mismos para todos.

Las comercializadoras se encargan de realizar las ofertas a sus clientes, tras la aceptación de las condiciones por parte de estos, se encarga del proceso de contratación de los suministros eléctricos. Posteriormente, realiza el seguimiento del consumo mediante lecturas en los equipos de medida para gestionar la facturación bajo las condiciones anteriores.

Los consumidores de este mercado tienen la posibilidad de contratar el suministro con una comercializadora cualquiera o hacerlo con unas de las comercializadoras de referencia, para estar sujeto a las Tarifas de Último Recurso (TUR). El requisito para poder beneficiarse de esta tarifa es tener contratada una potencia menor a 10 kW. El precio de venta lo establece REE y es llamado Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC). El cálculo de este precio es función del precio de los mercados diario e intradiario.



En el caso de que el consumidor tenga un contrato con una comercializadora de libre mercado, el cliente pagara el precio pactado con esta compañía, que normalmente es un precio fijo que se mantiene a lo largo del primer año de suministro. Las empresas comercializadoras de este tipo establecen el precio de venta teniendo en cuenta los costes de compra en el mercado, más el margen de beneficio propio de cada empresa.

La facturación para estos pequeños consumidores, habitualmente se realiza de forma bimestral por la comercializadora de referencia. La cual se apoya en las lecturas de los equipos de medida.

Estas compañías de referencia, además de ser las únicas con la capacidad de ofertar la tarifa de último recurso, se encargan de los consumidores que no pueden adherirse a esta tarifa, pero de forma transitoria hasta que el consumidor contrate el suministro con una comercializadora de mercado libre.

#### 3.1.1.1.3. Tarifas de Electricidad [6]

La clasificación de las tarifas eléctricas de un punto de consumo dependerá de cada compañía distribuidora. Cada una de las tarifas tiene asociado un peaje de acceso, que se clasifican por tensión, potencia contratada y periodos de discriminación horaria.

Cada una de las tarifas consta de un término de potencia (cargos fijos) correspondiente a los costes regulados por peajes y cargos, como por ejemplo, costes de infraestructura denominados gastos del sistema eléctrico, que son recaudados por las compañías distribuidoras mediante el término de peaje. Y un término de energía (cargos variables) correspondiente a la energía consumida. Un porcentaje de los términos fijos y variables que describimos al principio, son destinados al pago de los gastos del sistema eléctrico.

Con la entrada en vigor del Real Decreto-ley 1/2019 se cambia por completo el sistema de tarifas, consumo y facturación en España. A partir del 1 de Junio de 2021, todos los consumidores de energía eléctrica pasan a tener tarifas de acceso con discriminación horaria tanto en el término de energía como en el término de potencia. Lo que significa que el precio por consumo eléctrico será diferente según la hora al que se produzca (punta/valle/llano).



Las tarifas de acceso a la red para suministros de baja-media-alta tensión y la potencia correspondiente, se describen a continuación (Circular 3/2020, de 15 de enero, de la CNMC, artículo 6):

Tarifas de baja tensión:

La clasificación de las tarifas de baja tensión existente hasta dicha fecha (2.0 A, 2.0 DHA, 2.0 DHS, 2.1 A, 2.1 DHA y 2.1 DHS) se agrupa en una única tarifa de acceso (2.0 TD).

- > 2.0TD → Potencias inferiores a 15 kW. Tres periodos de discriminación horaria.
- > 3.0TD → Potencias superiores a 15kW. Seis periodos de discriminación horaria.

Tarifas de media y alta tensión:

La clasificación de las tarifas de media tensión, hasta la fecha 3.1A y 6.1A, se agrupara en una única tarifa de acceso (6.1TD).

Tarifa de media tensión – 1 kV hasta 30 kV

- > 6.1TD → Potencias superiores a 450 kW. Seis periodos de discriminación horaria.

Tarifa de media/alta tensión – 30 kV hasta 72,5 kV

- > 6.2TD → Potencias ligeramente superiores a 450 kW. Seis periodos de discriminación horaria.

Tarifa de alta tensión –  $72,5 \text{ kV} < T \leq 145 \text{ kV}$

- > 6.3TD → Potencias ligeramente superiores a 450 kW. Seis periodos de discriminación horaria.

Tarifa de alta tensión –  $T > 145 \text{ kV}$

- > 6.4TD → Potencias ligeramente superiores a 450 kW. Seis periodos de discriminación horaria.



### 3.1.1.1.3.1. Discriminación horaria

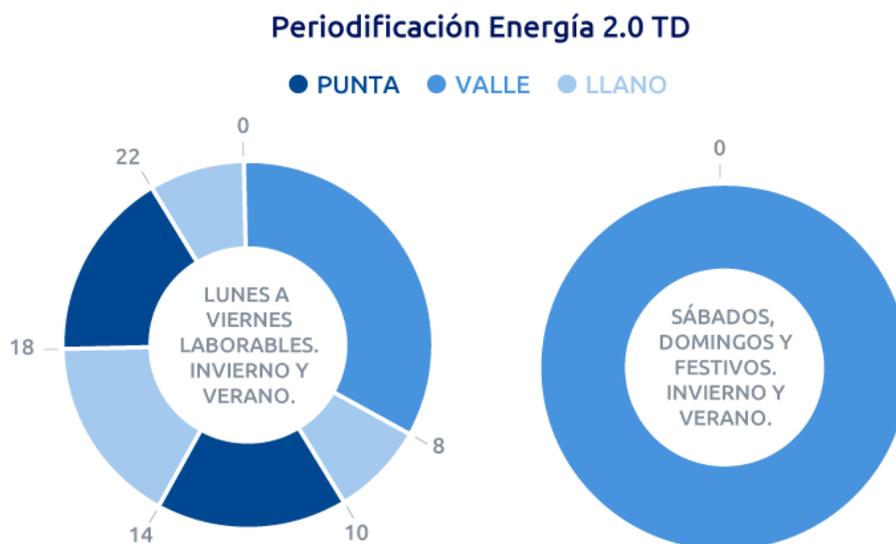
La estructura tarifaria actual permite discriminar en función a la hora que se realice el consumo de energía, es decir el precio de la energía eléctrica varía en función a la hora que se realiza el consumo. El objetivo principal es disminuir la aparición de picos de demanda, favorecer a aquellos consumidores que sean capaces de trasladar su mayor consumo desde horas de mayor demanda a horas de menor demanda, en horas donde los costes del sistema son más baratos.

La distribución de los costes del precio de la energía, tanto para las tarifas de baja como para las de alta tensión, son más altos en el primer periodo y en los últimos periodos (periodo 5 y 6 en alta, periodos valle en baja tensión) son más bajos.

Resultando interesante el conocer la distribución del consumo eléctrico, con el objetivo de reducir de esta forma costes trasladando el mayor peso a franjas donde el precio es más reducido.

#### 3.1.1.1.3.1.1. Periodos de aplicación

Para la tarifa de baja tensión con discriminación horaria 2.0TD, los periodos son los siguientes que están en función de la hora del día:





### Periodificación Potencia 2.0 TD

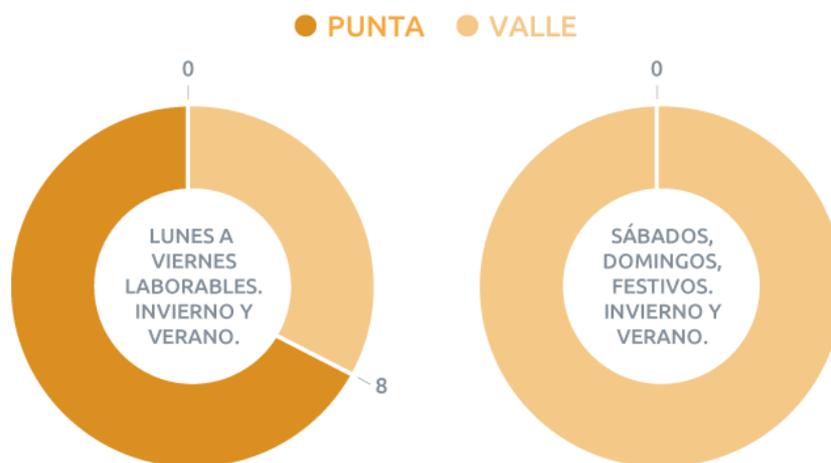


Figura 7: Periodos tarifarios del término de energía y potencia con discriminación de dos periodos  
Fuente: ree.es

Para las tarifas 3.0TD, los periodos de discriminación horaria son tres (punta/valle/llano), pero cuenta con seis periodos de precios en función de la hora del día y el mes del año. Para los fines de semana y festivos se considerará P6 en todas las horas del día.

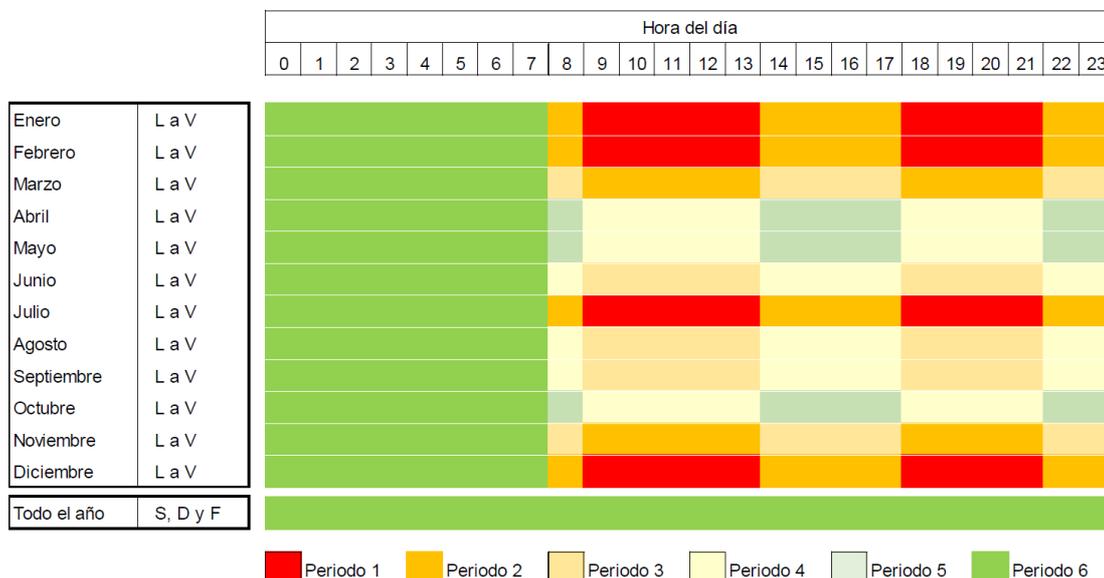


Tabla 1: Periodos tarifarios con discriminación de tres periodos en baja tensión  
Fuente: ree.es

Para tarifas 6.1TD, los periodos de discriminación horaria son seis: P1, P2, P3, P4, P5 y P6. Su distribución son función de la hora del día y el mes del año, además en el mes de junio se diferencia la quincena. Los días laborables tiene tres periodos. Para los fines de semana y festivos se considerará P6 en todas las horas del día.



		Hora del día																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Enero	L a V	Verde							Amarelo	Rojo						Amarelo			Rojo			Amarelo			
Febrero	L a V	Verde							Amarelo	Rojo						Amarelo			Rojo			Amarelo			
Marzo	L a V	Verde							Verde claro	Amarelo claro						Verde claro			Amarelo claro			Verde claro			
Abril	L a V	Verde							Verde claro	Amarelo claro						Verde claro			Amarelo claro			Verde claro			
Mayo	L a V	Verde							Amarelo claro	Amarelo						Amarelo claro			Amarelo			Amarelo claro			
Junio 1 a 15	L a V	Verde							Amarelo claro	Amarelo						Amarelo claro			Amarelo			Amarelo claro			
Junio 16 a 30	L a V	Verde							Amarelo	Rojo						Amarelo			Rojo			Amarelo			
Julio	L a V	Verde							Amarelo	Rojo						Amarelo			Rojo			Amarelo			
Agosto	L a V	Verde							Amarelo claro	Amarelo						Amarelo claro			Amarelo			Amarelo claro			
Septiembre	L a V	Verde							Verde claro	Amarelo claro						Verde claro			Amarelo claro			Verde claro			
Octubre	L a V	Verde							Verde claro	Amarelo claro						Verde claro			Amarelo claro			Verde claro			
Noviembre	L a V	Verde							Amarelo claro	Amarelo						Amarelo claro			Amarelo			Amarelo claro			
Diciembre	L a V	Verde							Amarelo	Rojo						Amarelo			Rojo			Amarelo			
Todo el año	S, D y F	Verde																							

Tabla 2: Periodos tarifarios con discriminación de seis periodos en media/alta tensión  
Fuente: ree.es



3.1.1.1.4. Coste del Suministro Eléctrico [7] [8] [9] [10]

El coste de la energía eléctrica en España está compuesto por tres partes: El precio de la Energía, Los costes regulados y Los impuestos.

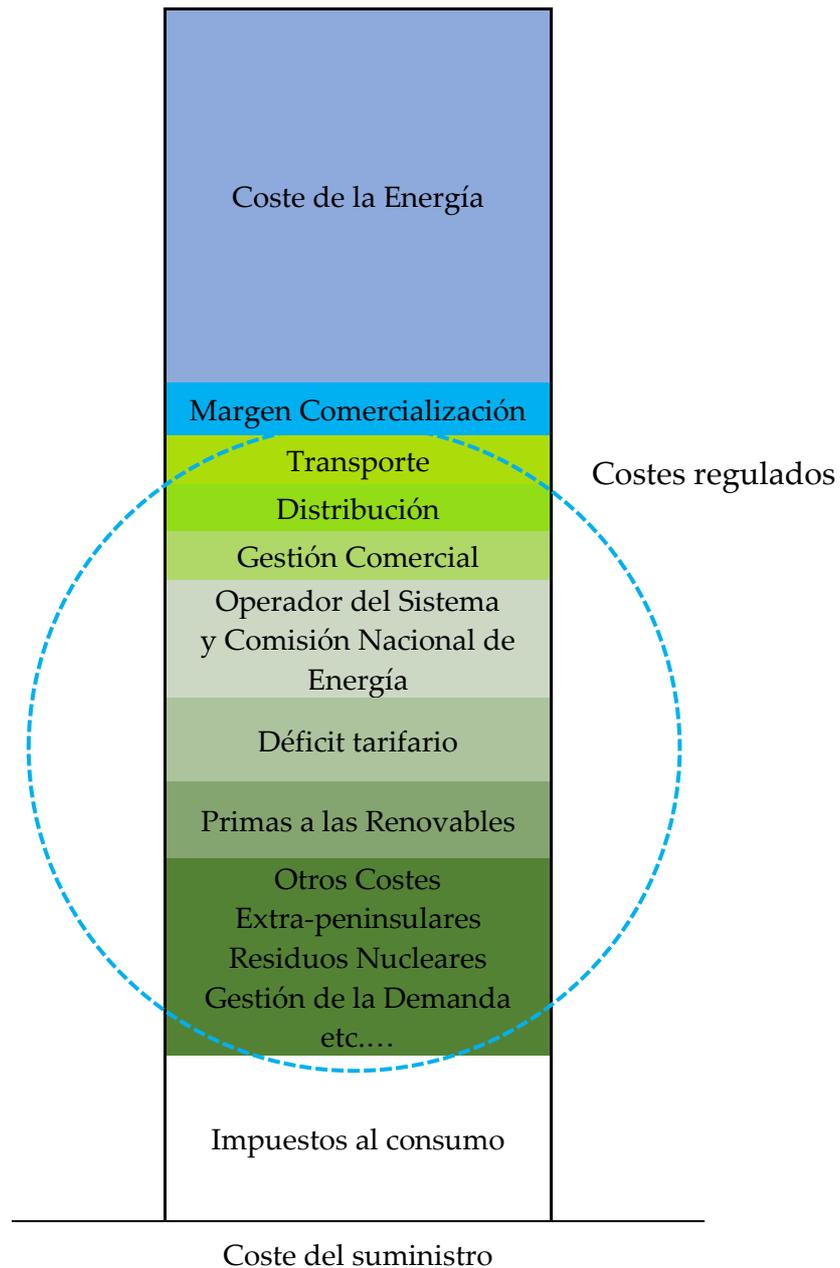


Figura 8: Estructura del coste del suministro  
Fuente: Elaboración propia



#### 3.1.1.1.4.1. Precio de la Energía Eléctrica

El componente correspondiente al precio de la energía o componente de mercado se considera la parte del precio resultante de las negociaciones entre los ofertantes y los compradores, el cual engloba los costes del aprovisionamiento de energía eléctrica en el Pool, los costes asociados a los servicios necesarios para asegurar las condiciones de calidad fiabilidad y seguridad del suministro, y por último el margen de comercialización.

#### 3.1.1.1.4.2. Costes Regulados

Este segundo componente conocido como peajes de acceso y cargos asociados a los costes del sistema, están destinado al pago de los costes del sistema eléctrico. La regulación de estos costes evita, por ejemplo, que compañías propietarias de redes de transporte y distribución abusen de su posición; por lo que el Gobierno de forma anual, a través de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), fija la retribución por estos conceptos entre otros.

Estos costes engloban los siguientes conceptos:

- > Transporte
- > Distribución
- > Gestión comercial
- > Tasas del Operador del Sistema y Comisión Nacional de Energía
- > Déficit tarifario
- > Moratoria Nuclear
- > Primas a las Renovables
- > Compensaciones insulares y extra peninsulares
- > Interrumpibilidad
- > Pagos por capacidad
- > Gestión de la demanda

Dentro de la ley reguladora, Ley 24/2013 artículo 16, se categorizan dos tipos de peajes, los mencionados anteriormente que están destinados a cubrir los costes de las redes de transporte y distribución, y los destinados al resto de costes del sistema.

Las metodologías para el cálculo de los precios de los peajes de acceso y cargos asociados a los costes del sistema quedan definidas según la Circular 3/2020 de 15 de enero y el Real Decreto 148/2021 de 9 de marzo correspondientemente.



El peaje de acceso a la red establecido para las compañías generadoras queda eliminado, eximiendo del pago de peajes a los consumos propios de distribución.

Para los consumidores de energía el peaje de acceso a la red es impuesto en función al nivel de tensión al que pertenece, potencia contratada y consumo de energía, además de poder estar divididos por periodos horarios dependiendo de la tarifa contratada.

### Tarifas de Baja Tensión

	Potencia Contratada	Tp [€/kW año]		Te [€/kWh]		
		Punta	Valle	Punta	Llano	Valle
2.0 TD	Pc< 15kW	27,958789	1,258556	0,102200	0,033981	0,004351

	Potencia Contratada	Tp [€/kW año]					
		P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6
3.0 TD	Pc>15kW	16,670219	12,243338	5,934083	5,048310	3,368404	2,152216

	Tensión	Te [€/kWh]					
		P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6
6.1 A	1kV<T<30kV	0,060382	0,045588	0,024827	0,013947	0,005986	0,003575

### Tarifas de Alta Tensión

	Contratada	Tp [€/kW año]					
		P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6
6.1 TD	1kV<T<30kV	24,732072	21,529345	12,319941	9,897259	2,833920	1,571094
6.2 TD	30kV<T<72,5kV	17,357804	15,477352	8,018016	7,417831	1,787506	1,045932
6.3 TD	72,5kV<T<145kV	13,035548	11,529584	6,639168	4,336971	1,734158	1,140563
6.4 TD	T>145kV	11,788959	8,631973	4,333450	3,331505	1,064335	0,773885

	Tensión	Te [€/kWh]					
		P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6
6.1 TD	1kV<T<30kV	0,040320	0,031017	0,017229	0,010045	0,003344	0,002085
6.2 TD	36kV<T<72,5kV	0,020383	0,015602	0,008636	0,005223	0,001698	0,001004
6.3 TD	72,5kV<T<145kV	0,017118	0,013203	0,007577	0,003774	0,001519	0,000916
6.4 TD	T>145kV	0,011115	0,008523	0,004613	0,003272	0,000763	0,000415

Tabla 3: Precios para los peajes de acceso vigentes

Fuente: Elaboración propia a partir de Resolución de 16 de diciembre de 2021 de la CNMC y TED/1484/2021



A continuación, se describirán los costes con mayor contribución dentro de los costes regulados:

#### 3.1.1.1.4.2.1. Pagos por capacidad

La necesidad que se genera en horas punta por el incremento de la demanda o por el carácter no gestionable de las energías renovables, hace disponer de determinadas tecnologías con respuesta inmediata capaces de dar una respuesta en un corto periodo de tiempo a estas necesidades. Los pagos por capacidad son el incentivo que se da a estas compañías por contar con esta disponibilidad.

Las tecnologías capaces de gestionarse de forma rápida e intervenir de forma puntual son los Ciclos Combinados, cuentan con costes variables bajos y su puesta en funcionamiento es casi inmediata.

#### 3.1.1.1.4.2.2. Primas a las Renovables

Primas generadas para la promoción de las energías alternativas con objetivos de alcanzar a reducir los gases de efecto invernadero y cumplir con los objetivos vinculantes que tiene España en este campo. Estas primas son la diferencia en la cantidad que cada uno de los tipos de tecnología recibe, establecida por regulación y la cantidad que cada una ha cobrado en el mercado mayorista debido a la venta de la electricidad que ha producido.

#### 3.1.1.1.4.2.3. Déficit Tarifario

El componente en el precio de la energía debidos al déficit tarifario se genera cuando los ingresos que pagan los consumidores a través de la tarifa no llegan a cubrir los costes del sistema.

El déficit tarifario se originó como consecuencia de que los diferentes gobiernos al querer limitar los incrementos en el precio de la electricidad al consumidor, generó un escenario deficitario insostenible, siendo las empresas las encargadas de asumir la deuda y obligadas a financiarla. Actualmente, se impone un porcentaje del precio final de la electricidad al pago de esta deuda.



#### 3.1.1.1.4.3. Impuestos al consumo

Existe un tipo de impuesto que engloba estos costes y entra en el ámbito de los “impuestos especiales”. El impuesto eléctrico es aplicado con el objetivo de garantizar un consumo responsable de los recursos limitados generados por el medio natural y unas condiciones medioambientales aptas para las personas.

Dentro del siguiente apartado (3.1.2. Facturación) se describirá más detalladamente este término, su forma de cálculo, valores y exenciones.



### 3.1.1.2. Mercado gasista español [11]

Al igual que sucedía con el mercado eléctrico español, el mercado gasista de España comprende actividades que están directamente reguladas, como la regasificación, almacenamiento básico, transporte y distribución. Actividades como el aprovisionamiento y la comercialización son de competencia libre.

El mercado gasista, hasta la década de los noventa, era un mercado minorista sujeta una estructura de monopolio. En Europa, en este periodo se produjo el impulso a la liberalización de este tipo de mercados. La implantación de la *Directiva 98/30/CE* fue el primer paso hacia la liberalización, establecía la obligación de los Estado miembros a abrir los mercados minoristas a la competencia, marcando un calendario para que los consumidores pudieran elegir su suministrador.

España fue pionera, a nivel europeo, en impulsar la liberalización del mercado de gas natural. La *Directiva 2003/55/CE* dio un empujón al proceso, establecía como fecha límite 1 junio de 2007 para que los consumidores pudieran elegir libremente la compañía suministradora de gas natural. Fue en enero del 2003 cuando se produce la liberalización de mercado del gas natural, al igual que el eléctrico. El proceso de traspaso de clientes del mercado regulado al mercado liberalizado fue de forma gradual. En el año 2011, el 96% de los consumidores de gas natural eran suministrados por compañías comercializadoras. Actualmente, una pequeña cantidad de la energía sigue estando sujeta a regulación (Tarifas de Último Recurso).

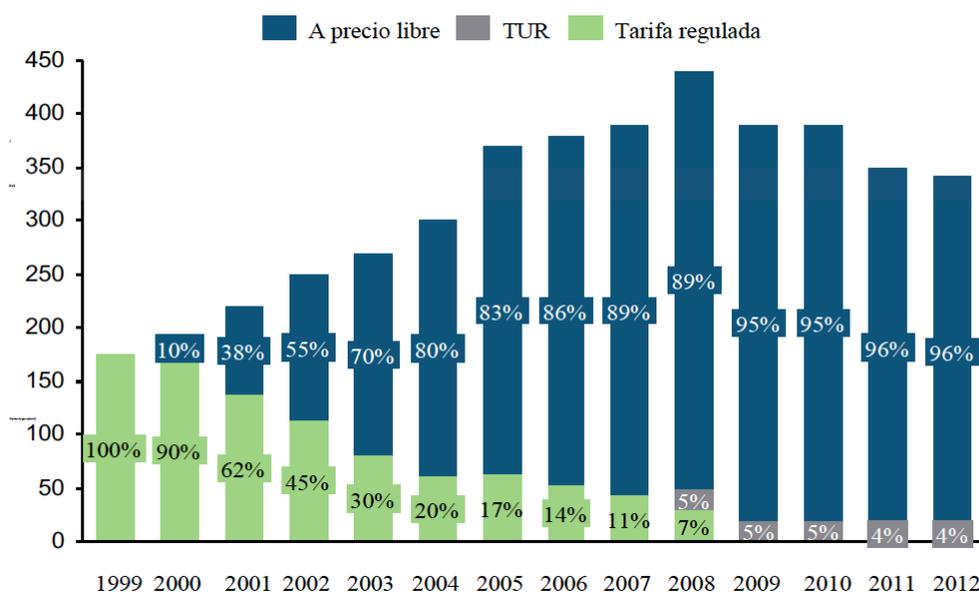


Figura 9: Evolución de los consumos en mercados libre y regulado  
Fuente: Comisión Nacional de Energía



A lo largo del proceso de liberalización, se crea dentro del Sector de Hidrocarburos la Ley de Hidrocarburos (LHC). La LHC establece las bases de la estructura del nuevo modelo de mercado del sistema gasista, los principales puntos que se introducen con esta ley son:

- Separación de actividades reguladas y de libre competencia,
- Libre acceso a terceros a las infraestructuras gasistas,
- Creación de tarifas de acceso reguladas,
- Liberalización del comercio mayorista

Continuando en el proceso, se establece la Ley 12/2007 que propició la separación del transporte principal y la creación de una unidad orgánica que desempeñara las funciones de gestor del sistema, Gestor Técnico del Sistema (GTS): Enagas, encargado de gestionar la red básica y las redes de transporte secundario, entre sus funciones está la de mantener las condiciones para la operación en el sistema se produzca de forma normal. La implantación de Ley 13/2012 se establecen las bases en la separación entre responsables del transporte y los de distribución.

### 3.1.1.2.1. Estructura del mercado gasista español actual

Bajo las diferentes directivas anteriormente descritas, el sistema gasista está estructurado, de forma similar que el sistema eléctrico; Extracción – Tratamiento – Transporte – Distribución.

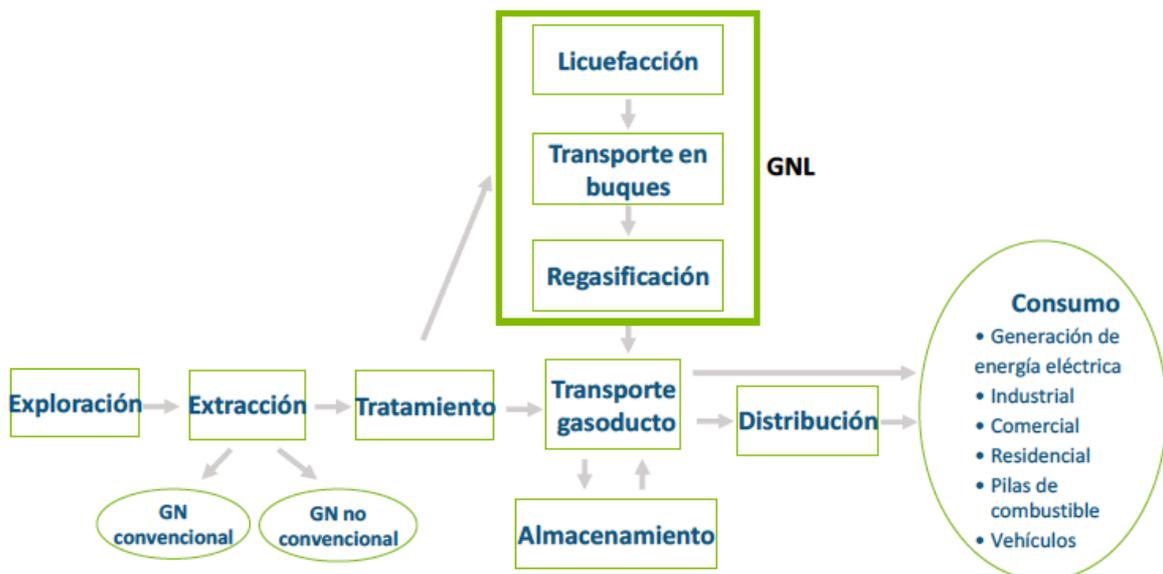


Figura 10: Esquema del Sistema Gasista  
Fuente: Energía y Sociedad



La Ley de Hidrocarburos establece el papel de cada participante en la cadena del sistema gasista, siendo los siguientes:

### **Transporte:**

Sociedades autorizadas para el transporte o almacenamiento básico de gas natural. Son compañías capacitadas también para la construcción, operar y mantener todas las instalaciones de regasificación de gas natural licuado.

El sistema gasista está compuesto por la red básica, las redes de transporte secundario, las redes de distribución, los almacenamientos no básicos y todas las instalaciones complementarias del sistema. La red básica de gas la componen los gaseoductos de transporte primario de gas natural a alta presión ( $\geq 60$  bares), las redes de transporte secundario: gaseoductos de transporte con presiones de diseño entre 16 y 60 bares.

### **Distribución:**

Compañías que construyen, operan y mantienen las instalaciones de distribución, destinadas a situar el gas natural en los puntos de consumo. Cuentan con la capacidad de construir, mantener y operar en la red de transporte secundario. La red de transporte secundario comprende los gaseoductos con presión de diseño igual o inferior a 16 bares, además de las conducciones que tengan como objeto conducir el gas a un consumidor desde un punto del gaseoducto de la red básica o de transporte secundario.

### **Comercialización:**

Las comercializadores son compañías que adquieren el gas natural dentro del mercado gasista español (Mercado Ibérico del Gas Natural – MIBGAS), con el objetivo de venderlo a su cartera de clientes o a otras comercializadoras o para realizar intercambios internacionales.

Entre las funciones que desarrollan las comercializadores, está la de medir el consumo de cada punto de consumo, a partir del cual generara la facturación mensual. Además, deberán de garantizar que sus clientes cumplen con los requisitos establecidos para ser consumidores.



Las empresas comercializadoras deben realizar una previsión del consumo de sus clientes, con la que posteriormente realizara las compras de energía. Para el transporte de la energía hasta sus clientes, estas usan las infraestructuras de gas, mediante la contratación y el pago de peajes de acceso.

#### 3.1.1.2.2. Funcionamiento del mercado gasístico español

En este apartado se explicará el funcionamiento integral del mercado gasista nacional, como precedente al establecimiento de precio que cada comercializadora impone a sus clientes por la energía eléctrica consumida.

El funcionamiento del este mercado organizado se basa en transacciones de compra y venta de gas natural. Las partes involucradas en este proceso realizan sus operaciones en función de sus necesidades, compromisos establecidos con sus carteras de clientes o estrategias comerciales. Se trata de un proceso libre y voluntario, que transcurre con toda transparencia.

Dentro del mercado de negociaciones existen dos tipos de mercado:

- > Mercado mayorista: plataforma donde se realizan las negociaciones de los productos de entrega de gas en el Punto Virtual de Balance (PVB) para distintos horizontes temporales. Los transportistas, distribuidores, comercializadores y consumidores directos pueden realizar operaciones de compra y venta, de igual forma el gestor del sistema puede participar dentro del mercado para comprar o vender el gas necesario para mantener el balance y asegurar la viabilidad de los programas.
- > Mercado minorista: este mercado recoge todas las tracciones que no pertenecen al mercado mayorista, tracciones que buscan suministrar gas natural a usuarios finales.

### 3.1.1.2.2.1. Mercado mayorista

Las negociaciones en el mercado mayorista se estructuran en Sesiones de Negociación, pudiendo negociarse uno o varios productos en cada una de ellas. A su vez, en una sesión pueden existir dos tipos de negociación:

#### 3.1.1.2.2.1.1. Subasta

El Operador del Mercado es el encargado de integrar todas las ofertas de compra y venta recibidas de los agentes interesados. Las ofertas de compra y de venta de los productos son organizadas por el Operador, de esta manera, se generan las curvas de casación.

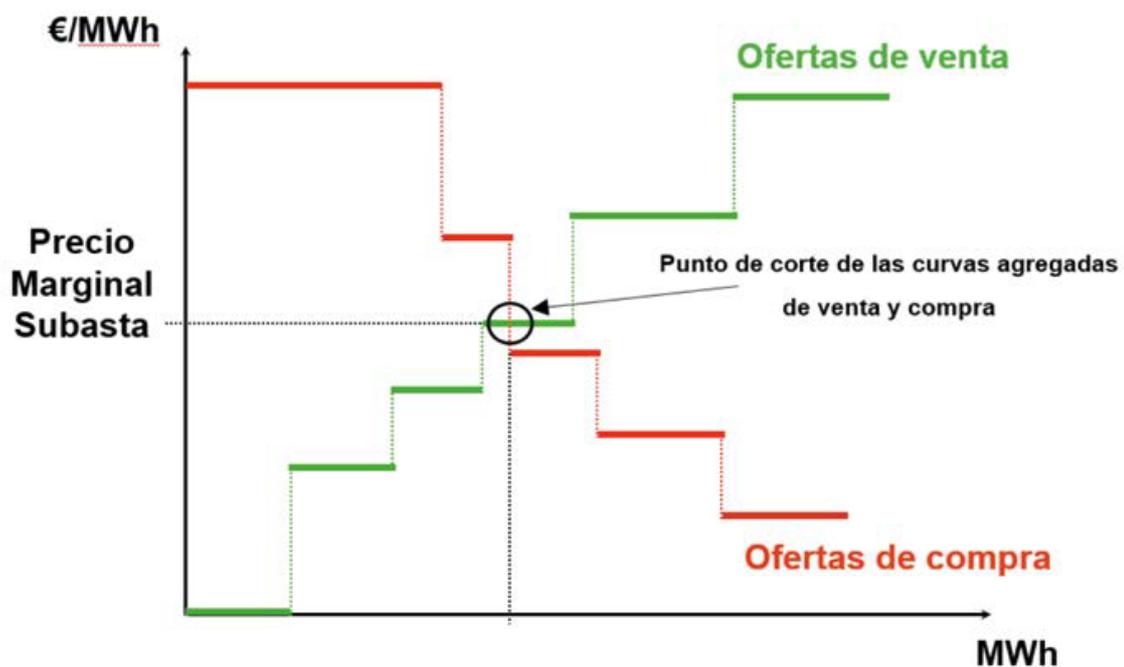


Figura 11: Curvas agregadas de oferta y demanda  
Fuente: MIBGAS

El punto de corte de ambas curvas establece el precio marginal de la subasta que se aplicará para todas las ofertas listadas. El precio establecido será publicado en la web de MIBGAS.



#### 3.1.1.2.2.1.2. Mercado Continuo

Por otro lado, en el mercado continuo se desarrolla en diferentes tramos hasta las 21:00 horas del mismo día de negociación. Las ordenes de compras y de venta quedan registradas, van casando con las ofertas preexistentes de sentido contrario. Las casaciones efectuadas generan una tracción firme que se almacenará y será comunicada al Gestor Técnico del Sistema para su posterior liquidación.

Las negociaciones dentro del mercado mayorista se realizan en dos sesiones: Sesión de Negociación Diaria (desde las 9:35 hasta las 17:00) y Sesión de Negociación Intradiaria (entre las 9:35 hasta las 21:00).

#### 3.1.1.2.2.2. Mercado minorista

El mercado minorista de gas natural engloba, de forma general, todas aquellas transacciones cuyo objetivo es suministrar energía a usuarios finales de gas natural.

Dentro del mercado se divide en Mercado de Suministro de Último Recurso y el Mercado libre. El consumidor pequeño (los conectados a un gaseoducto con presión inferior o igual a 4 bar y con consumo anual inferior a 50.000 GWh) puede acogerse a la Tarifa de Último Recurso. Este mercado engloba un 47% de consumidores de gas natural.

En el mercado minorista libre, los comercializadores venden gas natural a sus clientes (domésticos, comerciales e industriales y centrales eléctricas que consumen gas natural) bajo condiciones libremente pactadas entre las partes.

#### 3.1.1.2.3. Tarifas de Gas Natural [12] [13] [14] [15]

La clasificación de la tarifa de gas de un punto de consumo dependerá de cada compañía distribuidora. Cada una de las tarifas tiene asociado una peaje de acceso, que se clasifican por el volumen de consumo anual de gas.

Cada una de estas tarifas consta de un término fijo (costes fijos) y un término variable (energía consumida). Los gastos fijos y variables correspondientes a la compraventa de energía, como por ejemplo el término de reserva de capacidad, son los denominados gastos del sistema gasista, que son recaudados por las compañías distribuidoras mediante el término de peaje o tarifas de acceso.



Los consumidores minoristas de gas disponen de dos tipos de tarifas a las cuales acogerse en España: Tarifa de Último Recurso (TUR) y Tarifas del Mercado Libre.

Es de obligado cumplimiento para adherirse a las Tarifas de Último Recurso (TUR1 y TUR2) tener un consumo anual inferior a 50.000 kWh/año y estar conectado a la red con una presión inferior a 4 bar. Las tres modalidades disponibles de las tarifas TUR se diferencian en el rango de consumo anual, TUR 1 consumo anual <5.000 kWh/año, TUR 2 consumo anual entre 5.000 kWh/año y 15.000 kWh/año y TUR 3 consumo anual entre 15.000 kWh/año y 50.000 kWh/año.

En el caso que el consumidor contrate una tarifa de libre mercado con una comercializadora de libre mercado, el cliente pagará el precio pactado con esta compañía. Las empresas comercializadoras de este tipo establecen el precio de venta teniendo en cuenta los costes de compra en el mercado, más el margen de beneficio propio de cada empresa.

Del mismo modo que las tarifas del mercado eléctrico español se modificaron en base a al Real Decreto-ley 1/2019, a partir del 1 de Octubre del 2021 las tarifas del mercado de gas natural se actualizan principalmente en su clasificación en base al consumo anual, en lugar de la anterior división en función a la presión de conexión, volumen de consumo y forma de consumo.

Las tarifas de acceso a la red en función al volumen de consumo correspondiente, se describen a continuación:

- > RL. 1 → Consumo inferior o igual a 5.000 kWh/año.
- > RL. 2 → Consumo superior a 5.000 kWh/año e inferior o igual a 15.000 kWh/año.
- > RL. 3 → Consumo superior a 15.000 kWh/año e inferior de 50.000 kWh/año.
- > RL. 4 → Consumo superior a 50.000 kWh/año e inferior de 300.000 kWh/año.
- > RL. 5 → Consumo superior a 300.000 kWh/año e inferior de 1.500.000 kWh/año.
- > RL. 6 → Consumo superior a 1.500.000 kWh/año e inferior a 5.000.000 kWh/año.
- > RL. 7 → Consumo superior a 5.000.000 kWh/año e inferior a 15.000.000 kWh/año.
- > RL. 8 → Consumo superior a 15.000.000 kWh/año e inferior de 50.000.000 kWh/año.
- > RL. 9 → Consumo superior a 50.000.000 kWh/año e inferior de 150.000.000 kWh/año.



- > RL. 10 → Consumo superior a 150.000.000 kWh/año e inferior de 500.000.000 kWh/año.
- > RL. 11 → Consumo superior a 500.000.000 kWh/año.

Si el punto de suministro no dispone de equipos de medida que permitan el registro diario del caudal máximo demandado, los peajes de acceso a las redes locales constarán de un término por cliente, expresado en €/cliente y año, y de un término variable por volumen, expresado en €/kWh, ambos con seis decimales.





consumidor en forma de peaje de acceso a la red. Este concepto viene incluido dentro de la tarifa de gas al que pertenezca el suministro, y consta de un término fijo y un término variable.

#### 3.1.1.2.4.2.1. Peajes de acceso

Los peajes de acceso son cuantías destinadas a costear los gastos que produce en el proceso del gas natural, desde la extracción en el yacimiento hasta la entrega en los puntos de consumo. Costes del acceso a las infraestructuras tales como instalaciones de transporte, distribución, acceso a plantas de GNL o almacenamiento subterráneos (AA.SS.) y la retribución de la gestión técnica del sistema.

El criterio bajo el que se establecen los peajes de acceso viene establecido en el Artículo 92 de la Ley 34/1998. Estos peajes son únicos para todo el territorio español y con independencia de las condiciones económicas y geografías de las que se encuentran las infraestructuras en las distintas zonas donde se ubican los consumidores.

Los diferentes tipos de peajes de acceso atiende a los siguientes conceptos:

- > Peajes de acceso a las redes de transporte
- > Peaje de acceso a la redes locales
- > Peaje de acceso a las instalaciones de regasificación

Peajes de acceso a las redes de transporte:

Peajes por entrada a las redes de transporte primario y salida de las mismas. Consta de un término fijo (Tf) por capacidad o por cliente en caso de no disponer de equipo de telemedida, y un término variable (Tv) por volumen de consumo.

Peaje de acceso a las redes locales:

Peajes por uso de las redes de transporte no primario, redes de transporte secundario y redes de distribución. Consta de un término fijo (Tf) por capacidad contratada o por cliente en caso de no disponer de equipo de telemedida, y un término variable (Tv) por volumen de consumo.



Peaje de acceso a las instalaciones de regasificación:

Costes correspondientes a la utilización de servicios de regasificación tales como descarga de buques, carga de cisternas, almacenamiento de GNL, Regasificación, etc. Consta de un término fijo (Tfr) que depende de la capacidad de regasificación diaria contratada, y de un término variable (Tvr) que es función de los kWh regasificados.

Los peajes de acceso que se aplicaran a los diferentes suministros serán en función al consumo de energía anual:

Peajes de acceso aplicados a suministros CON telemedida					
Grupo tarifario	Consumo anual (kWh/año)	Término fijo (Capacidad) €/kWh/día/año			
		Peaje salida de la red de transporte	Peaje de acceso a las redes locales	Peaje de recuperación de otros costes de regasificación	
RL. 1	$C \leq 5.000$	0,204626	3,871554	0,852271	
RL. 2	$5.000 < C \leq 15.000$		2,749417	0,246837	
RL. 3	$15.000 < C \leq 50.000$		2,465841	0,095711	
RL. 4	$50.000 < C \leq 300.000$		2,291274	0,01665	
RL. 5	$300.000 < C \leq 1.500.000$		RLTB. 5 $\leq$ 4 bar	0,409273	0,003486
			RLTB. 5 $>$ 4 bar	0,981874	
RL. 6	$1.500.000 < C \leq 5.000.000$		RLTB. 6 $\leq$ 4 bar	1,460899	0,000908
			RLTB. 6 $>$ 4 bar	0,648404	
RL. 7	$5.000.000 < C \leq 15.000.000$		RLTB. 7 $\leq$ 4 bar	0,761166	0,00256
			RLTB. 7 $>$ 4 bar	0,362479	
RL. 8	$15.000.000 < C \leq 50.000.000$		0,397097	0,000096	
RL. 9	$50.000.000 < C \leq 150.000.000$	0,173468	0,000035		
RL. 10	$150.000.000 < C \leq 500.000.000$	0,153554	0,000013		
RL. 11	$C > 500.000.000$	0,155010	0,000002		



Grupo tarifario		Consumo anual (kWh/año)	Término variable (Energía)	
			€/kWh	
			Peaje salida de la red de transporte	Peaje de acceso a las redes locales
RL. 1		$C \leq 5.000$	0,000017	0,004149
RL. 2		$5.000 < C \leq 15.000$		0,002863
RL. 3		$15.000 < C \leq 50.000$		0,002185
RL. 4		$50.000 < C \leq 300.000$		0,002465
RL. 5	RLTB. 5 $\leq$ 4 bar	$300.000 < C \leq 1.500.000$		0,010014
	RLTB. 5 $>$ 4 bar			0,001428
RL. 6	RLTB. 6 $\leq$ 4 bar	$1.500.000 < C \leq 5.000.000$		0,001296
	RLTB. 6 $>$ 4 bar			0,001296
RL. 7	RLTB. 7 $\leq$ 4 bar	$5.000.000 < C \leq 15.000.000$		0,000895
	RLTB. 7 $>$ 4 bar			0,001029
RL. 8		$15.000.000 < C \leq 50.000.000$		0,000634
RL. 9		$50.000.000 < C \leq 150.000.000$	0,000539	
RL. 10		$150.000.000 < C \leq 500.000.000$	0,000435	
RL. 11		$C > 500.000.000$	0,000112	

Peajes de acceso aplicados a suministros SIN telemedida

Grupo tarifario		Consumo anual (kWh/año)	Término fijo (Capacidad)		
			€/cliente/año		
			Peaje salida de la red de transporte	Peaje de acceso a las redes locales	Peaje de recuperación de otros costes de regasificación
RL. 1		$C \leq 5.000$	3,103158	27,41241	12,929063
RL. 2		$5.000 < C \leq 15.000$	10,721055	68,423783	12,929063
RL. 3		$15.000 < C \leq 50.000$	27,686154	173,086523	12,929063
RL. 4		$50.000 < C \leq 300.000$	159,202402	477,678255	12,929063
RL. 5	RLTB. 5 $\leq$ 4 bar	$300.000 < C \leq 1.500.000$	760,326435	544,731766	12,929063
	RLTB. 5 $>$ 4 bar			2.787,205393	
RL. 6	RLTB. 6 $\leq$ 4 bar	$1.500.000 < C \leq 5.000.000$	2.923,990565	10.934,440729	12,929063
	RLTB. 6 $>$ 4 bar			7.498,928757	



Grupo tarifario	Consumo anual (kWh/año)	Término variable (Energía) €/kWh		
		Peaje salida de la red de transporte	Peaje de acceso a las redes locales	
RL. 1	$C \leq 5.000$	0,000017	0,016710	
RL. 2	$5.000 < C \leq 15.000$		0,013331	
RL. 3	$15.000 < C \leq 50.000$		0,010809	
RL. 4	$50.000 < C \leq 300.000$		0,012235	
RL. 5	RLTB. 5 $\leq$ 4 bar		$300.000 < C \leq 1.500.000$	0,011621
	RLTB. 5 $>$ 4 bar			0,003035
RL. 6	RLTB. 6 $\leq$ 4 bar		$1.500.000 < C \leq 5.000.000$	0,005037
	RLTB. 6 $>$ 4 bar			0,001957

Tabla 4: Precios para los peajes de acceso vigentes  
Fuente: Elaboración propia a partir de la Resolución de 27 de mayo de 2021, de la CNMC.

#### 3.1.1.2.4.2.2. Cargos del sistema gasista

Los cargos del sistema gasista son la otra parte de los costes regulados destinados a costear los gastos de gestión del sistema. Son todos los costes que no están relacionados con el uso de las instalaciones de transporte (primario y secundario), distribución, etc.

Los principales gastos del sistema son la tasa de la CNMC y del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, anualidades del déficit tarifario acumulado a 31 de Diciembre del 2014, cargos por desajustes puntuales en el sistema, entre otros.

#### Cargos del sistema aplicados a suministros CON telemedida

Grupo tarifario	Consumo anual (kWh/año)	Término fijo (Capacidad) €/kWh/día/año
		Cargos
RL. 1	$C \leq 5.000$	0,047265
RL. 2	$5.000 < C \leq 15.000$	0,024609
RL. 3	$15.000 < C \leq 50.000$	0,018953
RL. 4	$50.000 < C \leq 300.000$	0,015994
RL. 5	RLTB. 5 $\leq$ 4 bar	0,015502
	RLTB. 5 $>$ 4 bar	



RL. 6	RLTB. 6 ≤ 4 bar	1.500.000 < C ≤ 5.000.000	0,015405
	RLTB. 6 > 4 bar		
RL. 7	RLTB. 7 ≤ 4 bar	5.000.000 < C ≤ 15.000.000	0,015381
	RLTB. 7 > 4 bar		
RL. 8		15.000.000 < C ≤ 50.000.000	0,0115375
RL. 9		50.000.000 < C ≤ 150.000.000	0,015373
RL. 10		150.000.000 < C ≤ 500.000.000	0,015372
RL. 11		C > 500.000.000	0,015371

Cargos del sistema aplicados a suministros SIN teled medida

Grupo tarifario		Consumo anual (kWh/año)	Término fijo (Capacidad) €/cliente/año
RL. 1		C ≤ 5.000	0,72
RL. 2		5.000 < C ≤ 15.000	1,29
RL. 3		15.000 < C ≤ 50.000	2,56
RL. 4		50.000 < C ≤ 300.000	12,42
RL. 5	RLTB. 5 ≤ 4 bar	300.000 < C ≤ 1.500.000	57,49
	RLTB. 5 > 4 bar		
RL. 6	RLTB. 6 ≤ 4 bar	1.500.000 < C ≤ 5.000.000	219,43
	RLTB. 6 > 4 bar		

Tabla 5: Precios para los cargos del sistema gasista vigentes  
Fuente: Elaboración propia a partir de la Orden TED/1023/2021, de 27 de septiembre.

3.1.1.2.4.3. Impuestos al consumo

Comúnmente conocido como el Céntimo Verde, forma parte también al ámbito de los “impuestos especiales”, mencionados en el sector eléctrico. Se implanta como medida para asegurar que el uso del gas natural se realiza de forma eficiente y respetuosa del medio ambiente.

Dentro del siguiente apartado (3.1.2. Facturación) se describirá más detalladamente este término, su forma de cálculo, valores y exenciones.



### 3.1.2. Facturación

#### 3.1.2.1. Suministro Eléctrico [6] [10] [18] [19] [20] [21] [22]

El modo de facturación de un suministro eléctrico sigue la misma estructura para los diferentes consumidores. La parte correspondiente a la tarifa contratada, término de potencia (cargos fijos) y término de energía (cargos variables), y por otra parte el resto de los conceptos que a continuación se describen.

##### 3.1.2.1.1. Energía Reactiva

Dentro de los términos facturados de un suministro eléctrico se puede dar el caso que se sume una cantidad correspondiente al consumo de energía reactiva, consumo que se genera con el funcionamiento de determinados equipos eléctricos, como pueden ser motores, ascensores o cualquier otro aparato inductivo que requiera de este tipo de energía para funcionar.



Figura 13: Energía recibida de la red  
Fuente: Elaboración propia

La energía recibida de la red en una instalación, bien doméstica o industrial se diferencia en dos tipos, como se aprecia en la figura anterior; La energía activa es la que proporciona trabajo útil al receptor transformándose en trabajo mecánico o en calor. Por otro lado, la energía reactiva, que puede ser inductiva o capacitiva, la cual no realiza ningún trabajo útil en la instalación, su presencia genera un desfase que retorna a la red en forma de energía sin rendimiento, de forma que para asegurar el correcto funcionamiento del sistema será preciso su compensación.

La facturación del término de reactiva se incluye en la factura bajo el concepto de "Penalización energía reactiva" y está regulado por la Resolución de 16 de diciembre de 2021, de la CNMC [10]. Se incluirá dentro de la facturación del suministro de electricidad en función de:



- > Para suministros conectados a baja tensión y con Potencias contratadas  $\leq$  de 15 kW en todos los periodos horarios: no se facturará Energía Reactiva.
- > Para el resto suministros: se facturará, por un lado, si la Energía Reactiva inductiva supera el 33% del consumo de Energía Activa durante el periodo considerado. Se aplica sobre todos los periodos horarios excepto al valle, P6.

Para suministros de alta tensión (tarifas 6.xTD), si la Energía Reactiva capacitiva supera el 20% del consumo de Energía Activa durante el periodo valle, P6.

El cálculo de valor que se cobrara por penalización de reactiva anteriormente solo estaba directamente relacionado con el valor del factor de potencia de la instalación ( $\cos\phi$ ), valor que mide la cantidad de energía reactiva sobre la energía activa total consumida. Actualmente, la penalización por el consumo de energía reactiva se hace en base al tipo de consumo de energía reactiva inductiva o capacitiva, del Saldo Neto de Energía Reactiva, el periodo de dicho consumo y el término de penalización establecida (€/kVArh).

El factor de potencia indica el grado de eficiencia de una instalación o equipo. Habitualmente este factor se describe como el ángulo que forma la energía Activa con la Reactiva, cuanto mayor sea su valor menos eficiente es la instalación.

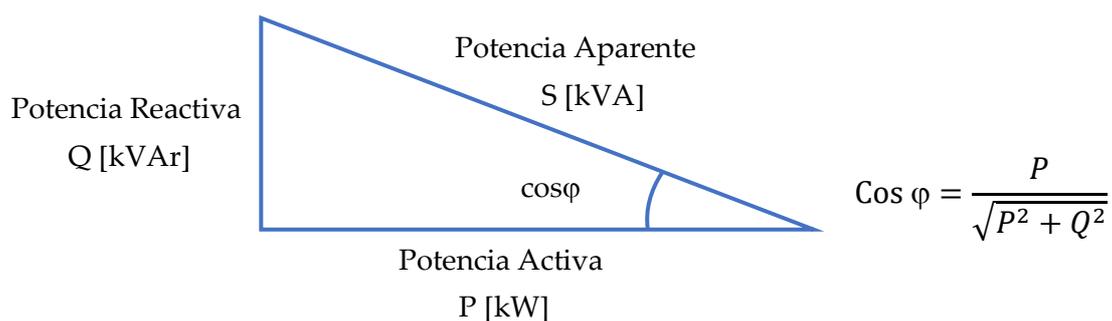


Figura 14: Triangulo de potencias  
Fuente: Elaboración propia

Como se menciona anteriormente, la penalización por consumo de energía reactiva se hará en base del tipo de consumo que se produzca en cada uno de los periodos de facturación. La determinación del tipo de consumo se hace en base a los registros medidos por el contador de energía reactiva inductiva y capacitiva, y el Saldo Neto de Energía Reactiva.



El Saldo Neto es la diferencia entre la energía reactiva inductiva consumida y la energía reactiva capacitiva generada. Si el resultado es positivo (+) el saldo es inductivo, en el caso contrario si el resultado es negativo (-) el saldo es capacitivo.

De forma que:

Saldo neto de energía reactiva inductivo (+) en los periodos P1, P2, P3 y P4

- > Si  $\cos\phi$  es mayor de 0,95 → No se aplica ninguna penalización.
- > Si  $\cos\phi$  esta entre 0,94 y 0,80 → La penalización será 0,041554 €/kVArh.
- > Si  $\cos\phi$  es inferior a 0,80 → La penalización será 0,062332 €/kVArh.

Saldo neto de energía reactiva capacitivo (-) en el periodo P6

- > Si  $\cos\phi$  es inferior a 0,98 → La penalización será 0 €/kVArh.

#### 3.1.2.1.1.1. Compensación de reactiva

En el caso de entrar en penalización y dado que es un coste que, para suministros como es el del Campus de Torrelavega podría suponer una cuantía significativa, existe una solución de ámbito técnico que busca mejorar el factor de potencia de la instalación hasta un valor mínimo de 0,95.

Consiste en la instalación de baterías de condensadores, elementos que permiten reducir, en casos hasta llegar a eliminar el componente de la penalización de reactiva de los términos a facturar de un suministro de electricidad. Además de aportar beneficios a la instalación, como por ejemplo reducir las pérdidas por calentamiento en las conducciones.

#### 3.1.2.1.2. Penalización por excesos de potencia

Todos los suministros de electricidad, como bien se explica en apartados anteriores, están compuestos por un término de potencia contratada (cargos fijos) y un término de energía (cargos variables). Aplicables a cada uno de los periodos tarifarios de la tarifa a la que corresponda el suministro. En particular el término de potencia será la suma de las multiplicaciones entre la potencia contratada en el periodo horario  $p$  y el término potencia correspondiente (peaje de acceso).



Dependiendo del sistema de medición que disponga el punto de suministro (equipos de medida tipo 1, 2, 3, 4 o 5), el control de la potencia demandada se realizará en base a los registros de las potencias máximas demandadas dentro de cada periodo tarifario.

La facturación de potencia contratada se facturará en función de la siguiente fórmula:

$$FP = \sum_{p=1}^{p=i} T p_p \times P c_p$$

Siendo:

FP = término de facturación por potencia contratada.

i = número de periodos horarios de los que consta el término de facturación de potencia de la tarifa contratada.

$T p_p$  = precio anual del término de potencia para el periodo tarifario  $p$ , expresado en €/kW .

$P c_p$  = potencia contratada en el periodo tarifario  $p$ , expresada en kW.

Para el cálculo de la potencia demandada a facturar, como se menciona al principio de este apartado, será función del registro del sistema de medida, de forma que:

- > Si el registro de potencia es menos que el 100% de la potencia contratada, se facturará el 100% de esta potencia contratada.
- > Si el registro de potencia es superior al 105%, se facturará el valor de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$F_{EP} = \sum_{p=1}^{p=i} t_p \times 2 \times (P d_j - 1,05 \times P c_p)$$

Siendo:

$F_{EP}$  = término de facturación por exceso de potencia.

$t_p$  = término de exceso de potencia, expresado en €/kW

$P d_j$  = potencia demandada en cada periodo horario  $p$  donde se haya excedido la contratada en dicho periodo, expresado en kW.

$P c_p$  = potencia contrata en el periodo tarifario  $p$ , expresada en kW.



La anterior formula se aplica para los suministros con equipos de medidas tipo 4 y 5, como es el caso de la Escuela Politécnica de Minas y Energía. Para el cálculo de la facturación de potencia demandada en puntos de suministro con equipos de medida tipo 1,2 y 3, se realiza bajo otras premisas. Para el caso de este estudio, no es de sumo interés. Por lo que en el apartado de Referencia queda reflejado la Circular 3/2020, de 15 de enero, de la CNMC [6], en su artículo 9 bajo el cual se establecen estas premisas.

### 3.1.2.1.3. Alquiler de equipo de medida

Estos equipos son los encargados de realizar las medidas de consumo de energía y gestionarlos en función a las necesidades de la empresa distribuidora. La propiedad de estos equipos con normalidad es de la distribuidora, quien se encargará del su mantenimiento. Por lo general esta cargará un importe en la factura emitida al consumidor en concepto de alquiler de equipo.

El precio por el alquiler de equipo engloba:

- > El precio de alquiler del equipo.
- > Costes de instalación.
- > Costes de operatividad y mantenimiento.

Contador sinpe sin posibilidad de telegestión	Precio [€/mes]
Monofásico:	
Tarifa 1.0	0,47
Contadores monofásicos sin discriminación horaria y sin posibilidad de telegestión para consumidores domésticos.	0,54
Contadores trifásicos o doble monofásicos sin discriminación horaria y sin posibilidad de telegestión	1,53
Contador con discriminación horaria sin posibilidad de telegestión	Precio [€/mes]
Trifásico:	
Contadores monofásicos con discriminación horaria y sin posibilidad de telegestión para consumidores domésticos.	1,11
Contadores trifásicos o doble monofásicos con discriminación horaria y sin posibilidad de telegestión (doble tarifa)	2,22



Contadores trifásicos o doble monofásicos con discriminación horaria y sin posibilidad de telegestión (triple tarifa)	2,79
Contadores electrónicos monofásicos con discriminación horaria y con posibilidad de telegestión para consumidores domésticos	0,81
Contadores electrónicos trifásicos con discriminación horaria y con posibilidad de telegestión	1,36

Tabla 6: Precios para el alquiler de equipo de medición de electricidad  
Fuente: Elaboración propia a partir de la Orden ITC/3860/2007

#### 3.1.2.1.4. Impuesto eléctrico

Este impuesto pertenece al ámbito de los “impuestos especiales”. El impuesto eléctrico es aplicado con el objetivo de garantizar un consumo responsable de los recursos limitados generados por el medio natural y unas condiciones medioambientales aptas para las personas.

Fue introducido para compasar el recargo que se destinaba a ayudas para el sector del carbón, este término suponía un 4,864% de la factura eléctrica en aquella época. La UE obligo a España a modificar el sistema de facturación y sacar este concepto fuera de la tarifa de electricidad, fue entonces cuando se decidió que se recaudaría el importe equivalente mediante el Impuesto de la electricidad.

En la actualidad el importe recaudado a través de este impuesto va destinado a ayudas a la educación, sanidad, servicios sociales, entre otros... La base de esta tasa seguirá teniendo el porcentaje del 4,864 sobre una base imponible del 1,05113 (5,1127%), que se aplicara únicamente sobre el término de potencia contratada (cargos fijos) y el término de energía (cargos variables), los servicios complementarios que el consumidor contrate junto con el término de alquiler de equipos están exentos de este impuesto.

Dentro de la Ley 28/2014 se establece la posibilidad de reducir el 85% de la base imponible del Impuesto eléctrico a determinados clientes, los cuales destinen la energía eléctrica a uno de los siguientes fines:

- > Reducción química y procesos electrolíticos.
- > Procesos mineralógicos.
- > Procesos metalúrgicos.
- > Aplicaciones industriales donde el consumo de electricidad supere el 50% del coste de un producto.



- > Riegos agrícolas.
- > Actividades industriales donde las compras o consumo de electricidad represente por lo menos el 5% del valor de la producción.

Existe, además la posibilidad de la exención del total de la base imponible del impuesto eléctrico para determinadas suministros, los cuales están reunidos en la ley anteriormente nombrada. Los consumidores interesados deberán solicitar la inscripción a la autoridad competente de cada zona.

### 3.1.2.2. Suministro de gas natural [15] [23] [24] [25] [26]

De la misma forma que ocurre con un suministro de electricidad, la facturación de por consumo de gas natural se puede diferenciar, por una parte, los términos que son constantes en todos los suministros correspondiente a la tarifa contratada, término fijo y término variable (consumo de energía), y por otra alguno de los conceptos que a continuación se describen.

#### 3.1.2.2.1. Término por capacidad contratada

Término que se aplicara a los suministros de alta presión y para determinados suministros de media presión. Estos tipos de suministros, están compuestos por un término fijo por capacidad contratada (caudal diario contratado), un término variable (energía consumida) y un término por capacidad demandada. En particular el término por capacidad demandada será resultado conforme de la multiplicación que describe la siguiente fórmula:

$$FEQ_d = 3 \times \left[ (QM_d - \sum_{t=1}^n QC_{t,d}) \times \left( \frac{MD_d \times TC_{GT}}{365} \right) \right]$$

Siendo:

$FEQ_d$  = facturación por capacidad demandada, expresada en €, correspondiente al día de gas  $d$ .

$QM_d$  = capacidad máxima demandada en el día de gas  $d$ , expresada en kWh/día.



$QC_{t,d}$  = capacidad contratada en el día de gas  $f$ , expresada en kWh/día.

$MD_d$  = multiplicador aplicable a los contratos de duración diaria aplicable al día de gas  $d$ .

$TC_{GT}$  = término de capacidad del peaje de acceso a las redes locales de la tarifa contratada, expresada en €/kWh/días/año .

Todos los usuarios finales pertenecientes a la red de alta presión con obligación de instalación de contador con telemedida y que permita el registro diario del caudal máximo demandado, se les facturará bajo las condiciones antes expuestas. Así mismo, los usuarios sin obligación de disponer de contador con capacidad de registro diario del caudal máximo demandado, podrán optar a ser tratados de forma individualizada en la facturación del término de capacidad contratada, al igual que los suministros de alta presión.

#### 3.1.2.2.2. Alquiler de equipos de medida

Los contadores son los encargados de calcular el consumo en un suministro de gas natural para proceder a su facturación. De forma habitual, los contadores son propiedad de la compañía distribuidora que cobrará un alquiler por mantenimiento de estos equipos. La comercializadora cargará este término en la factura del suministro que posteriormente será dirigido a la distribuidora. Existe la posibilidad de que el contador sea propiedad del titular del suministro, de esta forma no se cargará en la factura ningún coste por concepto de alquiler. En el caso de avería del contador, el cliente deberá costear la sustitución del equipo.

Este término es regulado bajo la Orden TEC/1367/2018 [26], donde se establece:

Caudal del contador (m3/h)	Precio [€/mes]
Caudal $\leq$ 6 m3/hora	0,58
6 m3/h < Caudal $\leq$ 10 m3/h	0,61
Caudal > 10 m3/h	12,5 % del valor medio del contador que se fija a continuación



Caudal del contador (m <sup>3</sup> /h)	Valor medio del contador [€]	Precio [€/mes]
Q hasta 25	388,25	4,85
Q hasta 40	752,97	9,41
Q hasta 65	1.538,21	19,23
Q hasta 100	2.082,41	26,03
Q hasta 160	3.266,32	40,83
Q hasta 250	6.912,62	86,41

Tabla 7: Precios para el alquiler de equipo de medición de gas natural  
Fuente: Elaboración propia a partir de la Orden TEC/1367/2018

### 3.1.2.2.3. Impuesto sobre hidrocarburos

Se trata de un impuesto extra-fiscal, es decir, no busca recaudar fondos para hacer frente a gastos públicos, sino que se implanta como medida para asegurar que el uso del gas natural se realiza de forma eficiente y respetuosa del medio ambiente. De forma que gravando sobre las actividades de fabricación e importación del gas natural se consigue desincentivar el consumo de este, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero. Los fondos generados por este impuesto van dirigidos a otras finalidades como por ejemplo proteger el medio ambiente.

Entro en vigor el 1 enero del 2013 para todos los consumos de energías de origen hidrocarburo, grava sobre la parte de consumo de estos suministros [c€/kWh]. Su aplicación se realiza en función del uso final del gas. Los tipos impositivos aplicados son:

- > General: aplicado a los suministros de gas destinado al uso doméstico como combustible de calefacción, o como carburante para generación o cogeneración de energía eléctrica. Para esta categoría se aplicará un valor de 0,234 c€/kWh.
- > Reducido: aplicado a suministros de gas natural destinados al uso industrial. Complejos industriales. Se aplicará un valor de 0,054 c€/kWh.
- > Tipo vehicular: aplicado al gas natural utilizado como combustible para vehículos. Se aplicará un valor de 0,414 c€/kWh.



Los consumidores que demuestren que el gas natural consumido es utilizado para fines profesionales, podrán solicitar la aplicación de la reducción del impuesto a la autoridad competente correspondiente de la zona.



### 3.2. Estudio científico

Realizar un análisis científico del estudio del arte nos permite contrastar el grado de interés que tiene el tema tratado en este trabajo. Con este objetivo se analizarán distintos documentos de actualidad disponibles en diferentes bases de datos especializadas, que traten o desarrollen puntos de interés relacionados con el estudio.

La búsqueda se realizará, como se menciona anteriormente, en bases de datos de índole técnica. El acceso a muchas de estas bases de datos es facilitado por la Biblioteca de la Universidad de Cantabria de forma gratuita. Dentro de su portal Web se encuentra un listado con estos recursos, dentro del cual aparecen:

- > Scopus
- > Dialnet
- > Google Académico
- > Web of Science
- > IEEExplore
- > JSTOR
- > Engineering Village

La búsqueda se realizó bajo diferentes criterios con el fin de filtrar los resultados disponibles. Dado que en algunas de estas fuentes los documentos destacables no eran de interés para el estudio, se procede a realizar una búsqueda más detallada en una de estas bases de datos: Dialnet.

Dialnet es una de las bases de datos online abierta con mayor número de publicaciones almacenadas, con un total de más de 4,3 millones de documentos. Su principal cometido es dar visibilidad a la literatura científica hispana.



### 3.2.1. Documento 1

- **Título:**  
“Sector energético, sector del transporte y sector de las telecomunicaciones”
- **Autores:**  
Antonio Jesús Alonso Timón.
- **Año de publicación:**  
2014
- **Resumen:**

La regulación del sector eléctrico aparece condicionada tanto por el carácter de servicio esencial que presenta el suministro de electricidad como por una serie de peculiaridades físicas, técnicas y económicas propias de dicho suministro. Al no ser almacenable la energía eléctrica, las oscilaciones de la demanda de los consumidores deben ser atendidas en tiempo real, siendo precisa una adecuada coordinación del sistema para que pueda garantizarse el suministro de forma continuada.

Asimismo, dicho suministro exige que los productores estén unidos a los consumidores a través de redes de transporte y distribución que conforman verdaderos monopolios naturales. Estos rasgos propios del sector eléctrico determinaron que el mismo estuviera, desde sus orígenes, organizado a partir de empresas verticalmente integradas que desarrollaban las actividades de generación, transporte y distribución de energía eléctrica. Esta estructura tradicional del sector eléctrico ha ofrecido en ocasiones importantes escollos para la realización de una de las políticas europeas más ambiciosas y conflictivas: el establecimiento en el seno de la Unión Europea de un mercado interior de la electricidad y el gas natural. A la consecución de este objetivo ha obedecido la evolución del sector eléctrico español desde los años 90 del pasado siglo hasta el momento actual. La regulación del sector eléctrico se enfrenta al difícil reto de armonizar múltiples intereses económicos, sociales, medioambientales y políticos, muchas veces contrapuestos entre sí. Por este motivo, la actual ordenación jurídica del suministro eléctrico es notablemente compleja y cambiante, dando lugar a un sector del ordenamiento en el que el denominado riesgo regulatorio y el problema del déficit tarifario cobran un papel protagonista.



### 3.2.2. Documento 2

- **Título:**  
“Eficiencia y ahorro energético en edificios e instalaciones públicas”
- **Autores:**  
Alejandro Román Márquez.
- **Año de publicación:**  
2017
- **Resumen:**

La necesidad de estabilizar su presupuesto ha llevado a numerosas Administraciones públicas a buscar nuevas fórmulas que le permitan mejorar la eficiencia energética de sus edificios e instalaciones y reducir de este modo su factura energética. El objeto del presente trabajo es analizar las posibilidades de contratación de que disponen las Administraciones públicas en relación con los suministros energéticos, prestando especial atención a los denominados “contratos de eficiencia energética” en el ámbito de los edificios públicos y del alumbrado exterior, así como a los adjudicatarios de estos contratos públicos, las llamadas “empresas de servicios energéticos (ESE)”.



### 3.2.3. Documento 3

- **Título:**  
“Presume de entender (a fondo) las facturas de la luz y del gas”
- **Autores:**  
José Luis Sancha Gonzalo
- **Año de publicación:**  
2016
- **Resumen:**

De forma clara y sencilla, el autor pretende ayudar a entender las facturas del gas y de la electricidad y a sugerir al lector posibles medios de usar este conocimiento para adaptar el contrato del servicio y el patrón del consumo para ahorrar costes en el recibo de la luz y hacer un uso más eficiente de la energía. El libro, en sus sucesivas capas análisis, también utiliza la tarifa eléctrica para adentrarse en los grandes problemas energéticos de nuestro país (planificación, seguridad de suministro, eficiencia y protección del medio ambiente), para señalar las exigencias en justicia social (consumo responsable, tratamiento de los consumidores vulnerables) y para examinar los aspectos políticos de todo ello (participación en la toma de decisiones, regulación al servicio del ciudadano).



#### 3.2.4. Documento 4

- **Título:**  
“Análisis del comportamiento energético en un conjunto de edificios multifuncionales.”
- **Autores:**  
Claudia Patricia Valderrama, A Cohen, Philippe Lagiere, Jean-Rodolphe Puiggali
- **Año de publicación:**  
2011
- **Resumen:**

Cual sea el país, un campus universitario es un lugar compuesto por una diversidad de elementos, distintos usos, distintos edificios, distintos perfiles de ocupación. El campus universitario que sostiene nuestra reflexión es el campus de Ciencias y Tecnologías de la Universidad de Bordeaux. Este campus ha hecho un sinnúmero de esfuerzos por responder a las interrogaciones sobre el desarrollo durable, como por ejemplo la puesta en marcha de las calderas a leña, a gas y la cogeneración, pero a la que se le ha sumado hoy día una indispensable reflexión sobre el patrimonio construido, esencialmente en los años 60, como sobre la gestión de recursos en el campus, en donde la factura energética llega a los 2 millones de euros anuales en electricidad y gas y en aumento todos los años aproximadamente un 6%).

Es así como en este artículo serán estudiados en una dimensión temporal, en una escala global y en una escala local el comportamiento energético tanto de sus recursos, como así de sus usuarios, entregando los primeros elementos a considerar en la Gestión, como los son los factores climáticos, pero además entregando la visión del comportamiento de la diversidad de usuarios.



## **4. Metodología**



## **4. Metodología**

Una vez establecidos los conceptos generales que engloba el suministro de electricidad y gas natural del edificio de la Escuela Politécnica de Minas y Energía, se procede a la verificación de los diferentes factores que componen las facturas de los suministros, buscando las posibles mejoras aplicables para reducir el coste final que conlleva estos suministros.

Para empezar, se realizará la descripción de la situación de los distintos contratos energéticos vigentes de la Universidad de Cantabria, formas de contratación, partes involucradas, condiciones pactadas, etc...

Posteriormente, se evaluará el gasto económico que supone el consumo energético para la Escuela, en base a los datos que facilitó el departamento de Infraestructuras de la Universidad de Cantabria junto con las facturas emitidas por las diferentes comercializadoras. Se procederá a comprobar el ajuste que supondría aplicar estas medidas de mejora mencionadas anteriormente.

Finalmente, en el caso que las verificaciones realizadas muestren la necesidad de ejecución de dichas medidas, se describirán los pasos a seguir para llevarlas a cabo.



## 4.1. Situación energética de partida

### 4.1.1. Descripción de los contratos vigentes

A continuación, se procederá a exponer las formas de contratación bajo las cuales están sujetos los suministros de todos los edificios de los diferentes Campus educativos.

La Universidad de Cantabria está adherida al Acuerdo Marco para el suministro de energía eléctrica para la Administración de la Comunidad Autónoma de Cantabria [27], acuerdo que es adjudicado a una empresa, actualmente a EDP Clientes S.A.U, que se encargara del abastecimiento eléctrico bajo las condiciones pactadas hasta finalizar dicho acuerdo.

Dentro de un acuerdo marco [28] se establecen una serie de condiciones o términos comunes para todos los puntos de suministro recogidos en el acuerdo. Estas condiciones se establecen según la normativa de cada sector energético, donde se establece la calidad y las garantías de cada suministro. Este sistema ayudara a simplificar las gestiones de las contrataciones y además facilitando que organismos, como puede ser la Universidad de Cantabria, se adhiera a este tipo de acuerdos.

Estos tipos de contratación se pueden dar de dos formas:

- > Acuerdos donde las condiciones o términos no están totalmente establecidos. De forma que lleva a cabo una segunda licitación, donde se establecen todos los términos y condiciones que no se encontraban establecidos para cada suministro.
- > Acuerdos donde las condiciones o términos están totalmente establecidos, este tipo de acuerdo promueve las nuevas licitaciones si se prevé una mejora en las condiciones de mercado debido a determinadas circunstancias.

En la siguiente tabla se muestra las tarifas contratadas para cada centro de consumo:

CENTRO	TARIFA B.T.
F. de Enfermería	3.0 TD
Parainfo - línea reserva	3.0 TD
Local UC - C/Rualasal	3.0 TD

Tabla 8: Listado de tarifas de acceso por centro de consumo de baja tensión



CENTRO	TARIFA A.T.
Ciencias - Polideportivo	6.1 TD
Medicina	6.1 TD
Caminos	6.1 TD
I+D+I TELECOM	6.1 TD
Industriales Y Telecom.	6.1 TD
<b>Minas - Fisioterapia</b>	<b>6.1 TD</b>
Náutica	6.1 TD
Derecho	6.1 TD
Interfac. - P. Gobierno	6.1 TD
Ifca	6.1 TD
Ibbtec	6.1 TD
Hidr. Ambiental	6.1 TD
Paraninfo	6.1 TD
Tres Torres	6.1 TD

Tabla 9: Listado de tarifas de acceso por centro de consumo de alta tensión

En cuanto al suministro de gas natural se adjudica mediante un proceso abierto, regulado internamente mediante las Cláusulas Administrativas Particulares de contratos de suministros de la Universidad de Cantabria. De igual forma que para la electricidad, la empresa adjudicada de este contrato, actualmente Endesa Energía S.A.U. realizara el abastecimiento energético bajo las condiciones pactadas hasta finalizar dicho contrato.

A continuación, se muestra las tarifas contratadas para cada centro de consumo:

CENTRO CONSUMO 1	TARIFA
Campus Las Llamas	3.4
CENTRO DE CONSUMO 2	TARIFA
Medicina	3.4
Enfermería	3.4
Náutica	3.4
Paraninfo	3.4
Edificios PCTCAN	3.4
<b>Minas</b>	<b>3.4</b>
Cafetería Náutica	3.2

Tabla 10: Listado de tarifas de acceso por centro de consumo de gas natural



Los precios establecidos en principio para cada punto de suministro son los que se muestran a continuación:

Lote 1 - Baja tensión

Tarifa	Nueva Tarifa	Precio de Energía Eléctrica [c€/kWh]					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
		Baja Tensión					
2.0 TD	2.0 TD	18,0979	11,1721	8,0361			
2.0 DHA		19,8113	12,7667	9,4781			
2.1 A		18,1266	11,2077	8,0428			
2.1 DHA		18,1437	11,118	7,7878			
3.0 A	3.0 TD	14,0491	12,6014	10,6121	9,55	8,5067	7,5911

Lote 2 - Alta tensión

Tarifa	Nueva Tarifa	P1	P2	P3	P4	P5	P6
		Alta Tensión					
3.1 A	6.1 TD	11,5424	10,5857	9,2715	8,5634	7,6932	6,5641
6.1 A		11,8398	10,9099	9,1637	8,3455	7,5178	6,4487
6.2	6.2 TD	9,7336	9,2673	8,2079	7,763	7,3068	6,2155

Tabla 11: Listado precios de la energía eléctrica por tarifa de acceso.

Tarifa	Precio de Energía Gas Natural [€/kWh]	Descuento al Precio de Energía
3.4	0,047403	6%

Tabla 12: Listado precios de la energía del gas natural por tarifa de acceso

La duración para estos dos tipos de contratos, establecida dentro de los mismos, es de dos años con la posibilidad de prórroga, por mutuo acuerdo de las partes, en periodos de un año sin que la duración total del contrato junto con las prórrogas exceda los cuatro años.

Otra de las cláusulas interesante para el desarrollo de las mejoras a implementar es la flexibilidad de estos contratos al cambio de los diferentes parámetros establecidos en ellos, parámetros que pueden ser, por ejemplo, el precio de la energía, potencia contratadas, etc.



En cuanto a la revisión de precios, en ambos contratos, se desestima en base a que no se prevé que se produzcan circunstancias que puedan afectar al equilibrio económico de estos. No obstante, se modificarán cuando el Gobierno modifique los términos regulados (tarifas de acceso, impuesto, etc.).

Quedando así establecidas las tarifas contratadas y precios de energía para los suministros energéticos de la Escuela Politécnica de Minas y Energía:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Tarifa Eléctrica	Potencia Contratada					
6.1 TD	130	130	130	130	130	130
	Precio Energía [c€/kWh]					
	11,5424	10,5857	9,2715	8,5634	7,6932	6,5641

Tarifa Gas	Precio de Energía [€/kWh]	Descuento al Precio de Energía
3.4	0,047403	6%

Tabla 13: Precios para los suministros energéticos de la Escuela de Minas y Energía.



## 4.2. Evaluación del gasto energético

El consumo de energético, tanto térmico como de electricidad, de la Universidad de Cantabria supuso un gasto económico de 2.230.000 € en el año 2019. El mantenimiento de las diferentes instalaciones utilizadas para los suministros supuso unos 200.000 €, la suma de estos dos términos representó aproximadamente un 2,3% del presupuesto total de la Universidad.

A lo largo de los últimos años, la implementación de medidas de ahorro y eficiencia energética han ayudado a la reducción del consumo energético, pero a pesar de esto, la representación que tienen los suministros energéticos dentro del gasto de la Universidad sigue siendo significativa.

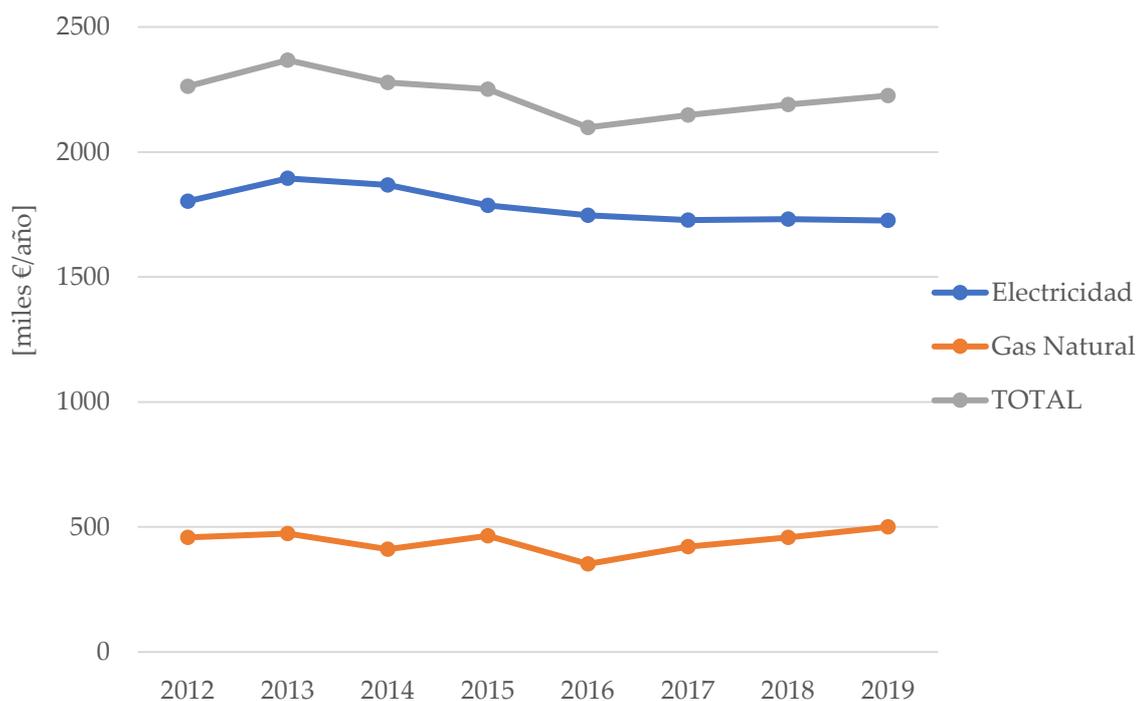


Figura 15: Gasto de energía eléctrica y de gas natural de la Universidad de Cantabria

La comprobación de los parámetros característicos de los suministros, como los términos fijos de los diferentes puntos de suministro, contribuyen también a la reducción de costes, consiguiendo, además, ajustar los contratos a las necesidades reales de la Universidad y, por consiguiente, de sus edificios.

Por otra parte, la componente diferenciadora del gasto que se genera entre un edificio y otro es la distribución con la que se consume la energía. La optimización del consumo será



La otra vertiente que estudiar en este apartado con el objetivo de minimizar el consumo de electricidad y de gas natural mediante la implementación de ciertas medidas de gestión de las instalaciones, medidas de concienciación, etc.

La distribución con la que se consume dentro de una instalación está directamente relacionada con la finalidad con la que se usan, en el caso de la Escuela Politécnica de Minas y Energía, la distribución responde al horario en el que se imparten las clases a lo largo del curso académico, de su situación, tamaño y características de las instalaciones, además de estar relacionado con las estaciones del año; este último parámetro influye más dentro del consumo térmico que en el de electricidad, ya que en época de invierno la demanda de gas aumenta debido a la utilización del sistema de calefacción.

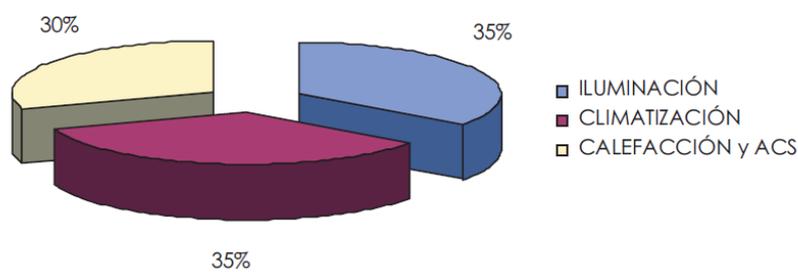


Figura 16: Distribución del consumo en un centro educativo  
Fuente: fenercom.es

#### 4.2.1. Suministro eléctrico

El departamento del Servicio de Infraestructura realiza mensualmente un registro de la facturación que EDP genera para los diferentes puntos de suministro. El punto correspondiente a la Escuela Politécnica de Minas y Energía abastece de forma especial al edificio de la propia Escuela y además al edificio de la Escuela Universitaria de Fisioterapia. De forma interna el Servicio de Infraestructuras realiza el reparto de costes entre los dos edificios.

A partir de la distribución de costes correspondiente al año académico 2018 – 2019 que engloba el coste total que supone el suministro eléctrico para la Escuela, se realizara el desglose, por una parte, del coste del término fijo (potencia contratada) y por otra del coste del término variable (energía consumida).

Obtenidos estos costes, se procederá a analizar todas las partes. En cuanto a la energía consumida, se estudiará de forma conjunta el consumo eléctrico y de gas natural.



#### 4.2.1.1. Verificación de la tarifa de acceso

La elección de la tarifa de acceso para un punto de suministro se hace en base a dos aspectos:

- La tensión necesaria para el funcionamiento de los diferentes equipos existentes en la instalación.
- La potencia simultanea demandada por los equipos conectados a la instalación eléctrica.

Se analizarán los parámetros que definen los aspectos anteriores dentro de la instalación a la que se suministra. Comprobando si la tensión, potencia necesaria son las adecuadas para tener una tarifa de acceso equivalente a 6.1 TD, tarifa actualmente contratada.

#### 4.2.1.2. Verificación de las Potencias Contratadas

La potencia es un valor de capacidad, que se mide en kilovatios [kW]. Es un valor que se establece en la puesta en marcha del edificio, ajustándose a la potencia de las instalaciones eléctricas y de su funcionamiento. Se establece un valor para cada uno de los periodos horarios según la tarifa de acceso contratada. En el caso de la Escuela, se establece un valor, según las restricciones de la norma, para cada uno de los seis periodos.

La Verificación de las potencias contratadas se efectuará mediante el uso de una hoja de cálculo implementada en Microsoft Excel, aplicación que facilitará el tratamiento de datos correspondiente al registro de los máxímetros.

Optimización de Potencias												
Potencias Contratadas	P1	P2	P3	Tarifa Acceso		Tension	Dchos. Extensión [kW]		Coste anual	Inversion Inicial	Ahorro anual	Retorno [Años]
Enero												
Febrero												
Marzo												
Abril												
Mayo												
Junio												
Julio												
Agosto												
Septiembre												
Octubre												
Noviembre												
Diciembre												
MAX												
MIN												

Nuevas Potencias			
	P1	P2	P3
OPTIMIZADA			
EXTENSION			

Figura 17: Hoja de cálculo para optimización de potencias



Para llevar a cabo las diferentes comprobaciones es necesario diferenciar entre potencia contratada, potencia máxima medida y potencia facturada; la primera es el valor que se describe al principio de este apartado, valor de potencia establecido antes de la puesta en marcha del edificio. Por otra parte, la potencia máxima medida es, como su propio nombre indica, la potencia máxima que el aparato de medición (contador) ha registrado para cada uno de los periodos horarios. La potencia facturada es el valor con el que se realiza la facturación del término de potencia para los diferentes puntos de suministro, en función a las especificaciones que se marcan en el apartado de Facturación de este estudio.

La optimización se basa en el análisis de la facturación en cuanto a la potencia contrata y penalización por excesos, buscando ajustar los valores de potencias a las demandadas por el edificio. El objetivo es encontrar un balance entre los costes por facturación de los peajes de acceso y los excesos que pueda producir la instalación.

Los cálculos se efectuarán con los datos registros por la compañía distribuidora del último año. Se realizará un numero de iteraciones para cada valor de potencia registrado, guardando el importe final correspondiente a cada iteración hasta conseguir unos valores que maximice el ahorro entre la situación actual y la situación optimizada.

Dentro de la aplicación utilizada para la ejecución de las iteraciones, existen complementos disponibles para la realización de ejercicios de optimización con suavizados no lineales o simples lineales. El uso de estos completos permite la introducción de parámetros limitantes a tener en cuenta en el proceso.

El artículo 6 de la Circular 3/2020 [6], establece que las potencias contratadas para los diferentes periodos de una tarifa de alta tensión deberán ser tales que, la potencia contratada en un periodo tarifario  $P_{n+1}$  sea mayor o igual que la potencia contratada en el periodo tarifario anterior  $P_n$ . Restricción que se tendrá en cuenta a la hora de iniciar las iteraciones.

Una de las cuestiones a considerar también en el cálculo de optimización seria realizar las interacciones manteniendo los derechos de extensión, es decir, que el cliente no pierda la inversión económica que pagó a la compañía distribuidora para cubrir los gastos de extensión de las líneas hasta el punto de nuevo consumo o los costes de ampliación de una línea ya existente.



Introduciendo estas restricciones, se analizarán las posibles variaciones que se produzcan, tanto en las potencias obtenidas como la estimación de beneficio conseguido con la optimización. Puede darse el caso que la optimización lance resultados despreciables en relación con la inversión que supondría realizar el cambio de potencias, situación que se podría dar y que reflejaría que las potencias actualmente contratadas para el suministro eléctrico se ajustan a las necesidades de la Escuela.

La verificación periódica de las potencias contratada es una medida necesaria, ya que los resultados obtenidos dirán si se adecuan al uso del edificio. El cambio constante en la estructura del marco normativo, causan variaciones en los precios de facturación de estos términos, suponiendo en algunos casos que el peso de la factura eléctrica recaiga sobre el término de potencia y las penalizaciones por excesos. Situación causada por la contratación incorrecta de las potencias.

#### 4.2.1.3. Energía reactiva

Este término representa para todo consumidor un consumo no utilizable, producido por diferentes equipos de las instalaciones del edificio. Es un término variable y que se factura en forma de penalización, por lo que es necesario su corrección mediante diferentes mecanismos. Los criterios de facturación y de corrección para este concepto están descritos en el apartado de Facturación del suministro eléctrico.

Se analizará en las facturas eléctricas de la Escuela este concepto, siendo un parámetro técnico, no de contratación, las posibles mejoras se establecerán en forma de recomendación.

#### 4.2.2. Gas natural

En cuanto al suministro de gas natural el Servicio de Infraestructuras, de igual forma que para la electricidad, genera un registro correspondiente al consumo de gas, por un lado, y por otro el coste de los términos fijos. Este punto de suministros es exclusivamente para el suministro de gas para el edificio de la Escuela.

En este caso, el estudio de mejora que se puede realizar resulta limitado debido a la regulación actual, la cual establece que los puntos de suministros con consumos superiores a 50.000 kW estarán regulados por peajes de acceso que irán en función de la cantidad de gas



que se consuma anualmente, es decir, la empresa distribuidora elegirá la tarifa de acceso para un punto de consumo en función del consumo de gas anual que tenga.

Por esta razón, la única medida de mejora a estudiar esta en optimizar el consumo de gas natural. Analizar los circuitos que utilizan este recurso y establecer que posibles medidas se podrían implementar para reducir el consumo de gas durante el curso académico.

Como primera comprobación se analizará el consumo de gas mediante la obtención de índices energéticos que darán una primera visión del grado de consumo que tiene la Escuela. Dentro del siguiente apartado, donde se analizará conjuntamente el consumo de electricidad y el de gas natural, se compararán los diferentes índices obtenidos con los índices elegidos como de referencia.



#### 4.2.3. Optimización del consumo

Para realizar un consumo eficiente de los recursos energéticos que tiene la Escuela, será necesario llevar a cabo medidas que optimicen la forma como se presenta, medidas que recaen directamente sobre el control que se realiza internamente de los diferentes sistemas que lo utilizan.

Mejorar la eficiencia energética de una edificación conlleva efectuar actuaciones de rehabilitación propias de una auditoria energética, medidas de mejora que se escapan al ámbito de este estudio, por lo que resulta interesante realizar un diagnóstico energético, un análisis simple basado en verificaciones visuales, estudio de los equipos y datos de funcionamiento. Por esta razón, las medidas que se estudiarán con este objetivo serán planteadas a modo de recomendación.

En primer lugar, se evaluará el consumo energético, tanto térmico como eléctrico, en base a un *Benchmarking* (comparación) con los consumos de otras edificaciones similares al objeto del estudio. Por lo que es necesario establecer valores de referencia que permitan realizar la comparación entre edificios, en función a los datos de consumo.

Los valores que se utilizarán como referencia se obtendrán en base índices energéticos. Estos índices se refieren al consumo o al coste de energía eléctrica y térmica por unidad de superficie y año, o por persona y año. Con ayuda de estos valores se podrá evaluar, de forma rápida, la situación energética de la Escuela comparándolos con los valores de referencia obtenidos a partir de uno de los estudios realizado por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE), estudio en el que se valora el consumo energético en el sector universitario, diferenciando entre consumo térmico y eléctrico. Estudio titulado “Seguimiento Energéticos Sectoriales – Centros Educativos: Universidades” [29], su realización se basó en datos obtenidos mediante cuestionarios repartidos a través de la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas.

Los resultados de la comparativa darán una visión general de la situación energética de la Escuela, dando a conocer el grado de actuación necesario sobre él. El potencial de ahorro que resulte permitirá establecer diferentes medidas de buenas prácticas.



#### 4.2.3.1. Racionalización de horarios y espacios educativos

La distribución del horario lectivo de los centros educativos condiciona la vida de los alumnos y la de los empleados. España cuenta con una de las jornadas laborales más largas dentro de los países europeos, debido a los horarios irracionales que tiene. La racionalización horaria no es un objetivo perseguido solo por las empresas, la comunidad educativa busca desarrollar una estrategia que permita mejorar en este ámbito.

La adaptación de los horarios a horarios racionales cumple con objetivos como conciliar la vida profesional y la personal, mejorar la productividad y aumentar el rendimiento de las personas, favorecer la igualdad, mejorar la calidad de la vida, en concreto, dotar de un mayor valor al tiempo. El aprovechamiento del tiempo y la correcta distribución del uso de los espacios con los que cuenta una edificación educativa, aparte de resultar beneficioso para los usuarios de las instalaciones, supondría reducir el consumo como resultado de concentrar las diferentes actividades en horarios más productivos. Consiguiendo optimizar el uso de los espacios disponibles, de forma que se minimice el número de arranques y paradas de los diferentes equipos de las instalaciones.

#### 4.2.3.2. Otras medidas

- Adaptar los sistemas de climatización e iluminación al horario lectivo.
- Adecuar la temperatura de los diferentes sistemas de climatización a las normativas vigentes
- Automatizar las iluminaciones de las zonas comunes del edificio (pasillos, escaleras, aseos, etc.)
- Promover la implantación de buenas prácticas para crear una cultura en la eficiencia energética dentro del centro, como por ejemplo:
  - Evitar la apertura de puertas y ventanas durante el tiempo de funcionamiento de los sistemas de climatización, salvo el tiempo mínimo para asegurar la correcta ventilación.
  - Aprovechar la iluminación natural en la medida de lo posible.



## **5. Resultados**



## 5. Resultados

### 5.1. Evaluación del gasto energético

La Universidad de Cantabria pago un total de 51.000 € aproximadamente por los suministros eléctrico y de gas natural de la Escuela Politécnica de Minas y Energía en el año 2019. Dentro de los siguientes apartados se estudiarán de forma individual los diferentes componentes de cada suministro por los que se ha generado el desembolso de la cantidad anteriormente descrita, con el objetivo de establecer las posibles medidas de mejora que se puedan implantar para reducir estos costes.

A continuación, se dividirá el gasto total en función al tipo de suministro, eléctrico o de gas natural, para cada mes del año considerado:

#### Gasto Energía Eléctrica

	MINAS	FISIO.	TOTAL
Enero	4.086,35 €	2.411,91 €	6.498,26 €
Febrero	3.257,77 €	2.419,30 €	5.677,07 €
Marzo	3.827,19 €	2.556,07 €	6.383,26 €
Abril	3.187,44 €	1.982,13 €	5.169,57 €
Mayo	3.711,98 €	2.329,86 €	6.041,84 €
Junio	3.194,77 €	2.001,64 €	5.196,41 €
Julio	2.722,91 €	1.589,38 €	4.312,29 €
Agosto	2.630,81 €	1.135,17 €	3.765,98 €
Septiembre	2.957,09 €	1.856,39 €	4.813,48 €
Octubre	3.289,65 €	2.295,92 €	5.585,57 €
Noviembre	3.800,26 €	2.632,05 €	6.432,31 €
Diciembre	3.987,71 €	2.242,17 €	6.229,88 €
[€/Año]	40.653,93 €	25.451,99 €	66.105,92 €

Tabla 14: Gasto por consumo de electricidad de la Escuela de Minas y Energía.



<b>Gasto Gas Natural</b>	
	<b>MINAS</b>
Enero	5.599,55 €
Febrero	2.070,36 €
Marzo	2.155,81 €
Abril	764,19 €
Mayo	733,05 €
Junio	116,31 €
Julio	129,75 €
Agosto	123,48 €
Septiembre	150,27 €
Octubre	107,34 €
Noviembre	2.013,27 €
Diciembre	1.937,26 €
<b>[€/Año]</b>	<b>15.900,64 €</b>

Tabla 15: Gasto por consumo de Gas Natural de la Escuela de Mina y Energía.

De esta forma se observa, de una forma más clara, la distribución de los gastos a lo largo del año, coincidiendo los valores más altos con el inicio del curso académico y con la temporada de más frío, en el caso del consumo de gas natural. De igual manera, los valores disminuyen al finalizar las clases y el curso académico, donde las facturas para estos meses de vacaciones no llegan a ser cero ya que, a pesar de no impartir clases o no hacer uso de los sistemas de climatización, los importes por términos fijos se cobran para todos los meses por igual.



### 5.1.1. Suministro eléctrico

#### 5.1.1.1. Verificación de la tarifa contratada

Como se ha mencionado en apartados anteriores, la elección de la tarifa de acceso para el suministro eléctrico de la Escuela Pol. de Minas y Energía se realiza en función de la tensión necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos instalados y de la potencia simultánea demandada por estos equipos.

Dadas las características de la instalación de la Escuela, dentro de los documentos del Proyecto se describen los equipos e instalaciones eléctricas incluidos en el edificio. A grandes rasgos la instalación eléctrica está formada por:

- > Acometida en Media Tensión.
- > Centro de Transformación dentro del propio edificio.
- > Suministro de emergencia desde un Grupo Electrónico, ubicado también en el edificio.
- > Suministro de Socorro por medio de un Sistema de Alimentación Interrumpida (S.A.I.).
- > Equipos auxiliares: Batería de Regulación del factor de potencia.
- > Alumbrado interior.
- > Res de tierras.
- > Etc.

La instalación eléctrica se dividió en tres tipos de suministro:

- > Suministro normal: proporcionado por el transformador y que alimenta aquellos puntos de consumo de uso normal.
- > Suministro de emergencia: proporcionado por el un grupo Electrónico y que alimenta aquellos consumos que requieren un funcionamiento continuo y sistemas de evacuación en caso de emergencia.
- > Suministro de socorro: proporcionado por el S.A.I. que alimentara a los equipos autónomos de emergencia.

A continuación, se muestra un resumen de la potencia eléctrica instalada del edificio de la Escuela:



RESUMEN	Potencia instalada	Intensidad
Servicios no preferentes	676,58 KVA	976,56 A
Servicios preferentes	161,32 KVA	232,85 A
S.A.I.	35,62 KVA	51,42 A

Tabla 16: Resumen Potencia Instalada en la Escuela Politécnica de Minas y Energía

Debido a que todos los equipos instalados no se utilizan al mismo tiempo ni a máxima potencia, se aplica un coeficiente de simultaneidad de 0,75 al valor de las potencias del suministro no preferente. De tal forma que:

$$676,58 \times 0,75 = 507,44 \text{ KVA}$$

Estableciendo las potencias eléctricas demandadas por la instalación:

**Potencia del Transformador:**  $507,44 + 161,32 = 668,76 \text{ kVA}$

**Potencia del Grupo Electrónico:**  $162,92 \text{ kVA}$

**Potencia del S.A.I.:**  $36,10 \text{ kVA}$

El suministro eléctrico es por lo tanto proporcionado por dos transformadores de 800 kVA de potencia (uno de reserva del otro). El suministro de emergencia se obtiene de un grupo Electrónico de 175 kVA de potencia nominal. Y, por último, para el suministro de socorro se utilizará un S.A.I. de 50 kVA.

En definitiva, la potencia total instalada en el edificio es de 1.025 kVA y deberá ser suministrada en Media Tensión dado el diseño de las instalaciones del edificio. Razones por las que la tarifa de acceso contratada sea la 6.1TD, ya que la potencia no supera el umbral definido para esta tarifa.

#### 5.1.1.2. Verificación de las Potencias Contratadas

Siguiendo con el mismo objetivo de mejorar las condiciones del suministro de electricidad de la Escuela, lo siguiente es realizar un estudio de las potencias actualmente contratadas en busca de una solución óptima.



La situación actual respecto a las potencias contratadas es la siguiente:

Potencias Contratadas	P1	P2	P3
	130	130	130

Tabla 17: Potencias contratadas actualmente

A continuación, se reflejan los registros de la potencia medida obtenidos a través de la compañía distribuidora para el año 2017:

Mes	P1	P2	P3
Enero	132	164	112
Febrero	108	140	92
Marzo	124	136	84
Abril	120	124	80
Mayo	136	108	76
Junio	108	108	76
Julio	84	80	68
Agosto	53	47	59
Septiembre	92	92	68
Octubre	108	105	72
Noviembre	136	140	108
Diciembre	148	144	116

Tabla 18: Potencias registradas del año 2017 en kW

En base a los anteriores registros, los importes correspondientes a los conceptos de término de potencia y de excesos de potencia (en caso de ser penalizado) fueron:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
Coste [€]	1.394,96	1.068,95	1.102,07	1.045,86	1.083,70	957,96	957,96	957,96	957,96	957,96	1.194,70	1.407,61	13.087,66

Tabla 19: Importes facturados en la situación actual de potencias

Se procede a la optimización de las potencias en forma de simulación, teniendo en cuenta los registros anteriores, mediante iteraciones que convergerán en una solución óptima. Según el Artículo 6 de la Circular 3/2020, las potencias contratadas de una tarifa de media tensión deberán ser tales que la potencia contratada en un periodo  $P_{n+1}$  sea mayor o igual que a potencia contratada en el periodo  $P_n$ . Condición que se respeta en el cálculo de la solución óptima, dando como resultado:



Potencias Calculadas	P1	P2	P3
	129.52	129.52	129.52

Pot. Calculadas Normalizadas	P1	P2	P3
	130.00	130.00	130.00

Tabla 20: Nuevas potencias, resultado de la simulación

Con esta simulación se logra verificar que las potencias actualmente para el suministro de electricidad de la Escuela se están ajustando a la demanda de las instalaciones, dado que los resultados obtenidos no lanzan valores significativamente diferentes a los actuales. Razón por la que no sería necesario realizar ningún cambio en estos parámetros a fecha de hoy.

Si es recomendable realizar este tipo de verificación de forma anual, ya que las instalaciones pueden sufrir modificaciones resultado de una mayor demanda, por ejemplo.

Históricamente desde el Servicio de Infraestructuras se realizó un estudio similar de estos parámetros, dando como resultado una reducción de la potencia contratada a los valores actualmente establecidos. La reducción se llevó a cabo tras verificarse una caída en los valores registrados por los máxímetros. Como la respectiva optimización se obtuvo la reducción de los importes correspondientes por estos términos.

#### 5.1.1.3. Energía reactiva

Dentro de la Escuela Pol. de Minas y Energía se dispone de un equipo destinado a la compensación de la energía reactiva del edificio, que consta de una batería de regulación automática del factor de potencia capaz de suministrar una potencia reactiva máxima de 270 kVAR; con regulador varmétrico para mantener el factor de potencia de la instalación dentro de los márgenes de 0,85 inductivo y 0,95 capacitivo, evitando así las posibles penalizaciones dentro de la facturación del suministro por consumo de energía reactiva.

A partir de las facturas emitidas por la compañía comercializadora, obtenemos los diferentes valores de energía activa y energía reactiva facturada para cada mes y periodo del año estudiado:



	Energía Activa facturada			Energía Reactiva facturada		
	P1 [kWh]	P2 [kWh]	P3 [kWh]	P1 [kVArh]	P2 [kVArh]	P3 [kVArh]
Enero	9.097	20.288	15.149	233	1.257	692
Febrero	8.718	18.696	13.043	193	950	292
Marzo	10.908	20.880	14.713	121	587	513
Abril	8.692	13.902	13.831	390	539	540
Mayo	11.465	17.055	14.508	380	581	958
Junio	9.946	14.619	12.654	548	652	595
Julio	7.484	9.870	12.208	765	648	313
Agosto	5.029	8.331	11.458	1.045	720	667
Septiembre	8.362	13.034	12.599	457	594	521
Octubre	10.501	16.699	13.646	171	306	201
Noviembre	10.459	21.311	13.995	49	260	373
Diciembre	7.847	18.365	16.208	72	589	588

Tabla 21: Energía activa y reactiva facturada

Teniendo en cuenta la regulación en cuanto al consumo de energía reactiva descrita en el apartado de Facturación, el cual establece que para suministros con tarifa de acceso 6.1TD se procederá a facturar la energía reactiva consumida si esta supera el 33% del consumo de energía activa. Aplicándose en todos los periodos excepto P6.

Analizando los consumos reflejados en la Tabla 23, se obtiene el porcentaje correspondiente a la energía reactiva consumida en función al consumo de energía activa:

	E. Reac./E. Act. [%]		
	P1	P2	P3
Enero	2,56%	6,20%	4,57%
Febrero	2,21%	5,08%	2,24%
Marzo	1,11%	2,81%	3,49%
Abril	4,49%	3,88%	3,90%
Mayo	3,31%	3,41%	6,60%
Junio	5,51%	4,46%	4,70%



Julio	10,22%	6,57%	2,56%
Agosto	20,78%	8,64%	5,82%
Septiembre	5,47%	4,56%	4,14%
Octubre	1,63%	1,83%	1,47%
Noviembre	0,47%	1,22%	2,67%
Diciembre	0,92%	3,21%	3,63%

Tabla 22: Porcentaje equivalente de energía reactiva consumida en función de la energía activa

Los resultados reflejan el correcto funcionamiento de los equipos destinados a la compensación del factor de potencia, ya que en ninguno de los casos supera el límite marcado por la normativa, consiguiendo así que la Escuela no tenga que pagar la penalización correspondiente al consumo de energía reactiva. Esta situación se ve también reflejada en las facturas emitidas para el año estudiado, no se genera en ninguna de ellas un coste adicional por estos conceptos.



### 5.1.2. Optimización del consumo

El objetivo de este apartado es conocer el consumo energético que tiene la Escuela, para analizar los factores que influyen sobre él y así poder analizar las posibilidades de ahorro. Conseguir que el edificio sea eficiente, no solo persigue conseguir un ahorro de energía, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, sino también mejorar las condiciones de confort y bienestar de los usuarios en el edificio.

El edificio de la Escuela Pol. de Minas y Energía se compone, como la mayoría de los centros universitarios, de aulas de clase, laboratorios, despachos de profesores, zonas comunes, salones de actos, aseso, entre otros... El modelo de este tipo de edificación es repetitivo en su sector, se realiza en base a unos usos y horarios de funcionamiento. Por esta razón resulta interesante realizar una comparación entre edificios similares en cuanto distribución y uso.

Para la realización de la comparativa se establecerán los valores de referencia en base a índices energéticos, índices obtenidos del informe del IDAE descrito en la metodología del estudio. En primer lugar, se establece los valores medios en cuanto al consumo de energía eléctrica:

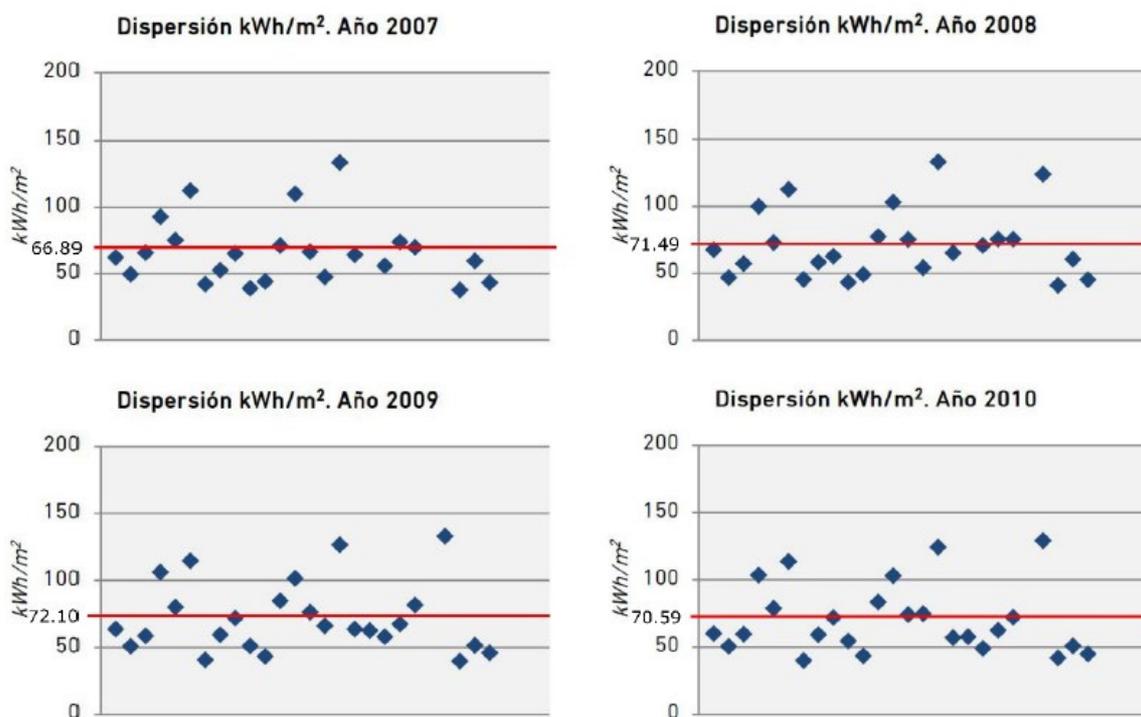


Figura 18: Consumo eléctrico/superficie de las diversas universidades españolas y el valor medio Fuente: Informe IDAE (Adaptado)



	2007	2008	2009	2010
Valor Medio [kWh/m <sup>2</sup> ]	66,89	71,49	72,1	70,59

Tabla 23: Valores medios de consumo eléctrico/superficie para los años estudiados  
Fuente: Informe IDAE

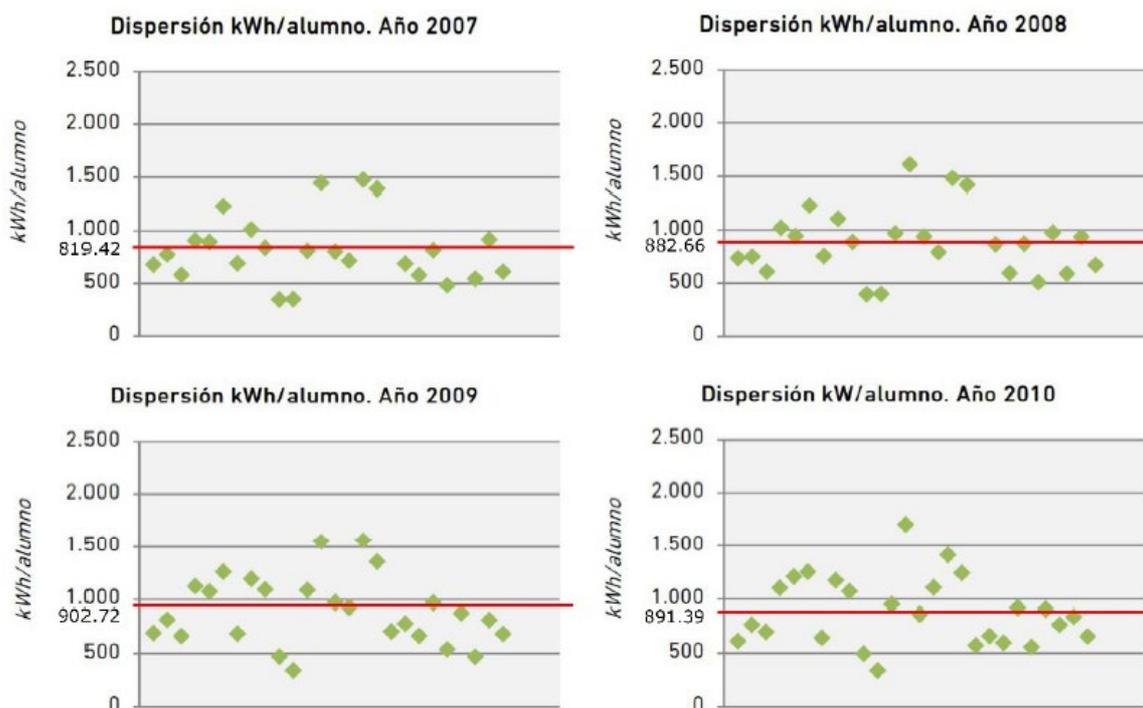


Figura 19: Consumo eléctrico/alumno de las diversas universidades españolas y el valor medio  
Fuente: Informe IDAE (Adaptado)

	2007	2008	2009	2010
Valor Medio [kWh/persona]	819,42	882,66	902,72	891,39

Tabla 24: Valores medios de consumo eléctrico/persona para los años estudiados  
Fuente: Informe IDAE

Los índices para la Escuela se obtendrán en base a la superficie útil y el número de alumno matriculados a lo largo del año 2019.

La Escuela dispone con una superficie construida de 10.217 m<sup>2</sup> de los que 6.030 m<sup>2</sup> corresponden a superficie para uso docente, y 4.187 m<sup>2</sup> a aparcamientos e instalaciones. En cuanto a la ocupación, se establece un número total de usuarios de 350 personas.



Debido a la estructura del punto de suministro eléctrico de la Escuela, solo se utilizarán los datos de consumo correspondiente al edificio de la Escuela Pol. de Minas y Energía, sin considerar el consumo correspondiente a la Facultad de Fisioterapia. Los consumos reflejados a lo largo de los ultimo cinco años son los siguientes:

	2017	2016	2015	2014	2013
Enero	27.571	26.965	28.604	29.740	29.534
Febrero	23.600	26.422	25.331	27.547	27.198
Marzo	28.342	27.381	28.226	28.709	27.352
Abril	23.350	25.544	22.547	25.536	25.626
Mayo	27.025	24.883	24.246	26.052	28.393
Junio	24.063	24.376	24.014	24.415	26.679
Julio	19.983	19.500	20.973	21.315	22.913
Agosto	19.273	19.760	18.841	19.774	20.808
Septiembre	22.112	22.016	21.245	24.385	24.057
Octubre	25.073	23.777	24.886	26.671	27.501
Noviembre	27.032	25.629	26.008	25.650	28.444
Diciembre	26.961	24.360	25.637	26.103	26.945
Total	294.385	290.613	290.558	305.897	315.450

Tabla 25: Energía eléctrica consumida por la Escuela Politécnica de Minas y Energía a lo largo de los ultimo 5 años

Se puede observar que la distribución de los consumos se mantiene constantes entre los distintos años, destacando la reducción en la demanda en los meses de verano debido a los meses de vacaciones. Se sigue generando un mínimo consumo debido a que las instalaciones permanecen abiertas, pero con un horario reducido. A partir del mes de septiembre el consumo eléctrico vuelve a los valores normales al iniciarse las clases de nuevo.

También se observa enero es el mes en que se consume más energía, coincidiendo con las fechas de exámenes correspondientes al primer cuatrimestre junto con el mes más frío del calendario académico, situación que se repite a lo largo de los últimos cinco años donde el primer mes del año es el de mayor consumo.

Según los datos reflejados anteriormente, se procede a obtener los índices energéticos en base a los consumos descritos en la Tabla 25 y las características del edificio:

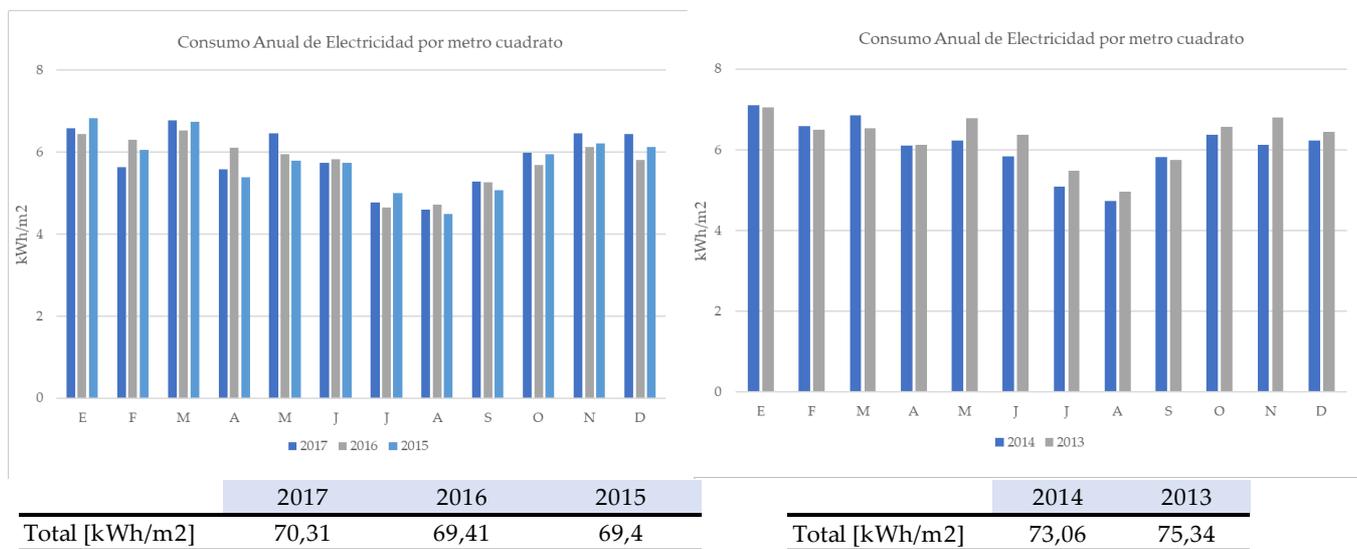


Figura 20: Distribución del consumo de electricidad anual por m²

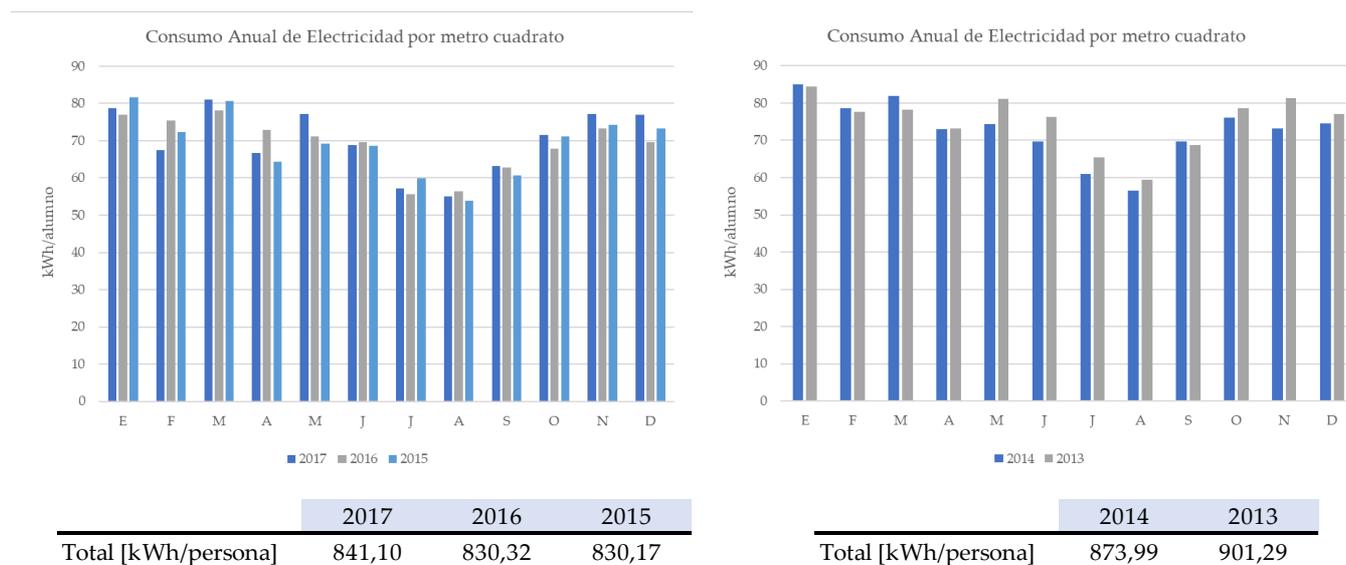


Figura 21: Distribución del consumo de electricidad anual por persona

Si comparamos los índices obtenidos con los de referencia correspondiente al resto de universidades españolas, se puede ver que el edificio de la Escuela se mantiene en torno a los valores medios señalados, con alguna variación por encima o por debajo.



## **6. Conclusiones**



## 6. Conclusiones

El estudio realizado sobre las condiciones contractuales de los suministros energéticos de electricidad y gas de la Escuela Politécnica de Minas y Energía demuestra, en términos generales, que aquellos parámetros sobre los que la Escuela puede actuar, como por ejemplo, la modificación de tarifas contratadas o el ajuste de algunos términos fijos de los diferentes suministros, se ajustan a la demanda real del edificio. Así pues, teniendo en cuenta las verificaciones realizadas a lo largo del presente estudio, se puede concluir:

- > En cuanto al suministro eléctrico, tanto la tarifa contratada como las potencias de los diferentes periodos tarifarios, se ajustan correctamente a lo que demanda el edificio a lo largo del curso analizado. Se visualiza también una reducción del consumo y de las potencias demandadas en los meses de verano y en periodos de exámenes, provocadas en mayor medida, por la suspensión de las clases; aunque cabe mencionar este aspecto, estas variaciones no son muy significativas en el cómputo general del gasto energético dado que los costes facturados durante estos ciclos son mayormente términos fijos que se cobran para todos los meses por igual.
- > Haciendo referencia al suministro de gas, la elección de la tarifa contratada viene establecida por la compañía distribuidora en base al nivel de consumo anual anterior del edificio. Como ya se comentó en apartados anteriores, algunas medidas de reducción en el consumo de gas pueden ser, aplicar medidas de mejora en los equipos que utilizan este recurso u optimizar el control de los mismos. La aplicación de estas medidas supondría una reducción significativa del término variable de la energía consumida en la factura del gas, y además, se estaría cumpliendo con un uso eficiente del gas natural.

Resumiendo, con el objetivo de reducir los costes anuales que supone el suministro eléctrico y gas para la Escuela Politécnica de Minas y Energía, se podría trabajar sobre la optimización del consumo energético llevando a cabo las medidas de buenas prácticas mencionadas en este estudio, aplicando las normativas vigentes teniendo en cuenta todos los cambios que, actualmente, se están produciendo en este ámbito y ampliando la cultura de eficiencia energética dentro del centro.



Todas estas actuaciones que se han ido mencionando a lo largo de todo este estudio ayudan a mejorar la eficiencia energética a corto plazo pero, la medida más importante que se puede tomar y la que, sin duda, aportará mayores logros a medio y largo plazo, es la educación, desde edades muy tempranas, en el uso de la energía hacia un desarrollo sostenible. Los pequeños gestos diarios encaminados hacia un consumo responsable son el inicio que marca este camino porque la eficiencia está en los detalles.

Aunque, bien es cierto que cada vez se escucha más y estamos más familiarizados con este término, aún es muy alto el grado de desconocimiento de los beneficios que aporta y de la importancia que tiene tanto para los consumidores como para el planeta. Y, aunque queda mucho camino por recorrer, poco a poco, va aumentando esta conciencia global de responsabilidad energética pero, queda patente la necesidad del saber. ¿Se han preguntado cuántas personas no saben interpretar su factura de luz o gas? ¿Por qué no se enseña algo tan importante como esto? Para poder utilizar la energía inteligentemente, para poder aprovechar de manera óptima los recursos, se ha de enseñar cómo hacerlo porque la sociedad avanza y es necesario poder avanzar con ella.



## **7. Referencias**



## 7. Referencias

- [1] BP Statistical Review of World Energy 2020 [Informe]
- [2] Plan nacional de acción de eficiencia energética 2017-2020 [Informe]
- [3] Oficina Ecocampus UNICAN [Web]
- [4] A3E – Compra de energía. [Documento]
- [5] Energía y Sociedad: Manual de la Energía Eléctrica [Manual]
- [6] Circular 3/2020, de 15 de enero, de la CNMC, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad [Boletín]
- [7] BOE-A-2015-14278: Reglas de funcionamiento de los mercados diario e intradiario de producción de energía eléctrica [Boletín]
- [8] Cómo funciona el mercado eléctrico y por qué, a pesar de que el precio a veces llegue a cero, apenas va a repercutir en nuestra factura. [Estudio]
- [9] ¿Cómo funcionan las primas a la generación de energía en régimen especial? [Artículo]
- [10] Resolución de 16 de diciembre de 2021, de la CNMC, 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 2022 [Boletín]
- [11] Energía y Sociedad - Manual de la Energía: Gas. [Manual]
- [12] Código del Gas. [Código]
- [13] La Tarifa de Gas en España. Seminario “Las cuentas de la energía: tarifas, impuestos y autoconsumo. [Ponencia]
- [14] ¿Cómo me afectan los nuevos peajes de acceso de gas? [Artículo]
- [15] Circular 6/2020, de 22 de julio, de la CNMC, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte, redes locales y regasificación de gas natural [Boletín]



- [16] Real Decreto 1184/2020, de 29 de diciembre, por el que se establecen las metodologías de cálculo de los cargos del sistema gasista, de las retribuciones reguladas de los almacenamientos subterráneos básicos y de los cánones aplicados por su uso [[Boletín](#)]
- [17] Las tarifas de gas natural: mercado regulado y mercado libre [[Artículo](#)]
- [18] ¿Qué es la Energía Reactiva? [[Artículo](#)]
- [19] Orden ITC 3860/2007 – Revisión de las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008. [[Boletín](#)]
- [20] 5 Apunte del Impuesto sobre la Electricidad. [[Artículo](#)]
- [21] Exención y reducción de la Base Imponible del Impuesto Eléctrico. [[Informe](#)]
- [22] ¿Qué es el Impuesto Eléctrico? [[Artículo](#)]
- [23] Enagas - Tarifas, peajes y cánones. [[Web](#)]
- [24] Impuesto sobre hidrocarburos. [[Publicación](#)]
- [25] Cambio regulatorio en la factura de gas: céntimo verde. [[Publicación](#)]
- [26] Orden TEC/1367/2018, de 20 de diciembre, por la que se establecen los peajes y cánones asociados al acceso de terceros a las instalaciones gasistas y la retribución de las actividades reguladas para el año 2019. [[Boletín](#)]
- [27] Acuerdo marco para el suministro de energía eléctrica para la administración de la comunidad autónoma de Cantabria. [[Documento](#)]
- [28] Nota sobre el funcionamiento de los acuerdos marco. [[Nota](#)]
- [29] Seguimientos Energéticos Sectoriales. Centro educativos [[Estudio](#)]