



# MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (MII)

TRABAJO FIN DE MÁSTER

## ESTUDIO DE LAS INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA.

Autora: Isabel Santos Castañón

Director: Miguel Ángel Bernal López

Madrid

Julio 2022



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

**Estudio de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la  
movilidad eléctrica**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en  
el curso académico 2021/22 es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es  
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido  
tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Isabel Santos Castañón

Fecha: 15/ 07/ 22

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Miguel Ángel Bernal López

Fecha: 15/ 07/ 22





# MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (MII)

TRABAJO FIN DE MÁSTER

## ESTUDIO DE LAS INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA.

Autora: Isabel Santos Castañón

Director: Miguel Ángel Bernal López

Madrid

Julio 2022



# **ESTUDIO DE LAS INFRAESTRUCTURAS NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA**

**Autora: Santos Castañón, Isabel.**

**Director: Bernal López, Miguel Ángel.**

**Entidad Colaboradora: Naturgy.**

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

El objeto del proyecto surge para dar respuesta a los planes nacionales y europeos a favor del clima. La integración de las infraestructuras energéticas necesarias para la recarga permitirá dar un impulso al desarrollo del vehículo eléctrico, lo que conllevará un aumento del parque de vehículos limpios y, por tanto, una paulatina descarbonización del tráfico rodado y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de este sector.

Se realiza un estudio de las modificaciones necesarias que deben llevarse a cabo en la red eléctrica para impulsar la movilidad sostenible. El proyecto podrá ser extendido a toda España, pero en este caso se desarrolla el análisis de la ciudad de Gijón, Asturias. Este estudio es una simulación donde los datos tomados sobre las infraestructuras eléctricas no son reales, se han modelado para el proyecto para evitar la publicación de información confidencial.

Tras el Acuerdo de París de 2015 llevado a cabo entre todos los 197 países, entre los que se encuentra España, abordar el problema del cambio climático está siendo una prioridad. Por ello, estos países han desarrollado su propio Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), por el cual se va evaluando el grado de compromiso adquirido y que medidas están llevando a cabo. El PNIEC español está en consonancia con lo acordado con La Comisión Europea y resto de Estados Miembros a través de las cinco dimensiones de la Unión de la Energía: la descarbonización, incluidas las energías renovables; la eficiencia energética; la seguridad energética; el mercado interior de la energía y la investigación, innovación y competitividad.

De acuerdo con los estudios realizados, obtendrá los siguientes resultados para el año 2030:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de renovables sobre el uso final de la energía.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% de energía renovable en la generación eléctrica.

Estos cuatro resultados anteriores, son solo un paso intermedio para alcanzar al objetivo final en el año 2050, ser un país neutro en carbono, reduciendo en un 90% de las emisiones de los gases de efecto invernadero con respecto a 1990 y alcanzando un sistema eléctrico 100% renovable ese mismo año.

Para cumplir con este propósito en España, para el año 2030 se deben reducir aproximadamente las emisiones 100 MtCO<sub>2</sub>-eq. Al ser la movilidad y el transporte una de las fuentes que más gases de efecto invernadero produce, casi un 30% de esta reducción va a corresponder a este sector.

Por ello, es necesario llevar a cabo una transformación del sector, dando paso a nuevos modelos de transporte, infraestructuras y cambios en las costumbres de la población. Dando paso a una movilidad más limpia donde el vehículo eléctrico sea el protagonista. Se prevé que para el año 2030, el 35% de los pasajeros, que actualmente utilizan modos de transporte convencionales, utilizarán modos de transporte no emisores y se estima un parque de vehículos limpios de 5 millones, en España. Pero para poder cumplir con estas expectativas y dar servicio a estos nuevos vehículos, es necesario que haya una fuerte infraestructura que permita a los usuarios utilizar sus vehículos por carreteras y ciudades, al igual que lo venía haciendo hasta ahora. Por ello, se debe desarrollar una red de “electrolineras” donde poder recargar los vehículos en cualquier punto del país, imitando el modelo de las gasolineras. Esta nueva infraestructura requiere de una dependencia total de las compañías eléctricas, pues suministra directamente electricidad a los vehículos, por tanto, es necesario que estas compañías adapten sus redes eléctricas a las nuevas demandas de potencia.

Según datos oficiales de la DGT, España contaba en 2020 con aproximadamente 78.000 vehículos eléctricos, siendo solo un 0,3% del total y solo dispone de 8.500 puntos de recarga públicos, estando muy por detrás de otros países europeos como Francia o Países Bajos. Si bien es cierto, que el número de cargadores poco a poco está creciendo, es necesario para cumplir con los objetivos que haya un mayor impulso a nivel nacional y para ello, en 2021, se ha aprobado el PERTE del Vehículo Eléctrico y Conectado. Entre otras medidas se recoge que las infraestructuras de recarga eléctrica deben ascender hasta una cifra de entre 80.000 y 110.000 cargadores para el año 2023.

Con este proyecto se presenta un modelo que permite estudiar la viabilidad del desarrollo de la infraestructura eléctrica necesaria para la implementación del vehículo eléctrico en España y en concreto el estudio se realiza sobre la ciudad de Gijón, pero se podrá extender a cualquier región. Se determina qué información es necesaria y cómo debe gestionarse, para poder desarrollar un algoritmo que determine en qué lugares pueden instalarse los cargadores y si es necesario y el coste que conlleva alguna modificación de las infraestructuras eléctricas. El proyecto se ha llevado a cabo teniendo en cuenta toda la normativa vigente que le aplica. Además, se estudian las diversas variables que permiten determinar en qué áreas es más recomendable la instalación de puntos de recarga y cuántas son necesarias para dar un servicio adecuado. Se analizan la situación y capacidad de la red eléctrica de la región, la sección de los conductores, la presencia y capacidad de CTs, la distribución de la población, la renta per cápita, la población estacional, IMD (intensidad media diaria) y el parque de vehículos.

Se plantean tres escenarios de instalación de cargador de vehículo eléctrico: punto de recarga en la vía pública, en estación de servicio y en aparcamiento público. Cada uno de ellos tendrá unas especificaciones y debe cumplir unos requerimientos diferentes. También, se plantean diferentes casuísticas de capacidad, los cargadores a estudiar serán de 50 o 150 kW. Se tiene que tener en cuenta que no todos los cargadores tienen la misma potencia de carga, en qué casos es más favorable uno que otro y la posibilidad de que se pueda poner más de uno.



Las variables que se tienen en cuenta para estudiar los distintos escenarios son las siguientes:

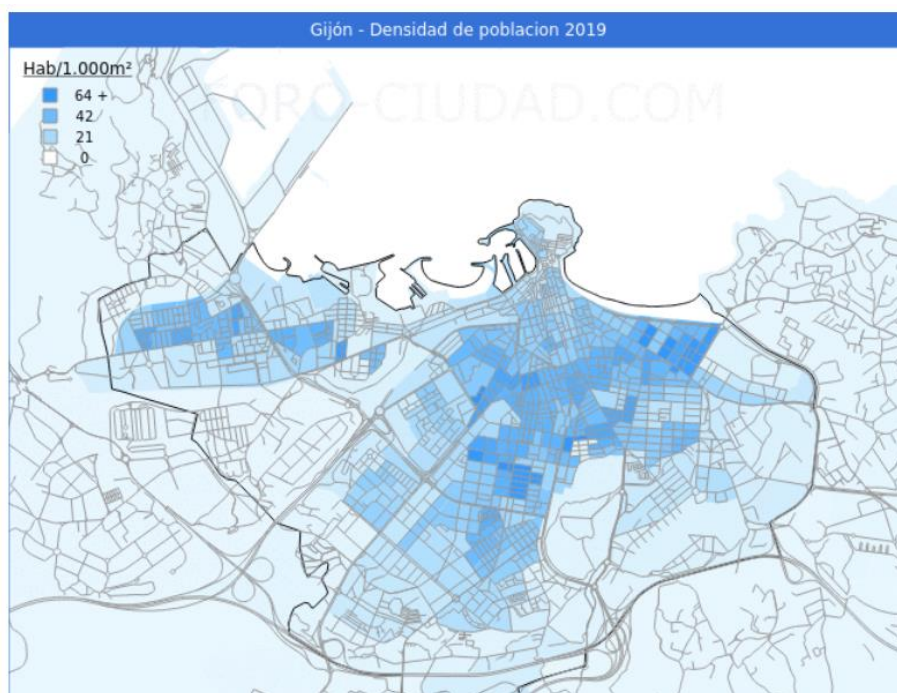
- La infraestructura eléctrica: En este caso Gijón cuenta con 11 subestaciones, de las cuales partes varias líneas eléctricas que se extienden a lo largo de toda la ciudad, creando la red de media tensión de 15 kV y de la que surge a su vez la red de baja tensión que llega a los consumidores. Las conexiones se realizan a través de los centros de transformación (CT).



Para los cargadores de vehículo eléctrico, la conexión se realizará en baja tensión, a través de CTs de compañía en el caso de los puntos de recarga de la vía pública o aparcamientos y mediante CTs de compañía o particulares en el caso de estaciones de servicio. Por tanto, es necesario determinar qué CTs hay disponibles y su localización y hay que comprobar: su capacidad, potencia contratada, salidas disponibles, propiedad y en el caso de ser compañía, si tienen capacidad comprometida. Esta información será necesaria para conocer que CTs hay cercanos al punto de instalación, cuáles tienen capacidad y salidas suficientes y en cuáles es posible ampliar para satisfacer la demanda. También, será necesario localizar las CGPs, caja general de protección, que es la frontera entre la instalación de cliente y la de la compañía distribuidora, y a qué CT corresponde su alimentación.

Determinado el CT más adecuado en el que se va a conectar el punto de recarga, se deberá realizar un análisis de esa línea para conocer si tiene capacidad suficiente y si los conductores existentes son adecuados para satisfacer la nueva demanda.

- Población y distribución: Determinante para conocer el número de cargadores que se deben implementar y en qué zonas, según su distribución. En Gijón la mayor parte de la población está localizada en la zona centro.



*Mapa densidad de población Gijón en 2019. [27]*

En función de la densidad de población de cada barrio se reparten los cargadores de vehículos eléctricos, siendo el barrio de El Llano en el que más cargadores se localicen.

También, se tiene en cuenta la población estacional, pues supone un importante crecimiento en la densidad en ciertas épocas del año. Según el crecimiento que supongan es necesario incluir más postes de recarga públicos para poder dar servicio en los momentos en los que la población está en su punto álgido. En este caso el crecimiento supone un aumento del 13,4%.

Por otro lado, la renta es un factor que puede tenerse en cuenta, pues adquirir un coche eléctrico supone un mayor coste que uno de gasolina, pero al ser el objetivo final la neutralidad en emisiones, se están concediendo ayudas y subvenciones para hacer posible que la población en general, adquiera vehículos eléctricos.

- **IMD:** La intensidad media diaria es un indicador que permite conocer los vehículos que pasan por un punto concreto en un día. Esta información es necesaria para determinar el número de cargadores aproximadamente, que van a ser necesarios en función del número de vehículos que circulen por ese tramo y, por tanto, donde más útil resulta es en el caso de las estaciones de servicio localizadas en carreteras, donde los datos poblacionales no son tan determinantes. Estos datos también se pueden relacionar con la venta de combustible de las estaciones de servicio y es importante conocerlo pues según la normativa, en estaciones con ventas mayores a 10 millones de litros anuales, deben presentar al menos un cargador de 150kW en corriente continua y las estaciones con ventas de entre 5 y 10 millones de litros o que, aunque no alcancen los 5 millones, presenten unas ventas superiores al 10% de las ventas anuales totales en dicha provincia, deben presentar al menos un cargador de 50kW en corriente continua. Realizando una serie de estimaciones con estos datos y de la venta de combustibles en España, se llega a la siguiente tabla que relaciona a partir de qué IMD es necesario instalar qué tipo de cargador para vehículo eléctrico:

| Millones de litros<br>de carburante | IMD   | kW  |
|-------------------------------------|-------|-----|
| 5                                   | 45447 | 50  |
| 10                                  | 90902 | 150 |

#### *Relación IMD-potencia del cargador*

En el caso de las estaciones de servicio con IMD inferior a 45.447, se estudiarán también para cargadores de al menos 50kW.

- **Número de vehículos:** Clave para conocer el número de cargadores necesarios. Se espera que en 2030, el parque de vehículos eléctricos ascienda a 5 millones, para estimar cuántos corresponden a la ciudad de Gijón se realiza una estimación en función del reparto de población en España. De esta manera, Gijón, al presentar el 27,6% de la población del Principado, crecerá en 30.600 vehículos, de los cuales el 85% son ligeros, que son los que se tendrán en cuenta para estudiar el número de puntos de recarga públicos, pues lo VE pesados no suelen cargarse en estos puntos. Para ese año el número de cargadores disponibles debe ser aproximadamente de 262 si se tienen en cuenta lo vehículos eléctricos que ya hay en el municipio y considerando que el número de cargadores respecto a los VE debe seguir una proporción de 100 a 1, en vez de seguir las recomendaciones de la Directiva europea 2014/94/UE, de que el número adecuado de puntos de recarga debe ser equivalente al menos a un punto de recarga por cada 10 vehículos, ya que, al ser una tecnología que está en auge, consiguiendo cada vez modelos más eficientes, se opta por un proceso de crecimiento más lento que permita irse adaptando a los nuevos avances.

Una vez obtenida esta información, se plantean los tres escenarios en los que se van a instalar los cargadores de vehículos eléctricos. Cada uno tiene su propio diagrama de flujo que define los pasos a seguir para el desarrollo del algoritmo que permite tratar los datos recopilados y obtener los resultados sobre en que CTs instalar los cargadores, las adaptaciones que van a necesitar y el coste que supone. Estos escenarios son complementarios entre ellos y la presencia de unos u otros depende de las dimensiones del municipio en el que se lleva a cabo el estudio, de la presencia de aparcamientos y de estaciones de servicio.

- Puntos de recarga en la vía pública.** Situados en plazas de aparcamiento de la vía pública con el cargador en las aceras. En general se estudiará para cargadores de 50 kW. Estos cargadores son solicitados por los ayuntamientos y suelen disponerse en calles con aceras anchas y zonas de aparcamiento, no se puede conocer la localización exacta ni el CT que se le va a asignar, hasta que se haga la solicitud de instalación. Por ello, el análisis que se realiza de este caso es una estimación de los cargadores que se van a instalar aproximadamente y en qué zonas.  
Lo primero, se asigna el municipio de estudio y la población que presenta, teniendo en cuenta la estacional. La estimación de VE se hará considerando solo

los vehículos ligeros. Con esta información se obtendrá el número de cargadores, resultado del cálculo de VE entre 100, teniendo en cuenta los cargadores ya instalados. Si se obtiene un valor inferior o igual a cero, el municipio no debe instalar nuevos postes de recarga públicos. Para el caso de mayor que cero, hay que comprobar los distritos presentes en ese municipio y su población, para conocer el número de cargadores que deben situarse en esa área. Se calculará el porcentaje de población de cada distrito y se multiplicará por el número de postes total del municipio. Si el resultado es mayor de 0,5 se deberá instalar cargador en esa zona y, por tanto, se determinarán que CTs hay disponibles para acogerlo.

Se obtiene que es necesario instalar 251 cargadores quedando repartidos de la siguiente manera:

|    | Barrio        | Distribución | Cargadores<br>vía publica |    |               |      |     |
|----|---------------|--------------|---------------------------|----|---------------|------|-----|
|    |               |              |                           | 13 | Somió         | 2,8% | 7   |
| 1  | El Llano      | 15,4%        | 39                        | 14 | Contrueces    | 2,5% | 6   |
| 2  | Centro        | 12,8%        | 32                        | 15 | Viesques      | 2,3% | 6   |
| 3  | La Calzada    | 9,7%         | 24                        | 16 | El Bibio      | 1,7% | 4   |
| 4  | Pumarín       | 6,5%         | 16                        | 17 | Les Mestes    | 1,4% | 3   |
| 5  | L' Arena      | 6,4%         | 16                        | 18 | Jove/Xove     | 1,3% | 3   |
| 6  | Ceares/Ciares | 6,2%         | 16                        | 19 | Nuevo Gijón   | 1,2% | 3   |
| 7  | El Natahoyo   | 5,9%         | 15                        | 20 | Perchera      | 1,1% | 3   |
| 8  | Laviada       | 4,6%         | 12                        | 21 | Cimavilla     | 1,1% | 3   |
| 9  | El Polígono   | 3,9%         | 10                        | 22 | Moreda        | 1,0% | 3   |
| 10 | El Coto       | 3,7%         | 9                         | 23 | Tremañes      | 1,0% | 2   |
| 11 | Montevil      | 3,4%         | 9                         | 24 | Santa Bárbara | 0,7% | 2   |
| 12 | Roces         | 3,3%         | 8                         |    | <b>Total</b>  | 100% | 251 |

#### *Cargadores esperados en la vía pública por distritos.*

- b. **Puntos de recarga en estaciones de servicio.** Se sitúan dentro de las instalaciones de la estación y la potencia de los cargadores debe cumplir con las normativas. Se estudia que CT es el adecuado al cual se debe conectar el cargador, si requiere modificaciones y el coste de las mismas.

Lo primero, se determina el municipio a estudiar y se localizan geográficamente todas sus estaciones de servicio y puntos de recarga. Para cada estación de servicio, se mide la distancia con el cargador de VE más cercano y se comprueba que la distancia sea mayor que 50m.

A continuación, se localizan los CTs o CGPs que estén a una distancia menor de 80m y se determina el más cercano. Hay diferentes casuísticas en función de la propiedad del CT y de quién realice la solicitud de conexión de un nuevo cargador.

También, se debe comprobar la IMD de la estación tras confirmar que un CT esté disponible, para determinar si el tipo de cargador de vehículo eléctrico, de 50kW o de 150kW. En el caso de las estaciones de servicio que no dispongan de información sobre su IMD pues no son cercanas a estaciones de aforo, se considerará IMD igual a 0 y se le asignará el modelo de cargador de 50kW.

- c. **Puntos de recarga en aparcamientos.** Los cargadores se instalarán en el interior de los edificios públicos destinados al aparcamiento y de centros comerciales. Son solicitados por su propietario, gestor de puntos de recarga o por el ayuntamiento si son públicos, se estudia que CT es el adecuado al cual se debe conectar el cargador, si requiere modificaciones y el coste de las mismas. En los aparcamientos la instalación de puntos de recarga solo se exige en el caso de los de nueva construcción, cumpliendo la normativa recogida en (ITC) BT-52, pero en este escenario se contemplan solo aparcamientos ya construidos por lo que no se tienen en cuenta los cálculos relacionados con el número de plazas o ventilación de los mismos.

El análisis es bastante similar al del escenario anterior, pero en este caso localiza los aparcamientos situados en el municipio de Gijón y los cargadores de VE. Mide la distancia entre cada aparcamiento con el cargador más cercano y se comprueba que la distancia sea mayor que 50m. A continuación, se localiza el CT más cercano y se comprueba que está a menos de 80m, si no es así no se ha encontrado el CT de la instalación. Si está a menos de 80m, se comprueba su disponibilidad.

En este escenario, se contemplará solo el caso de cargadores de 50kW, pues se supone que una persona que estaciona su vehículo en un aparcamiento va a dejarlo el tiempo suficiente que permitiría la carga rápida.

Tras el análisis y obtención de los diagramas de flujo de los tres escenarios se desarrolla un algoritmo que permite obtener la información necesaria sobre los CTs disponibles para la instalación de los cargadores de manera automática. El desarrollo del algoritmo no ha sido objeto del proyecto, pero sí lo ha sido el análisis y depurado de los resultados que se han ido obteniendo, hasta alcanzar la resolución final.

Se obtienen tres tablas, con ligeras variaciones entre una y otra, donde vienen recogidos los CTs donde sería posible la instalación de los puntos de recarga, aportando la siguiente información:

- La matrícula del CT que permite su identificación.
- La potencia instalada que presenta el CT.
- El código de identificación de la estación de servicio/aparcamiento
- La provincia y municipio a la que pertenece.
- El identificador del cargador de VE más cercano.
- Se identifica la CGP o el CT más cercano y en el caso de ser una CGP, su CT asociado.
- La disponibilidad.
- La potencia media y la comprometida, ambas en kW, que permiten conocer si el CT presenta potencia disponible para la instalación del cargador.
- La propiedad.
- El número de salidas disponibles que presenta el CT.
- El número de salidas necesarias.
- La IMD de las estaciones de servicio.



- La fecha de puesta en servicio, que indica si hay que tener en cuenta la potencia comprometida, si se ha puesto en servicio hace menos de 5 años.
- La posibilidad del CT de ampliar su CBT si no tiene salidas disponibles o su potencia en el caso de que la disponible sea inferior a 50kW.
- El distrito en el que está localizado el CT.
- El coste de las ampliaciones.

Con estos resultados es posible llevar a cabo el estudio de las solicitudes de instalación de cargador de vehículos eléctricos. Un cliente solicitará la instalación de un conjunto de cargadores en una localidad, en una estación de servicio o aparcamiento y el algoritmo indicará las opciones disponibles de CTs donde llevar a cabo la instalación y el coste que supone adaptarlos por capacidad o número de salidas. A continuación, sería necesario comprobar que la red eléctrica es capaz de soportar la nueva carga y para ello es necesario realizar un flujo de cargas en para cada caso en las líneas que se ven afectadas. En la Memoria se lleva a cabo un estudio a modo de ejemplo de la instalación de cuatro cargadores en la vía pública en el distrito de El Llano. El estudio se realiza en las líneas de Media Tensión y Baja Tensión que se ven implicadas en este aumento de carga y se comprueba la capacidad de los conductores en el caso de funcionamiento normal y de fallo de la línea. Se lleva a cabo en los momento más desfavorable que es el que la línea se encuentra más cargada. Tras dicho análisis se determina que conductores deben ser repotenciados por no tener capacidad suficiente para soportar la potencia extra que deben distribuir.

Por tanto, para poder llevar a cabo esta implantación de nuevas infraestructuras de carga es necesario hacer una adaptación de la red actual. Esta adaptación supone un coste para las compañías eléctricas y para los solicitantes y propietarios de los nuevos cargadores. El coste dependerá de las modificaciones que sean necesarias en la red a nivel de conductores y de la adaptación de los centros de transformación por la repotenciación o incorporación de nuevas salidas de baja tensión. En la siguiente tabla se recoge un resumen de los presupuestos de los diferentes elementos que implicados:

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| Ampliación CBT + Salida BT    | 9.500,00 €  |
| Salida BT                     | 6.650,00 €  |
| Repotenciación CT Intemperie  | 16.000,00 € |
| Repotenciación CT Superficie  | 29.000,00 € |
| Repotenciación CT Subterráneo | 30.000,00 € |

#### *Resumen presupuestos.*

Adicionalmente, en el proyecto se incluyen un Estudio Económico, Medio Ambiental y de Integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En el primero se estudia la viabilidad y rentabilidad económica de la instalación de puntos de recarga, se realiza de la instalación llevada a cabo por el cliente, en concreto, la de los cargadores públicos de Gijón en el distrito El Llano, realizada por el Ayuntamiento y no, del proyecto de desarrollo de las infraestructuras necesarias para la movilidad eléctrica para las empresas distribuidoras, ya que, la distribución eléctrica es un mercado regulado y recibe retribuciones por parte de organismos gubernamentales, por llevar a cabo la instalación y mantenimiento de las redes de MT y otros proyectos relacionados.

Este estudio tendrá dos dimensiones: una dimensión cualitativa, donde se verán qué aspectos se deben tener en cuenta y cómo afectan económicamente al desarrollo del proyecto y una

dimensión cuantitativa, donde se conocerán el modo en que afectan los factores cualitativos, los gastos e ingresos del proyecto y si resulta rentable la inversión. Tras el estudio se comprueba que la instalación de los mismos resulta rentable con respecto a la inversión realizada.

En el Estudio Medio Ambiental se recoge como el aumento de vehículos eléctricos favorecerá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sobre todo en los núcleos de población y si es posible alcanzar los objetivos sobre reducción de emisiones del PNIEC.

Y por último, se contempla la implicación del proyecto con los ODS ya que pretende ser ejemplo del progreso y desarrollo tecnológico luchando a la vez contra el cambio climático y la reducción de los gases de efecto invernadero que ponen en peligro al medio ambiente y a la sociedad. Son varios ODS con los que puede identificarse siendo el más destacado el *Objetivo 13: Acción por el clima*, el despliegue de puntos de recarga para vehículos eléctricos contribuye en la transición a la movilidad limpia, permitiendo que los vehículos de combustibles fósiles sean cada vez más prescindibles, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero.





# **STUDY OF THE NECESSARY INFRASTRUCTURES FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC MOBILITY.**

**Author: Santos Castañón, Isabel.**

**Director: Bernal López, Miguel Ángel.**

**Collaborating Entity: Naturgy.**

## **PROJECT OVERVIEW**

The purpose of the project is to respond to national and European climate plans. The integration of the necessary energy infrastructures for recharging will give a boost to the development of electric vehicles, which will lead to an increase in the number of clean vehicles and, therefore, to a gradual decarbonization of road traffic and a reduction in greenhouse gas emissions by this sector.

A study of the necessary modifications to be carried out in the electric grid to promote sustainable mobility is carried out. The project could be extended to the whole of Spain, but in this case the analysis of the city of Gijón, Asturias, is developed. This study is a simulation where the data taken on electrical infrastructures are not real, they have been modeled for the project to avoid the publication of confidential information.

Following the 2015 Paris Agreement reached by all 197 countries, including Spain, addressing the problem of climate change is becoming a priority. For this reason, these countries have developed their own National Integrated Energy and Climate Plan 2021-2030 (PNIEC), which evaluates the degree of commitment acquired and the measures they are carrying out. The Spanish PNIEC is in line with what has been agreed with the European Commission and other Member States through the five dimensions of the Energy Union: decarbonization, including renewable energies; energy efficiency; energy security; the internal energy market; and research, innovation and competitiveness.

According to the studies carried out, it will obtain the following results by the year 2030:

- 23% reduction in greenhouse gas (GHG) emissions compared to 1990.
- 42% of renewables over final energy use.
- 39.5% improvement in energy efficiency.
- 74% of renewable energy in power generation.

These four results are only an intermediate step to reach the final goal of becoming a carbon neutral country by 2050, reducing greenhouse gas emissions by 90% compared to 1990 and achieving a 100% renewable electricity system that same year.

To achieve this goal in Spain, emissions must be reduced by approximately 100 MtCO<sub>2</sub>-eq by 2030. As mobility and transportation is one of the sources that produces the most greenhouse gases, almost 30% of this reduction will correspond to this sector.

Therefore, it is necessary to carry out a transformation of the sector, giving way to new transport models, infrastructures and changes in the habits of the population. This will give way to a cleaner mobility where the electric vehicle will be the protagonist.

It is expected that by 2030, 35% of the passenger that currently use conventional modes of transport will use non-emitting modes of transport, and it is estimated that there will be 5 million clean vehicles in Spain. But in order to meet these expectations and serve these new vehicles, it is necessary to have a strong infrastructure that allows users to use their vehicles on roads and in cities, just as they have been doing until now. For this reason, a network of "electrolineras" must be developed where vehicles can be recharged anywhere in the country, imitating the model of gas stations. This new infrastructure requires total dependence on the electricity companies, as it directly supplies electricity to vehicles, so it is necessary for these companies to adapt their electricity grids to the new power demands.

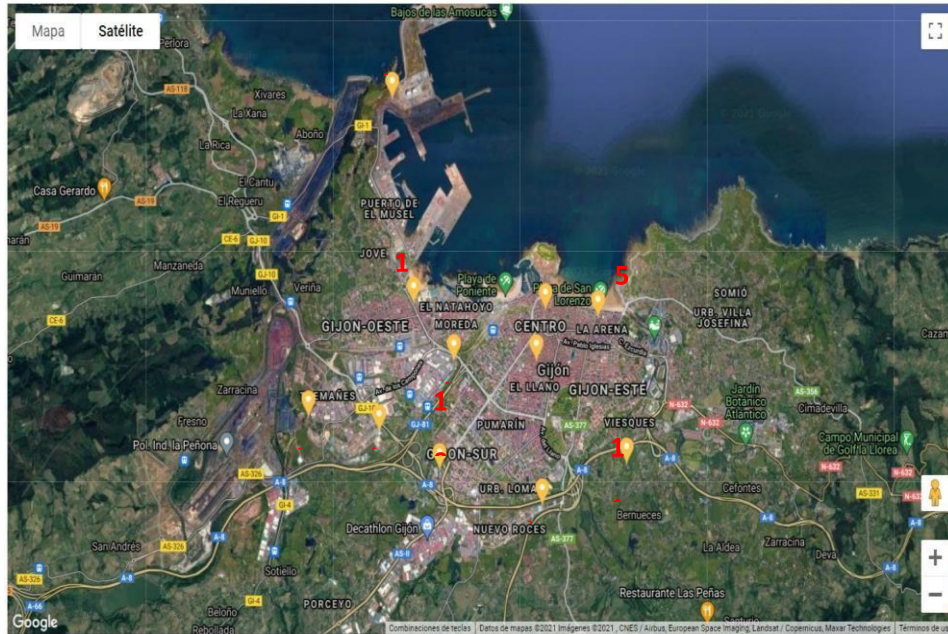
According to official data from the DGT, Spain had approximately 78,000 electric vehicles in 2020, being only 0.3% of the total and only has 8,500 public charging points, being far behind other European countries such as France or the Netherlands. While it is true that the number of chargers is gradually growing, it is necessary to meet the objectives that there is a greater impetus at the national level and for this, in 2021, the PERTE of the Electric and Connected Vehicle has been approved. Among other measures, it states that electric charging infrastructures should be increased to between 80,000 and 110,000 chargers by 2023.

This project presents a model to study the feasibility of the development of the electric infrastructure necessary for the implementation of electric vehicles in Spain and specifically the study is carried out on the city of Gijón, but it can be extended to any region. It is determined what information is necessary and how it should be managed, in order to develop an algorithm to determine where chargers can be installed and if it is necessary and the cost involved in any modification of the electrical infrastructure. The project has been carried out taking into account all the current regulations that apply to it. In addition, several variables are studied to determine in which areas the installation of recharging points is most advisable and how many are necessary to provide an adequate service. The situation and capacity of the region's electrical grid, the section of the conductors, the presence and capacity of TCs, the distribution of the population, per capita income, seasonal population, IMD (average daily intensity) and the vehicle fleet are analyzed.

Three electric vehicle charger installation scenarios are envisaged: charging point on the public road, in a service station and in a public parking lot. Each of them will have different specifications and must meet different requirements. Also, there are different capacity casuistry, the chargers to be studied will be of 50 or 150 kW. It must be taken into account that not all chargers have the same charging power, in which cases one is more favorable than another and the possibility that more than one can be placed.

The variables taken into account to study the different scenarios are as follows:

- Electrical infrastructure: In this case, Gijón has 11 substations, from which several power lines extend throughout the city, creating the 15 kV medium voltage network, from which in turn the low voltage network reaches consumers. Connections are made through transformer stations (CT).

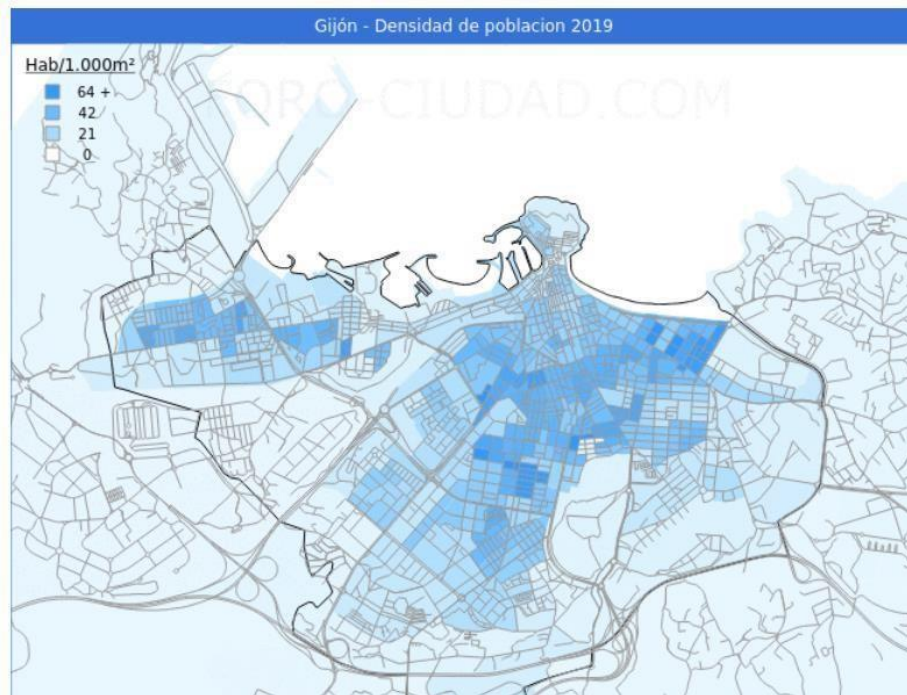


*Distribution of substations in Gijón*

Electric vehicle chargers will be connected at low voltage, through company-owned CTs in the case of charging points on public roads or parking lots and through company-owned or private CTs in the case of service stations. Therefore, it is necessary to determine which TCs are available and their location, and it is necessary to check: their capacity, contracted power, available outlets, ownership and, in the case of a company, whether they have committed capacity. This information will be necessary to know which CTs are close to the installation point, which ones have sufficient capacity and outlets and which ones can be expanded to meet the demand. Also, it will be necessary to locate the CGPs, general protection box, which is the border between the client's installation and that of the distribution company, and to which CT corresponds its power supply.

Once the most suitable TC where the recharging point is to be connected has been determined, an analysis of that line must be carried out to determine whether it has sufficient capacity and whether the existing conductors are adequate to meet the new demand.

- Population and distribution: Determinant to know the number of chargers to be implemented and in which areas, according to their distribution. In Gijón, most of the population is located in the central area.



*Population density map of Gijón, 2019.*

Depending on the population density of each neighborhood, electric vehicle chargers are distributed, with the El Llano neighborhood having the highest number of chargers.

The seasonal population is also taken into account, since it represents a significant growth in density at certain times of the year. Depending on the growth, it is necessary to include more public recharging posts to be able to provide service at times when the population is at its peak. In this case the growth represents an increase of 13.4%.

On the other hand, income is a factor that can be taken into account, since acquiring an electric car implies a higher cost than a gasoline one, but since the final objective is emission neutrality, aid and subsidies are being granted to make it possible for the general population to acquire electric vehicles.

- **IMD:** The average daily intensity is an indicator that allows to know the number of vehicles that pass through a specific point in a day. This information is necessary to determine the approximate number of chargers that will be necessary depending on the number of vehicles circulating along that stretch and, therefore, where it is most useful is in the case of service stations located on highways, where the population data is not so determinants. This data can also be related to the fuel sales of service stations and it is important to know it because according to the regulations, stations with sales of more than 10 million liters per year must have at least a 150kW DC charger and stations with sales of between 5 and 10 million liters or that, although they do not reach 5 million, have sales of more than 10% of total annual sales in that province, must have at least a 50kW DC charger. Making a series of estimations with this data and the fuel sales in Spain, the following table shows from which IMD it is necessary to install which type of charger for electric vehicles:

| Millions of liters<br>of fuel | IMD   | kW  |
|-------------------------------|-------|-----|
| 5                             | 45447 | 50  |
| 10                            | 90902 | 150 |

*IMD-loader power ratio*

In the case of service stations with IMD less than 45,447, they will also be studied for chargers of at least 50kW.

- **Number of vehicles:** Key to know the number of chargers needed. It is expected that in 2030, the number of electric vehicles will reach 5 million, to estimate how many correspond to the city of Gijón an estimate is made based on the distribution of population in Spain. Thus, Gijón, with 27.6% of the population of the Principality, will grow by 30,600 vehicles, 85% of which are light vehicles, which are the ones that will be taken into account to study the number of public charging points, since heavy EVs are not usually charged at these points. For that year the number of available chargers should be approximately 262 if we take into account the EVs already in the municipality and considering that the number of chargers with respect to EVs should follow a ratio of 100 to 1, instead of following the recommendations of the European Directive 2014/94/EU, that the appropriate number of charging points should be equivalent to at least one charging point for every 10 vehicles, since, being a technology that is booming, achieving increasingly efficient models, it is opted for a slower growth process that allows to adapt to new developments.

Once this information has been obtained, the three scenarios in which the electric vehicle chargers are to be installed are presented. Each one has its own flowchart that defines the steps to be followed for the development of the algorithm that allows processing the data collected and obtaining the results on which TCs to install the electric vehicle chargers. These scenarios are complementary to each other and the presence of one or the other depends on the size of the municipality in which the study is carried out, the presence of parking lots and service stations.

- On-street charging points.** Located in parking spaces on public roads with the charger on the sidewalks. In general, 50 kW chargers will be considered. These chargers are requested by municipalities and are usually arranged on streets with wide sidewalks and parking areas, neither the exact location nor the TC to be assigned cannot be known until the request for installation is made. Therefore, the analysis performed in this case is an estimate of the chargers that will be installed approximately and in which areas.  
First, the study municipality and its population are assigned, taking into account seasonality. The EV estimation will be made considering only light vehicles. With this information, the number of chargers will be obtained, resulting from the calculation of EV by 100, taking into account the chargers already installed.  
If a value less than or equal to zero is obtained, the municipality should not install new public charging posts. For the case of greater than zero, it is necessary to check the districts present in that municipality and their population,

to know the number of chargers that should be located in that area. The percentage of population of each district will be calculated and multiplied by the total number of posts in the municipality. If the result is greater than 0.5, a charger must be installed in that area and, therefore, it will be determined which TCs are available to accommodate it.

As a result, 251 chargers need to be installed, distributed as follows:

|           | Neighborhood  | Distribution | Street<br>chargers |              |               |      |     |
|-----------|---------------|--------------|--------------------|--------------|---------------|------|-----|
| <b>1</b>  | El Llano      | 15,4%        | 39                 | <b>13</b>    | Somió         | 2,8% | 7   |
| <b>2</b>  | Centro        | 12,8%        | 32                 | <b>14</b>    | Contrueces    | 2,5% | 6   |
| <b>3</b>  | La Calzada    | 9,7%         | 24                 | <b>15</b>    | Viesques      | 2,3% | 6   |
| <b>4</b>  | Pumarín       | 6,5%         | 16                 | <b>16</b>    | El Bibio      | 1,7% | 4   |
| <b>5</b>  | L' Arena      | 6,4%         | 16                 | <b>17</b>    | Les Mestes    | 1,4% | 3   |
| <b>6</b>  | Ceares/Ciares | 6,2%         | 16                 | <b>18</b>    | Jove/Xove     | 1,3% | 3   |
| <b>7</b>  | El Natahoyo   | 5,9%         | 15                 | <b>19</b>    | Nuevo Gijón   | 1,2% | 3   |
| <b>8</b>  | Laviada       | 4,6%         | 12                 | <b>20</b>    | Perchera      | 1,1% | 3   |
| <b>9</b>  | El Polígono   | 3,9%         | 10                 | <b>21</b>    | Cimavilla     | 1,1% | 3   |
| <b>10</b> | El Coto       | 3,7%         | 9                  | <b>22</b>    | Moreda        | 1,0% | 3   |
| <b>11</b> | Montevil      | 3,4%         | 9                  | <b>23</b>    | Tremañes      | 1,0% | 2   |
| <b>12</b> | Roces         | 3,3%         | 8                  | <b>24</b>    | Santa Bárbara | 0,7% | 2   |
|           |               |              |                    | <b>Total</b> |               | 100% | 251 |

#### *Chargers expected on public roads by district.*

- b. **Charging points at service stations.** They are located within the station's facilities and the power of the chargers must comply with the regulations, which CT is the appropriate one to which the charger must be connected, whether it requires modifications and the cost of these modifications.  
First, the municipality to be studied is determined and all its service stations and charging points are geographically located. For each service station, the distance to the nearest EV charger is measured and the distance is checked to ensure that it is greater than 50m.  
Next, the CTs or CGPs that are less than 80m away are located and the closest one is determined. There are different cases depending on the ownership of the CT and who makes the request for connection of a new charger.  
Also, the IMD of the station should be checked after confirming that a CT is available, to determine whether the type of charger is 50kW or 150kW. In the case of service stations that do not have information on their IMD because they are not close to gauging stations, the IMD will be considered equal to 0 and the 50kW charger model will be assigned.
- c. **Charging points in parking lots.** Chargers will be installed inside public buildings used for parking and shopping centers. They are requested by their owner, recharging point manager or by the city council if they are public, and a study is carried out to determine which TC is the appropriate one to which the charger must be connected, if it requires modifications and the cost of these modifications. In parking lots, the installation of recharging points is only required in the case of newly built car parks, complying with the regulations



contained in (ITC) BT-52, but in this scenario only parking lots already built are considered, so calculations related to the number of parking spaces or ventilation of the same are not taken into account.

The analysis is quite similar to the previous scenario, but in this case it locates the parking lots located in the municipality of Gijón and the EV chargers. It measures the distance between each parking lot with the nearest charger and checks that the distance is greater than 50m. Next, locate the nearest TC and check that it is within 80m, otherwise the TC of the facility has not been found. If it is within 80m, its availability is checked.

In this scenario, only the case of 50kW chargers will be contemplated, as it is assumed that a person who parks his vehicle in a parking lot is going to leave it long enough to allow fast charging.

After analyzing and obtaining the flow diagrams of the three scenarios, an algorithm is developed to obtain the necessary information on the TCs available for the installation of the chargers automatically. The development of the algorithm has not been an object of the project, but the analysis and debugging of the results that have been obtained, until the final resolution has been reached, has been the object of the project.

Three tables are obtained, with slight variations between one and the other, showing the TCs where it would be possible to install the recharging points, providing the following information:

- The TC license plate that allows its identification.
- The installed power presented by the TC.
- The identification code of the gas station/parking lot
- The province and municipality to which it belongs.
- The identifier of the nearest EV charger.
- The nearest CGP or TC is identified and in the case of a CGP, it's associated TC.
- The availability.
- The average power and the committed power, both in kW, which allow to know if the TC has available power for the installation of the charger.
- The property.
- The number of available outputs presented by the TC.
- The number of outlets required.
- The IMD of service stations.
- The date of commissioning, which indicates whether the committed power has to be taken into account, if it has been commissioned less than 5 years ago.
- The possibility of the TC to expand its CBT if it has no available outlets or its power in case the available one is less than 50kW.
- The district in which the TC is located.
- The cost of expansions.

With these results it is possible to carry out the study of electric vehicle charger installation requests. A customer will request the installation of a set of chargers in a locality, in a service station or parking lot and the algorithm will indicate the available

options of TCs where to carry out the installation and the cost of adapting them by capacity or number of outlets. Next, it would be necessary to verify that the electrical network is capable of supporting the new load and for this it is necessary to carry out a load flow in each case in the lines that are affected. In the Report a study is carried out as an example of the installation of four chargers on the public road in the district of El Llano. The study is carried out on the Medium Voltage and Low Voltage lines involved in this load increase and the capacity of the conductors is checked in the case of normal operation and line failure. It is carried out at the most unfavorable time, when the line is the most heavily loaded. After this analysis, it determines which conductors must be repowered because they do not have sufficient capacity to support the extra power they must distribute.

Therefore, in order to carry out this implementation of new charging infrastructures, it is necessary to adapt the current network. This adaptation implies a cost for the electric companies and for the applicants and owners of the new chargers. The cost will depend on the necessary modifications to the network in terms of conductors and the adaptation of the transformation centers due to the repowering or incorporation of new low voltage outlets. The following table shows a summary of the budgets of the different elements involved:

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| CBT extension + LV output    | 9.500,00 €  |
| BT output                    | 6.650,00 €  |
| Repowering of outdoor CT     | 16.000,00 € |
| Repowering CT Surface        | 29.000,00 € |
| Repowering of Underground CT | 30.000,00 € |

*Budget summary.*

In addition, the project includes an Economic, Environmental and Sustainable Development Goals Integration Study.

In the first one, the feasibility and economic profitability of the installation of recharging points is studied, based on the installation carried out by the client, specifically, the installation of public chargers in Gijón in the El Llano district, carried out by the City Council, and not on the project for the development of the necessary infrastructure for electric mobility for distribution companies, since electricity distribution is a regulated market and receives retribution from government agencies for carrying out the installation and maintenance of MV networks and other related projects. This study will have two dimensions: a qualitative dimension, where it will be seen which aspects must be taken into account and how they affect economically the development of the project and a quantitative dimension, where it will be known how the qualitative factors affect the expenses and income of the project and if the investment is profitable. After the study, it is verified that the installation of the same is profitable with respect to the investment made.

In the Environmental Study it is stated how the increase of electric vehicles will favor the reduction of greenhouse gas emissions, especially in population centers and whether it is possible to achieve the emission reduction objectives of the PNIEC.

And finally, the project's involvement with the SDGs is contemplated as it aims to be an example of progress and technological development while fighting against climate change and the reduction of greenhouse gases that endanger the environment and



society. There are several SDGs with which it can be identified, the most prominent being *Goal 13: Climate action*, the deployment of charging points for electric vehicles contributes to the transition to clean mobility, allowing for fossil-fuel vehicles are becoming increasingly dispensable, thereby reducing greenhouse gas emissions.



# Contenido

---

Memoria

Anexos

Anexo I: Tablas

Anexo II: Planos

Anexo III: Estudio Económico

Anexo IV: Estudio Medio Ambiental

Anexo V: Integración de los ODS

Bibliografía

## Índice de Tablas

|                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Tabla 1. Cargadores públicos en Gijón .....</i>                                           | <i>39</i>  |
| <i>Tabla 2. Subestaciones de Gijón. [24].....</i>                                            | <i>49</i>  |
| <i>Tabla 3. Extracto tabla CTs .....</i>                                                     | <i>51</i>  |
| <i>Tabla 4. Población distritos de Gijón 2019 .....</i>                                      | <i>53</i>  |
| <i>Tabla 5. IMD carreteras cercanas a Gijón .....</i>                                        | <i>55</i>  |
| <i>Tabla 6. Relación IMD-potencia del cargador .....</i>                                     | <i>56</i>  |
| <i>Tabla 7. Cargadores esperados en la vía pública por distritos. ....</i>                   | <i>61</i>  |
| <i>Tabla 8. Fragmento Tabla Resultados Escenario1. Anexo I.....</i>                          | <i>67</i>  |
| <i>Tabla 9. Fragmento Tabla Resultados Escenario 2. Anexo I.....</i>                         | <i>68</i>  |
| <i>Tabla 10. Fragmento Resultados Escenario 3. Anexo I.....</i>                              | <i>69</i>  |
| <i>Tabla 11. Conductores disponibles. ....</i>                                               | <i>79</i>  |
| <i>Tabla 12. Características dimensionales conductores XZ1 06/1kV de Telecnor [37] .....</i> | <i>79</i>  |
| <i>Tabla 13. Caída de tensión en %.....</i>                                                  | <i>80</i>  |
| <i>Tabla 14. Cálculo caída de tensión cargador 1.....</i>                                    | <i>80</i>  |
| <i>Tabla 15. Cálculo caída de tensión cargador 2.....</i>                                    | <i>81</i>  |
| <i>Tabla 16. Presupuestos detallados .....</i>                                               | <i>84</i>  |
| <i>Tabla 17. Presupuesto modelo CT .....</i>                                                 | <i>85</i>  |
| <i>Tabla 18. CTs disponibles.....</i>                                                        | <i>98</i>  |
| <i>Tabla 19. Resultados Escenario 1 .....</i>                                                | <i>100</i> |
| <i>Tabla 20. Resultados Escenario 2 .....</i>                                                | <i>102</i> |
| <i>Tabla 21. Resultados Escenario 3 .....</i>                                                | <i>104</i> |
| <i>Tabla 22. Inversión y amortización.....</i>                                               | <i>124</i> |
| <i>Tabla 23. Cálculo ingresos recarga EV, sin tener en cuenta la inflación. ....</i>         | <i>127</i> |
| <i>Tabla 24. Coste medio electricidad por año en España. [46] .....</i>                      | <i>128</i> |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Tabla 25. Gastos anuales electricidad por recarga EV, sin tener en cuenta la inflación.</i> | 129 |
| <i>Tabla 26. Gastos totales anuales, sin tener en cuenta la inflación.</i>                     | 130 |
| <i>Tabla 27. Cuenta de resultados</i>                                                          | 131 |
| <i>Tabla 28. Flujos de Caja.</i>                                                               | 132 |
| <i>Tabla 29. Emisiones de co2 por modos de transporte motorizado. [53]</i>                     | 140 |
| <i>Tabla 30. Emisiones CO2 por año.</i>                                                        | 142 |

## Índice de Ilustraciones

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Ilustración 1. Mapa número de estaciones de recarga en Europa en el año 2020.[20].</i> | 38 |
| <i>Ilustración 2. Localización puntos de recarga públicos de Gijón.[23]</i>               | 40 |
| <i>Ilustración 3. Cargador Tipo 1. [16]</i>                                               | 43 |
| <i>Ilustración 4. Cargador Tipo 2.[16]</i>                                                | 43 |
| <i>Ilustración 5. Cargador CHAdeMo.[16]</i>                                               | 43 |
| <i>Ilustración 6. Cargador CCS. [16]</i>                                                  | 44 |
| <i>Ilustración 7. Mapa de distribución eléctrica. Cortesía de Wikipedia</i>               | 48 |
| <i>Ilustración 8. Distribución de las subestaciones en Gijón. [24]</i>                    | 49 |
| <i>Ilustración 9. Mapa densidad de población Gijón en 2019. [27]</i>                      | 52 |
| <i>Ilustración 10. Plano Renta per Cápita de población Gijón en 2018. [27]</i>            | 54 |
| <i>Ilustración 11. Flujo puntos de recarga públicos</i>                                   | 60 |
| <i>Ilustración 12. Flujo estaciones de servicio.</i>                                      | 63 |
| <i>Ilustración 13. Flujo aparcamientos</i>                                                | 65 |
| <i>Ilustración 14. Subestación El Llano.</i>                                              | 70 |
| <i>Ilustración 15. Línea LLA703, secciones MT.</i>                                        | 71 |
| <i>Ilustración 16. Localización futuros puntos de recarga</i>                             | 72 |

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Ilustración 17. Carga línea LLA703 situación inicial.....</i>                              | <i>73</i>  |
| <i>Ilustración 18. Tensión línea LLA703 situación inicial .....</i>                           | <i>73</i>  |
| <i>Ilustración 19. Carga línea LLA703.....</i>                                                | <i>74</i>  |
| <i>Ilustración 20. Tensión línea LLA703.....</i>                                              | <i>74</i>  |
| <i>Ilustración 21. Líneas LLA703 y ROR705 .....</i>                                           | <i>75</i>  |
| <i>Ilustración 22. Centro de reflexión.....</i>                                               | <i>75</i>  |
| <i>Ilustración 23. Carga línea LLA703 apoyada ROR705.....</i>                                 | <i>77</i>  |
| <i>Ilustración 24. Tensión línea LLA703 apoyada ROR705 .....</i>                              | <i>77</i>  |
| <i>Ilustración 25. Red de baja tensión cargador 150kW.....</i>                                | <i>81</i>  |
| <i>Ilustración 26. Red de baja tensión cargador 50kW. ....</i>                                | <i>82</i>  |
| <i>Ilustración 27. Precio medio electricidad en España por año. [46] .....</i>                | <i>128</i> |
| <i>Ilustración 28. Listado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. [Naciones Unidas] .</i> | <i>145</i> |

## Índice de gráficas

|                                                                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Gráfica 1. Matriculaciones de vehículos eléctricos en España. [20].....</i>                                             | <i>37</i>  |
| <i>Gráfica 2. Estaciones de recarga en España. [20] .....</i>                                                              | <i>38</i>  |
| <i>Gráfica 3. Relación IMD y millones de litros de carburante .....</i>                                                    | <i>56</i>  |
| <i>Gráfica 4. Población española por CCAA .....</i>                                                                        | <i>57</i>  |
| <i>Gráfica 5. Intensidad (A) línea LLA703 .....</i>                                                                        | <i>73</i>  |
| <i>Gráfica 6. Intensidad (A) línea LLA703 y línea ROR705 .....</i>                                                         | <i>76</i>  |
| <i>Gráfica 7. Intensidad (A) agrupada de línea LLA703 y ROR705 .....</i>                                                   | <i>76</i>  |
| <i>Gráfica 8. Estimación crecimiento EV. ....</i>                                                                          | <i>126</i> |
| <i>Gráfica 9. Emisiones de gases de efecto invernadero del transporte por carretera según tipo de vehículo. [50] .....</i> | <i>140</i> |

# MEMORIA

---





## Índice de Memoria

|        |                                                               |    |
|--------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Introducción y planteamiento del proyecto.....                | 35 |
| 1.1.   | PNIEC, objetivos para el 2030 .....                           | 35 |
| 1.2.   | Movilidad eléctrica en España .....                           | 37 |
| 1.3.   | Situación actual de la movilidad en Gijón.....                | 39 |
| 2.     | Descripción de las tecnologías (estado de la técnica).....    | 41 |
|        | Tipos de cargadores eléctricos y modos de recarga: .....      | 42 |
| 3.     | Desarrollo del proyecto .....                                 | 45 |
| 3.1.   | Objetivos y normativa .....                                   | 45 |
| 3.2.   | Datos para analizar .....                                     | 48 |
| 3.2.1. | Infraestructura Eléctrica.....                                | 48 |
| 3.2.2. | Población y distribución .....                                | 52 |
| 3.2.3. | IMD .....                                                     | 55 |
| 3.2.4. | Número vehículos .....                                        | 57 |
| 3.3.   | Escenarios .....                                              | 58 |
| 3.3.1. | Escenario 1: Puntos de recarga vía pública.....               | 59 |
| 3.3.2. | Escenario 2: Puntos de recarga en estaciones de servicio..... | 62 |
| 3.3.3. | Escenario 3: Puntos de recarga en aparcamientos .....         | 64 |
| 3.4.   | Algoritmo y resultados .....                                  | 66 |
| 3.5.   | Análisis e instalación .....                                  | 70 |
| 4.     | Presupuestos .....                                            | 83 |
| 5.     | Observaciones y futuras mejoras .....                         | 86 |



## 1. Introducción y planteamiento del proyecto

La motivación del proyecto surge como respuesta a los planes nacionales y europeos a favor del clima. La integración de las infraestructuras energéticas necesarias para la recarga permitirá dar un impulso al desarrollo del vehículo eléctrico, lo que conllevará un aumento del parque de vehículos limpios y, por tanto, una paulatina descarbonización del tráfico rodado y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de este sector.

Se realizará un estudio de las modificaciones necesarias que deben llevarse a cabo en la red eléctrica para impulsar la movilidad sostenible. El proyecto podrá ser extendido a toda España, pero en este caso se desarrollará el análisis de la ciudad de Gijón, Asturias.

El estudio será una simulación, donde los datos que se traten relativos a la infraestructura eléctrica de la ciudad de Gijón no son reales. Se han modelado para el proyecto, evitando así la publicación de información confidencial.

Va dirigido a los distintos agentes que participan en el cambio del modelo y favorecen la penetración del VE en la movilidad, especialmente al distribuidor de electricidad pero también a los agentes de recarga, administraciones y propietarios de los VE. También es un estudio que podría ser de utilidad a modo “Informativo/orientativo” para los distintos reguladores.

### 1.1. PNIEC, objetivos para el 2030

En el año 1992 tras la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro se adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, de ella surgen las conferencias sobre cambio climático (COP). Desde el año 1995 se han ido celebrando, para reconocer y resolver los problemas en torno al medio ambiente y al cambio climático, llegando a acuerdos y compromisos con los países que participan de ellas, de las medidas necesarias a implementar para dejar de perjudicar al planeta, centrándose sobre todo en la reducción de emisiones efecto invernadero. En la última COP26 celebrada en Glasgow el pasado noviembre, se ha determinado si los países estaban asumiendo sus compromisos según lo establecido en el Acuerdo de París y se han adoptado nuevas medidas para ir dejando atrás los combustibles contaminantes y evitar al menos los efectos más devastadores de la crisis climática.

El Acuerdo de París, del 12 de diciembre de 2015, 197 países, entre ellos España, abordaron el problema del cambio climático y se llegó a un acuerdo para, entre todos, reducir las emisiones de efecto invernadero y frenar el aumento global de la temperatura media del planeta, por debajo de los 2 grados Celsius y limitarlo a 1,5 grados Celsius respecto a los niveles preindustriales. Para ello, se recogieron una serie de compromisos que los países debían cumplir para llegar al objetivo común.

En base a lo recogido en el Acuerdo de París y a dar cumplimiento al Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, los países deben desarrollar su propio Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC), que permitirán a la Comisión evaluar el grado de cumplimiento y compromiso de cada país y corregir posibles desvíos, ya que se deben ir presentando informes de progreso cada dos años y actualizaciones del Plan cada cinco. El Plan, además, debe garantizar la elaboración de una Estrategia de Bajas Emisiones a Largo Plazo (2050).

España ha desarrollado su PNIEC en consonancia con lo acordado por La Comisión y los Estados miembros, a través de las cinco dimensiones de la Unión de la Energía: la descarbonización, incluidas las energías renovables; la eficiencia energética; la seguridad energética; el mercado interior de la energía y la investigación, innovación y competitividad.

De acuerdo con los estudios realizados, obtendrá los siguientes resultados para el año 2030:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de renovables sobre el uso final de la energía.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% de energía renovable en la generación eléctrica.

Estos cuatro resultados anteriores, son solo un paso intermedio para alcanzar al objetivo final en el año 2050, ser un país neutro en carbono, reduciendo en un 90% de las emisiones de los gases de efecto invernadero con respecto a 1990 y alcanzando un sistema eléctrico 100% renovable ese mismo año.

En búsqueda de esa descarbonización, la reducción que se espera y se debe llevar a cabo para 2030, en España, es de aproximadamente 100 MtCO<sub>2</sub>-eq, siendo los sectores donde más disminuirán las emisiones los siguientes: Generación eléctrica, movilidad y transporte, residencial, comercial e institucional y sector industrial (combustión).

En concreto, en el sector de movilidad y transporte se pretende reducir 27 Mt CO<sub>2</sub>-eq. Para poder llevar a cabo esta reducción, se deben de realizar una serie de transformaciones, tanto en los modelos convencionales de transporte, en las infraestructuras y diseños de las ciudades y en las costumbres de la población, siempre y cuando, se obtenga la paridad en el precio de los vehículos eléctricos y los vehículos de combustión, que según los fabricantes se espera para 2025, con la bajada de precio de las baterías. Se prevé que, en 2030, el 35% de los pasajeros kilómetro, que actualmente utilizan modos de transporte convencionales, utilizarán modos de transporte no emisores. El parque de vehículos limpios se estima de 5 millones entre coches, furgonetas, motocicletas y autobuses.

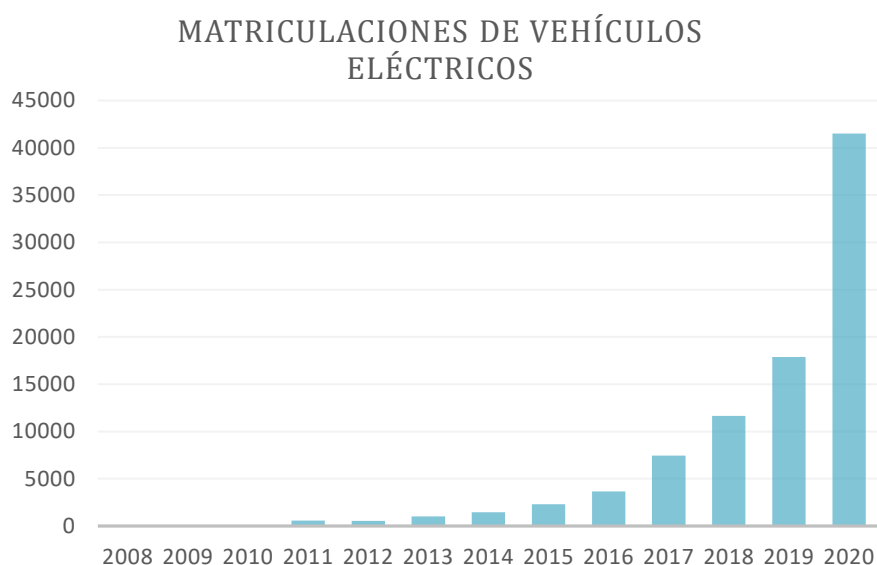
Para poder cumplir con las expectativas y dar servicio a estos nuevos vehículos, será necesaria una fuerte infraestructura que permita a los usuarios utilizar sus vehículos

por carreteras y ciudades, al igual que lo venía haciendo hasta ahora. Por ello, se debe desarrollar una red de “electrolineras” para poder recargar los vehículos en cualquier localidad del país, imitando el modelo de las gasolineras. Esta nueva infraestructura requiere de una dependencia total de las compañías eléctricas, pues suministra directamente electricidad a los vehículos, por tanto, es necesario que estas compañías adapten sus redes eléctricas a las nuevas demandas de potencia.

## 1.2. Movilidad eléctrica en España

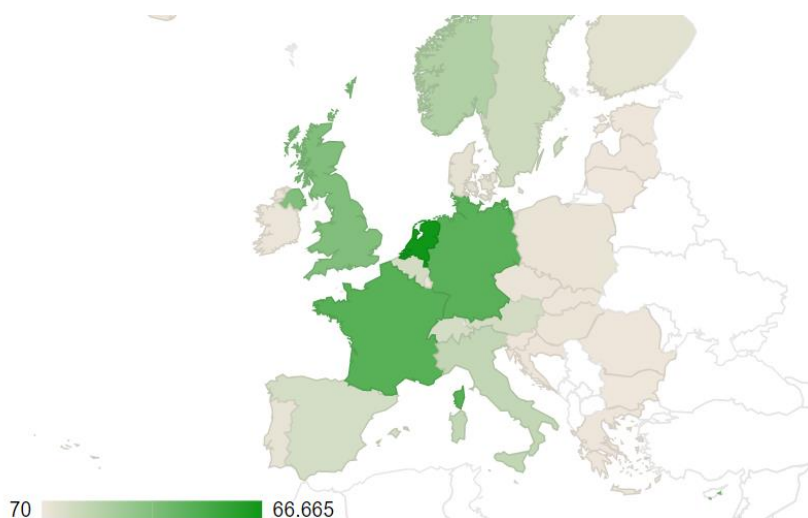
El transporte es el principal responsable del consumo energético y de las emisiones de gases de efecto invernadero, que siguen aumentando por el crecimiento de la movilidad. Sin embargo, las tendencias indican que se está dando un cambio de vector energético hacia la electricidad.

En España, el parque de vehículos eléctricos asciende a 78.000, un 0,3% con respecto a los totales (25 millones), según datos de la DGT de 2020 [9]. Y como se observa en el siguiente gráfico las matriculaciones cada año van ascendiendo de manera exponencial, más de un 200% entre el año 2019 y 2020.



*Gráfica 1. Matriculaciones de vehículos eléctricos en España. [20]*

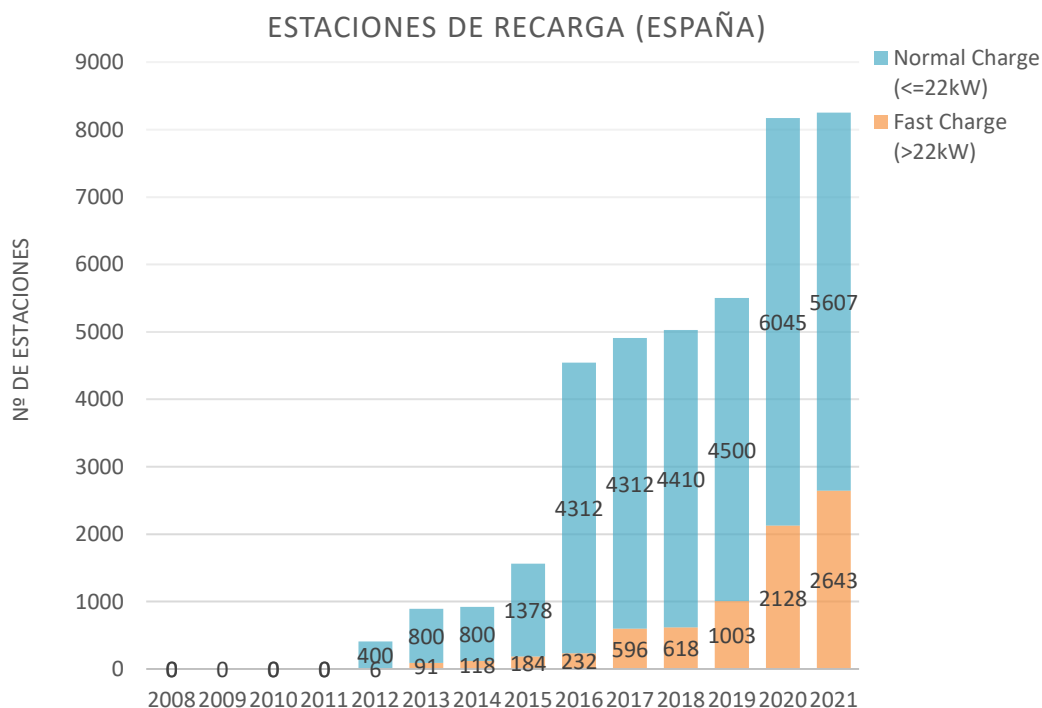
En cuanto a los puntos de recarga públicos, dispone de 8.250, muy por debajo de otros países europeos como Francia o Países Bajos, que cuentan con 45.000 y 66.000 puntos de recarga respectivamente. [20]



*Ilustración 1. Mapa número de estaciones de recarga en Europa en el año 2020.[20]*

La mayoría de los cargadores de vehículos están instalados en entornos urbanos, aunque también están aumentando en las zonas interurbanas. De media hay 5 puntos de recarga por cada 100 km de autovía.

En el siguiente gráfico se muestra el número de cargadores en los últimos años. Se divide en estaciones de recarga de potencia estándar para valores inferiores o iguales a 22 kW y estaciones de recarga de alta potencia, de más de 22 kW.



*Gráfica 2. Estaciones de recarga en España. [20]*

El crecimiento que se está dando se prevé que continúe, pues se va a llevar a cabo un impulso en la movilidad eléctrica en el país. En el mes de julio de 2021, ha sido aprobado el PERTE del Vehículo Eléctrico y Conectado, por el Gobierno de España, teniendo dos ámbitos de actuación complementaria:

- Medidas transformadoras de impulso de la cadena de valor del vehículo eléctrico y conectado, enfocadas a los segmentos centrales de la cadena de valor industrial que garanticen la fabricación de estos vehículos.
- Medidas facilitadoras, que coadyuven tanto a la creación de una nueva movilidad como al desarrollo del vehículo eléctrico.

Entre otros, en él se recoge que las infraestructuras de recarga eléctrica ascenderán hasta una cifra de entre 80.000 y 110.000 cargadores para el año 2023.

### 1.3. Situación actual de la movilidad en Gijón

Para el estudio concreto del proyecto, se ha optado por analizar la ciudad de Gijón. Cuenta con una fuerte infraestructura eléctrica, lo que la hace idónea para la implantación del nuevo modelo de movilidad y, además, el ayuntamiento tiene en marcha el Plan Integral De Movilidad Sostenible Y Segura (PIMSS) de Gijón 2018-2024, que promueve un modelo de crecimiento de la movilidad sostenible, buscando implementar una multimodalidad que apueste por una movilidad eficiente, equilibrada, sostenible y accesible.

En 2018, se pusieron en marcha 10 puntos de recarga públicos en la ciudad:

|    | Dirección                       | Potencia (kW) | Conector                        |
|----|---------------------------------|---------------|---------------------------------|
| 1  | Plaza de San Miguel, 1          | 22            | Tipo 2 (Mennekes)               |
| 2  | Calle Alfredo Truán, 1          | 22            | Tipo 2 (Mennekes)               |
| 3  | Calle Álvarez Garaya, 12        | 22            | Tipo 2 (Mennekes)               |
| 4  | Calle Álvarez Garaya, 12        | 50            | Tipo 2 (Mennekes, CHAdeMO, CCS) |
| 5  | Avda. Torcuato Fdez. Miranda, 1 | 22            | Tipo 2 (Mennekes)               |
| 6  | Calle Avelino Glez. Mallada, 27 | 7,5           | Tipo 2 (Mennekes)               |
| 7  | Calle Juan Alvargonzález, 41    | 7,5           | Tipo 2 (Mennekes)               |
| 8  | Calle Oriental, 11              | 7,5           | Tipo 2 (Mennekes)               |
| 9  | Avda. de El Llano, 19           | 7,5           | Tipo 2 (Mennekes)               |
| 10 | Calle Carlos Marx, s/n          | 7,5           | Tipo 2 (Mennekes)               |

*Tabla 1. Cargadores públicos en Gijón*

En estos puntos de recarga la energía está suministrada por la empresa distribuidora de la zona (EDP), a la tensión de servicio de 230 (Fase + Neutro) o 400 V (3 Fases +

Neutro). Los puntos de 7,5 KW tienen capacidad para poder ampliar su potencia a 22 kW si se considere necesario.



*Ilustración 2. Localización puntos de recarga públicos de Gijón.[23]*

Asturias, en el año 2020 contaba con un parque de 892 turismos eléctricos [9]. La información concreta de cuántos pertenecen a Gijón no está disponible, pero estimando según la distribución de población del Principado (el 27,6% reside en Gijón), la ciudad cuenta con aproximadamente 240 vehículos eléctricos. Según las previsiones (datos del Ayuntamiento de Gijón), en el año 2024 habrá 2000 nuevas matriculaciones en esta comunidad, 552 en Gijón. De acuerdo con las recomendaciones de la Directiva europea 2014/94/UE, de que el número adecuado de puntos de recarga debe ser equivalente al menos a un punto de recarga por cada 10 vehículos, en la ciudad de Gijón debería haber al menos 79 cargadores, además, incluir nuevos cargadores en estaciones de servicio y aparcamientos, que aún no cuentan con ellos.

Para poder llevar a cabo el despliegue de estos puntos, la infraestructura eléctrica debe de adaptarse, pues supondrá un aumento considerable en la carga que se demandará a la red y se contemplará la posibilidad de que se produzcan perturbaciones, si se incorporan cargadores de carga ultra rápida (>150kW).

Actualmente, cuenta con 11 subestaciones de media tensión que proveen de electricidad la ciudad, se detallarán más adelante.

Otros factores que se deben de tener en cuenta, además de la red eléctrica, serán el tamaño de las calzadas y aceras, presencia de paradas de taxis cercanas, la densidad de población de la zona o la accesibilidad a personas con movilidad reducida.



## 2. Descripción de las tecnologías (estado de la técnica)

El nacimiento del vehículo eléctrico es 50 años anterior a su homólogo de combustión interna. El primer motor eléctrico formado, por un estator, rotor y conmutador, data del año 1828 y lo que se considera el primer prototipo de vehículo eléctrico, se desarrolló en Estados Unidos, en un vehículo en miniatura que solo se desplazaba en círculos. Poco a poco esta tecnología fue evolucionando llegándose a diseñar la primera locomotora eléctrica que alcanzaba los 6 km/h y el primer coche eléctrico, que era un carruaje con tracción eléctrica y pila de energía no recargable. Al mismo tiempo, se fueron mejorando las pilas eléctricas, desarrollando la batería de plomo-ácido, la cual ya podía recargarse y se aumentó capacidad con rejillas de plomo. Todos estos avances hicieron que a finales del siglo XIX en Gran Bretaña y Francia se dominara el diseño y la fabricación de los vehículos eléctricos y tuvieran gran éxito entre la clase alta.

A principios del siglo XX, Estados Unidos empezó a formar parte del desarrollo de esta tecnología. Existían 19 fabricantes de vehículos eléctricos como Detroit Electric, Studebaker y Edison entre otros, y según los datos encontrados de un total de 4200 vehículos vendidos el 38% eran eléctricos, el 40% de vapor y el resto de gasolina.

Hacia el año 1908 el empresario Henry Ford desarrolló la cadena de montaje para la fabricación de sus vehículos de combustión, lo que permitió la reducción de su precio y que ganara la cuota de mercado entre la clase media. Esto provocó la caída del coche eléctrico e hizo que prácticamente desapareciera, salvo para vehículos específicos como carritos de golf o carretillas elevadoras, hasta finales de siglo. Tras la primera crisis del petróleo de 1973 y las cumbres internacionales, donde se empezaron a tratar temas sobre el malgasto de los recursos naturales y el cambio climático, los fabricantes de vehículos comenzaron a mejorar su eficiencia, reducir sus emisiones y empezaron a buscar sustitutos a los combustibles fósiles. En los años 90, General Motors lanzó un prototipo eléctrico, pero tuvo que cesar su producción al igual que otros fabricantes que se habían inclinado por el vehículo eléctrico, debido a las presiones de la industria petrolera de Estados Unidos.

El renacer del vehículo eléctrico se dio a principios del siglo XXI debido a la recesión económica mundial junto a los programas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, los problemas debidos al excesivo consumo de los combustibles fósiles y la contaminación. Empresas como Tesla Motors demostraron la viabilidad del producto y su rentabilidad y otros muchos fabricantes de vehículos de combustión han comenzado a crear modelos eléctricos y sobre todo híbridos. [10]

Entre los vehículos eléctricos actuales se pueden distinguir diferentes tipos según sus principales características y tecnología. Todos tienen en común que utilizan la energía eléctrica, pero pueden hacerlo en mayor o menor medida. Según el tipo de propulsión se pueden clasificar en: [11][13]

Vehículos Eléctricos de Baterías (BEV): Son los coches eléctricos puros, toda la energía necesaria para el movimiento del vehículo proviene de la electricidad de sus baterías. Presentan sistemas de recuperación de energía mediante frenadas y desaceleraciones

pero es necesario para su recarga total enchufarlas a la red eléctrica. No son contaminantes en su conducción pero si en su proceso de producción.

**Vehículo Híbrido (HEV):** Intercalan un motor eléctrico en la cadena cinemática que asiste al motor de combustión y le resta esfuerzo, reduciendo el consumo de combustible. Podrían moverse en modo 100% eléctrico, pero su autonomía es muy limitada. En este caso la batería solo se puede recargar con los sistemas de frenada, desaceleraciones y por el uso del motor de combustión, pero no enchufándolo a la red eléctrica.

**Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable (PHEV):** Utilizan, para la carga de la batería, un motor de combustión interna pero tienen la posibilidad de cargarla enchufándose a la red eléctrica. El vehículo permite su funcionamiento con el motor eléctrico o de combustión o con la combinación de ambos, alargando así su autonomía.

**Vehículo Eléctrico Semi Híbrido o Micro Híbrido (MHEV):** La potencia principal la obtienen de un motor de combustión pero presenta una batería de 48 V con un motor eléctrico que se utiliza complementariamente para generar potencia. Podrían moverse en modo 100% eléctrico, pero su autonomía es muy limitada.

**Vehículo eléctrico de autonomía extendida (EREV):** En este caso el motor eléctrico se encarga de mover las ruedas con la energía acumulada en las baterías y presenta un motor de combustión que actúa de generador de la energía de la batería. Se recarga como un vehículo eléctrico normal y no se considera híbrido siempre y cuando el motor de combustión no impulse las ruedas.

**Vehículos eléctricos con pila de hidrógeno (FCEV):** Este tipo de vehículos también es considerado eléctrico, pues precisa de electricidad para su funcionamiento, pero en este caso no proviene de baterías recargables sino de la electrólisis del hidrógeno almacenado en pilas, produciendo como residuo  $H_2O$ .

### Tipos de cargadores eléctricos y modos de recarga:

La función principal del cargador eléctrico es transformar la energía eléctrica de la red de CA a CC para recargar la batería, de los vehículos eléctricos que lo permiten, y adaptar el flujo eléctrico en función de las características de potencia, tensión e intensidad, que dependen de cada cargador y batería. Lo que resulta determinante en cuanto al tiempo de recarga. Se pueden encontrar cinco conectores eléctricos diferentes sin embargo, no todos los vehículos eléctricos son compatibles con todos y no permiten todos los modos de carga: [14][15][16]

**Doméstico (Schuko):** Siguen el estándar europeo CEE 7/4, utilizado para dispositivos eléctricos que funcionan con un bajo voltaje y con corrientes monofásicas. Se trata de un conector similar a los de uso doméstico. Proporciona una intensidad máxima de 16 A y hasta 3,7 kW de potencia. La carga resulta muy lenta, por lo que suelen ser cargadores instalados en los garajes particulares.

Tipo 1: Se utilizan en Japón y EEUU. Suministran la corriente eléctrica con una intensidad de 34 A y una potencia de entre 3,4 y 7,4 kW. Presenta dos conectores para la corriente eléctrica, una toma de tierra y otros dos para comunicarse con el vehículo.

TYPE 1 J1772



*Ilustración 3. Cargador Tipo 1. [16]*

Tipo 2: Generalmente son los más utilizados en Europa. Con una intensidad de 16 A en carga monofásica o de 63 A en carga trifásica y una potencia de entre 3,7 y 44 kW. Presenta tres para la fase, una toma de tierra, un conector neutro y otros dos para la comunicación con el automóvil.

TYPE 2 MENNEKES



*Ilustración 4. Cargador Tipo 2. [16]*

Conector CHAdeMO: Proporciona cargas rápidas de corriente continua, alcanzando los 200 A y hasta 65 kW.

CHAdeMO



*Ilustración 5. Cargador CHAdeMo. [16]*

Conector CSS: Este cargador combina CA y CC. Normalmente presenta una potencia de entre 43 y 50 kW. También existen algunos que alcanzan potencias mayores a 100 kW.

#### CCS COMBO TYPE 1



*Ilustración 6. Cargador CCS. [16]*

En cuanto a los modos de recarga, existen cuatro diferentes: [17][18]

Modo 1: El tipo de carga es domestico convencional. Permitiendo una potencia máxima de 2,4 kW a través del conector Schuko. Está orientado a motocicletas, cuadriciclos y bicicletas eléctricas.

Modo 2: El tipo de carga es domestico convencional pero con caja de protección. Permite una potencia máxima de 3,6 kW a través del conector Schuko. Está orientado a vehículos eléctricos e híbridos enchufables.

Modo 3: El tipo de carga es mediante terminal inteligente. La potencia máxima del proceso de carga es de 43 kW y el conector que se puede utilizar es de Tipo 1 o Tipo 2. Está orientado a vehículos eléctricos e híbridos enchufables.

Modo 4: El tipo de carga es mediante terminal inteligente que permite recargas rápidas de alta potencia. La potencia máxima del proceso de carga es de 50 kW, los conectores que se utilizan en este modo son el CCS o CHAdeMO. Y está orientado solo a vehículos eléctricos.

Además, se pueden clasificar las recargas eléctricas en función de la velocidad de carga, que dependen del tipo de corriente y el modo de carga:

Lenta: Localizado normalmente en aparcamientos privados. El modo de recarga es 1 ó 2 y es mediante CA monofásica. El tiempo estimado es de 10h.

Normal: Enfocado para aparcamientos privados, vía pública o centros comerciales. El modo de recarga es el 3, En CA monofásica o trifásica. Con una potencia desde 3,7 kW en monofásica y un tiempo estimado de 6 horas hasta 22kW en trifásica tardando 1 hora.

Ultra-rápida: Estaciones de servicio principalmente y vía pública

Rápida: Para terminales localizadas en estaciones de servicio, vía pública y flotas privadas. EL modo de carga es 3 y 4 en CA trifásica o CC. La potencia es de entre 44 y 50 kW cargando el 80% puede tardar de 20 a 30 minutos.

Ultra-rápida: Estaciones de servicio principalmente y vía pública. EL modo de carga es el 4 para potencias muy elevadas (150kW) en CC, tardando 10 minutos en cargar el 80% de la batería. \*Tiempo estimado para una recarga total de una batería de 20kWh, según fuente Repsol. [18]

### 3. Desarrollo del proyecto

#### 3.1. Objetivos y normativa

El proyecto tiene como fin realizar un estudio sobre la viabilidad del desarrollo de la infraestructura eléctrica necesaria para la implementación del vehículo eléctrico en España. El modelo se podrá extender a cualquier región del país, pero se va a desarrollar el estudio concreto sobre la ciudad de Gijón. Se pretende determinar qué información es necesaria y cómo debe gestionarse, para poder desarrollar un algoritmo que determine en qué lugares pueden instalarse los cargadores y si es necesario y el coste que conlleva alguna modificación de las infraestructuras eléctricas. El estudio se realiza bajo el punto de vista de una empresa distribuidora.

El estudio se realizará conforme a la normativa vigente, Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, [25] existen una serie de medidas a cumplir, de las cuales se recogen las principales que en este caso atañen al presente proyecto:

- *Artículo 14. Promoción de movilidad sin emisiones.* Entre lo que se determina que, los municipios de más de 50.000 habitantes adoptarán antes de 2023 planes de movilidad urbana sostenible, enfocados en la reducción de las emisiones producidas por la movilidad. Algunas de las medidas necesarias a cumplimentar son:
  - El establecimiento de zonas de bajas emisiones antes de 2023.
  - Medidas para la electrificación de la red de transporte público.
  - Medidas para fomentar el uso de medios de transporte eléctricos privados, incluyendo puntos de recarga.
  - Medidas de impulso de la movilidad eléctrica compartida.
- *Artículo 15. Instalación de puntos de recarga eléctrica.* Entre lo que determina que:
  - Las instalaciones de suministro de combustibles y carburantes a vehículos cuyo volumen anual agregado de ventas de gasolina y gasóleo A en 2019 sea mayor o igual a 10 millones de litros instalarán, por cada una de estas instalaciones, al menos una infraestructura de recarga eléctrica de potencia igual o superior a 150 kW en corriente continua y si es superior o igual a 5 millones de litros y menor a 10 millones de litros, instalarán, por cada una de estas instalaciones, al menos una infraestructura de recarga eléctrica de potencia igual o superior a 50 kW en corriente continua. Deberán estar en funcionamiento en un plazo de veintisiete meses desde la entrada en vigor de la ley. En el caso de que no haya una instalación en alguna provincia que llegue al volumen de venta de 5 millones de litros, quienes ostenten la titularidad de las instalaciones que, ordenadas de mayor a menor volumen de ventas

anuales agregadas de gasolina y gasóleo, conjunta o individualmente alcancen al menos el 10% de las ventas anuales totales en dicha provincia en 2019 instalarán, por cada una de estas instalaciones, al menos una infraestructura de recarga eléctrica de potencia igual o superior a 50 kW en corriente continua.

- A partir de 2021, las nuevas instalaciones de suministro de combustible y carburantes o que acometan una reforma en su instalación (que requiera una revisión del título administrativo), deben instalar al menos una infraestructura de recarga eléctrica de potencia igual o superior a 50 kW en corriente continua y que esté en servicio desde el inicio del funcionamiento de la estación o finalización de la reforma, independientemente del volumen anual agregado de ventas.
- El Código Técnico de la Edificación establecerá obligaciones relacionadas con la instalación de puntos de recarga de vehículo eléctrico en edificios de nueva construcción y en edificios existentes. Sin perjuicio de lo anterior, antes del inicio de 2023, todos los edificios de uso distinto al residencial privado que cuenten con un aparcamiento con más de veinte plazas, deberán cumplir las asignaciones mínimas de la infraestructura de recarga que establezca el Código Técnico de la Edificación. También se regularán las obligaciones de instalación de puntos de recarga de vehículo eléctrico en aparcamientos que no pertenecen a edificaciones.

Así mismo, se tendrá en cuenta lo recogido en el Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo, relativo a la normativa a seguir para la instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos:

- *Disposición adicional primera. Dotaciones mínimas de la estructura para la recarga del vehículo eléctrico en edificios o estacionamientos de nueva construcción y en vías públicas.*
3. *En edificios o estacionamientos de nueva construcción deberá incluirse la instalación eléctrica específica para la recarga de los vehículos eléctricos, ejecutada de acuerdo con lo establecido en la referida (ITC) BT-52, «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», que se aprueba mediante este real decreto, con las siguientes dotaciones mínimas:*

- (a) En aparcamientos o estacionamientos colectivos en edificios de régimen de propiedad horizontal. [...]*
- (b) en aparcamientos o estacionamientos de flotas privadas, cooperativas o de empresa, o los de oficinas, para su propio personal o asociados, o depósitos municipales de vehículos, las instalaciones necesarias para suministrar a una estación de recarga por cada 40 plazas y*
- (c) en aparcamientos o estacionamientos públicos permanentes, las instalaciones necesarias para suministrar a una estación de recarga por cada 40 plazas.*

*Se considera que un edificio o estacionamiento es de nueva construcción cuando el proyecto constructivo se presente a la Administración pública competente para su tramitación en fecha posterior a la entrada en vigor de este real decreto.*

- 4. En la vía pública, deberán efectuarse las instalaciones necesarias para dar suministro a las estaciones de recarga ubicadas en las plazas destinadas a vehículos eléctricos que estén previstas en el Planes de Movilidad Sostenible supramunicipales o municipales. [26]*

Además, se estudiarán diversas variables que permitirán determinar en qué áreas es más recomendable la instalación de puntos de recarga y cuántas son necesarias para dar un servicio adecuado. Se analizará la situación y capacidad de la red eléctrica de la región, la sección de los conductores, la presencia y capacidad de CTs, la distribución de la población, la renta per cápita, la población estacional, IMD (intensidad media diaria) y el parque de vehículos.

Se plantean tres escenarios de instalación de cargador de vehículo eléctrico: punto de recarga en la vía pública, en estación de servicio y en aparcamiento público. Cada uno de ellos tendrá unas especificaciones y debe cumplir unos requerimientos diferentes.

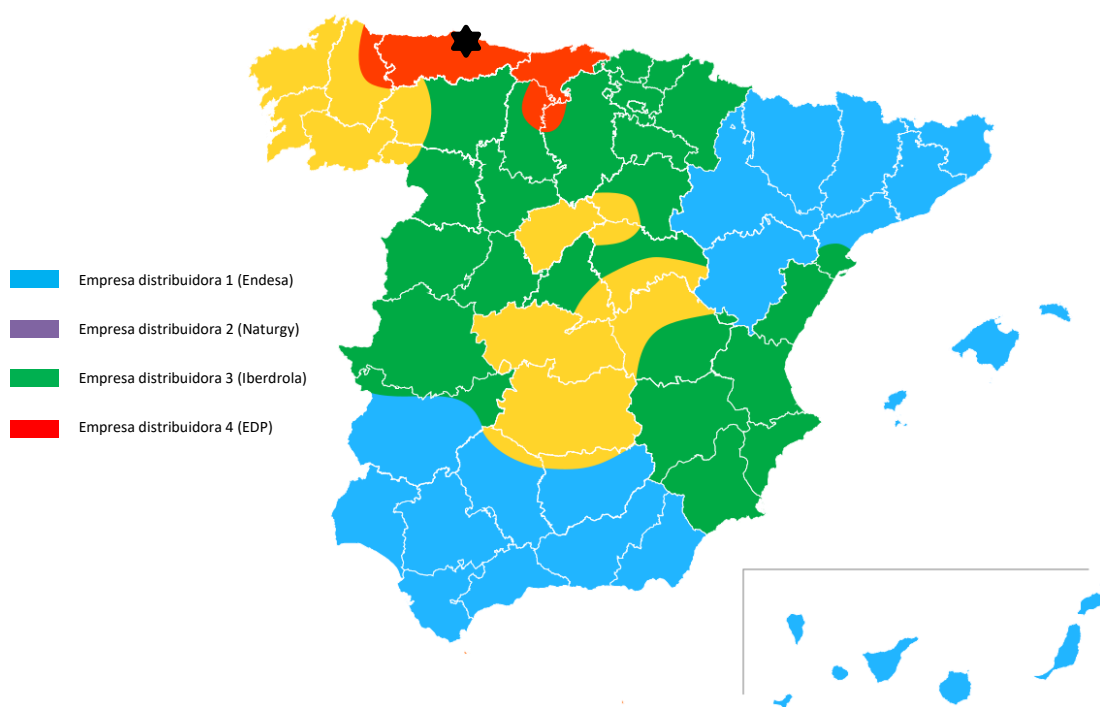
También, se plantean diferentes casuísticas de capacidad. Se tiene que tener en cuenta que no todos los cargadores tienen la misma potencia de carga, en qué casos es más favorable uno que otro y la posibilidad de que se pueda poner más de uno.

### 3.2. Datos para analizar

A continuación, se recogerán la información y datos que se tendrán en cuenta en los tres escenarios mencionados.

#### 3.2.1. Infraestructura Eléctrica

La distribución eléctrica en España está explotada principalmente por 4 empresas: Naturgy, Iberdrola, Endesa y EDP. Según la zona, la red pertenece a una u otra, en este caso la región a analizar pertenece a EDP.



*Ilustración 7. Mapa de distribución eléctrica. Cortesía de Wikipedia*

Como se ha comentado en puntos anteriores, Gijón cuenta con 11 subestaciones. Cada subestación a su vez tiene varias líneas que se extienden a lo largo de la ciudad, creando la red de media tensión de 15 kV, que provee de electricidad a todos los suministros conectados a ella. Estos puntos de conexión podrán ser en media o en baja tensión gracias a la presencia de los centros de transformación (en adelante CT).



| Subestación               | Nº de líneas |
|---------------------------|--------------|
| 1 SE/CR Oxígeno           | 9            |
| 2 SE/CR El Llano          | 12           |
| 3 SE/CR Rocas Residencial | 5            |
| 4 SE/CR Costanilla        | 10           |
| 5 SE/CR Ezcurdia          | 10           |
| 6 SE/CR Colina del Faisán | 4            |
| 7 SE Lloreda              | 12           |
| 8 SE Gijón Norte          | 22           |
| 9 SE Puerto de Gijón      | 20           |
| 10 SE Pumarín             | 24           |
| 11 SE Castiello           | 14           |

Tabla 2. Subestaciones de Gijón. [24]



Ilustración 8. Distribución de las subestaciones en Gijón. [24]

En caso de los cargadores de vehículo eléctrico, la conexión se realizará en baja tensión, a través de CTs de compañía en el caso de los puntos de recarga de la vía pública o aparcamientos y mediante CTs de compañía o particulares en el caso de estaciones de servicio.

Por tanto, lo primero a determinar es qué centros de transformación hay disponibles y su localización. Hay que recoger todos los CTs del área de estudio y comprobar: su capacidad, potencia contratada, salidas disponibles, propiedad y en el caso de ser compañía, si tienen capacidad comprometida (solo en el caso de los menores de 5 años). Los CTs particulares solo podrán ser utilizados en el caso de las gasolineras cuyo CT no esté cedido a la compañía y la instalación del cargador la haga ese mismo propietario. Si la instalación la hiciera un tercero interesado en explotar el cargador de VE el CT debe cederse a la compañía pues son dos clientes diferentes.

Esta información será necesaria para conocer que CTs hay cercanos al punto de instalación, cuáles tienen capacidad suficiente y en cuáles es posible ampliar para satisfacer la demanda. La ampliación se puede realizar tanto en el número de salidas como en capacidad siempre y cuando sea posible físicamente. Los modelos de cargadores que se estudiarán serán de dos categorías de 50kW o 150kW. Los CTs deben poder asumir esta nueva carga y disponer de las salidas necesarias. En ambos casos el número de salidas necesarias es una. Aunque en el caso de los cargadores de 50 kW no es necesario una salida independiente, ya que, podrían conectarse en derivación a una salida ya existente, igualmente se considerará que deben ser capaces los CTs de admitir una salida más.

También, será necesario localizar las CGPs, caja general de protección, que es la frontera entre la instalación de cliente y la de la compañía distribuidora, y a qué CT corresponde su alimentación. En algunos casos, el CT de compañía correspondiente no es el más cercano al punto de conexión. En cambio, la CGP más cercana si es la de esa conexión y por ella se puede conocer el CT al que corresponde.

Una vez determinado el CT más adecuado en el que se va a conectar el punto de recarga, se deberá realizar un análisis de esa línea para conocer si tiene capacidad suficiente y si los conductores existentes son adecuados para satisfacer la nueva demanda.

A continuación, se muestra un fragmento de la tabla de CTs de un área en estudio (Anexo I). Viene indicado:

- Matrícula: Código del centro
- Potencia instalada: Capacidad del CT en kVA.
- Tipo de CT: Si es de superficie (caseta y edificio), subterráneo e intemperie.
- Potencia media: Representa la potencia media que el CT suministra durante cierto tiempo en kW.
- Potencia comprometida: Potencia que en un futuro se va a consumir en una salida del CT (solo para CTs con puesta en servicio menor a 5 años) en kW.
- Potencia disponible:  
$$Pot_{Disponible} = 0,95 * Pot_{Instalada} - Pot_{Media} - Pot_{Comprometida} \quad [kW]$$
- Propiedad: Puede ser de compañía o particular.

- Salidas disponibles: Si el CT presenta salidas de baja tensión disponibles para conectar nuevas cargas. En función de la carga pueden ser necesarias más de una.
- Modelo: Modelo de cargador de vehículo eléctrico que puede ser viable para conectarse a ese CT, pueden ser de 50kW o de 150kW.
- Salidas necesarias: Cuántas salidas requiere el modelo
- Fecha de puesta en servicio: Para comprobar que pueda o no estar comprometido.
- Modelo constructivo del CT.
- Ampliable CBT: En el caso de los CTs que no dispongan de salidas libres y sea físicamente posible se podrá ampliar el cuadro de baja tensión (CBT).
- Ampliación de potencia: Repotenciación del CT. En el caso de CTs que no dispongan de potencia suficiente para albergar un cargador, si es posible físicamente, se podrá ampliar su potencia mediante el cambio de transformador. En el caso de los CTs de intemperie es posible ampliar a 50, 100 y 160 kW y en el caso de los de subterráneos o de superficie es posible ampliar a 250, 400 y 630.

| Matrícula | Pot. inst. (kVA) | Tipo CT  | Pot. media (kW) | Pot. compr (kW) | Pot. disp. (kW) | Prop. | Salidas disp. | Modelo | Salidas modelo | Fecha PES | Modelo constructivo                   | Amplia. CBT | Amplia. pot. |
|-----------|------------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|---------------|--------|----------------|-----------|---------------------------------------|-------------|--------------|
| AE2       | 50               | Intemp   | 0,00            | 0               | 47,50           | PA    | N/A           | N/A    | N/A            | 1996      | Trafo 50/17,5/15 kV B2 intemperie     | N/A         | N/A          |
| AE3       | 50               | Intemp   | 0,00            | 0               | 47,50           | PA    | N/A           | N/A    | N/A            | 1996      | Trafo 500/17,5/15 kV B2 intemperie    | N/A         | N/A          |
| AE4       | 100              | Caseta   | 0,00            | 0               | 95,00           | PA    | N/A           | N/A    | N/A            | 1996      | CT COMP.2L1P TG 100kVA/15kV C/ENV.ME  | N/A         | N/A          |
| AE5       | 50               | Intemp   | 0,00            | 0               | 47,50           | PA    | N/A           | N/A    | N/A            | 1996      | Trafo 50/17,5/15 kV B2 intemperie     | N/A         | N/A          |
| AN4       | 250              | Caseta   | 9,98            | 0               | 227,5           | Comp  | 1             | 50     | 1              | 1996      | CT COMP.2L1P TG 250kVA/15kV C/ENV.ME  | No          | No           |
| AO2       | 50               | Intemp   | 5,29            | 0               | 42,21           | Comp  | 1             | 0      | 1              | 1995      | Trafo 50/17,5/15 kV B2 intemperie     | No          | Sí           |
| BP0       | 160              | Intemp   | 62,69           | 0               | 89,31           | Comp  | 0             | 50     | 1              | 1992      | Trafo 160/17,5/15 kV B2 intemperie    | No          | Sí           |
| BP4       | 160              | Intemp   | 63,09           | 0               | 88,31           | Comp  | 1             | 150    | 1              | 1993      | Trafo 160/17,5/15 kV B2 intemperie    | No          | Sí           |
| BP4       | 160              | Intemp   | 63,09           | 0               | 88,31           | Comp  | 1             | 50     | 1              | 1993      | Trafo 160/17,5/15 kV B2 intemperie    | No          | Sí           |
| DL7       | 400              | Edificio | 0,00            | 0               | 380,0           | Comp  | 0             | 50     | 1              | 2001      | Convencional                          | No          | Sí           |
| DW9       | 630              | Caseta   | 0,00            | 0               | 598,5           | Comp  | 0             | 150    | 1              | 2004      | CENTRO TRANSF.2L+1P ME                | No          | No           |
| DW9       | 630              | Caseta   | 0,00            | 0               | 598,5           | Comp  | 0             | 50     | 1              | 2004      | CENTRO TRANSF.2L+1P ME                | No          | No           |
| FD2       | 400              | Subterr  | 20,00           | 0               | 360,0           | Comp  | 2             | 0      | 1              | 2011      | CT SUB.PREF.2L1P TG 400kVA/15kV VV ME | Sí          | Sí           |

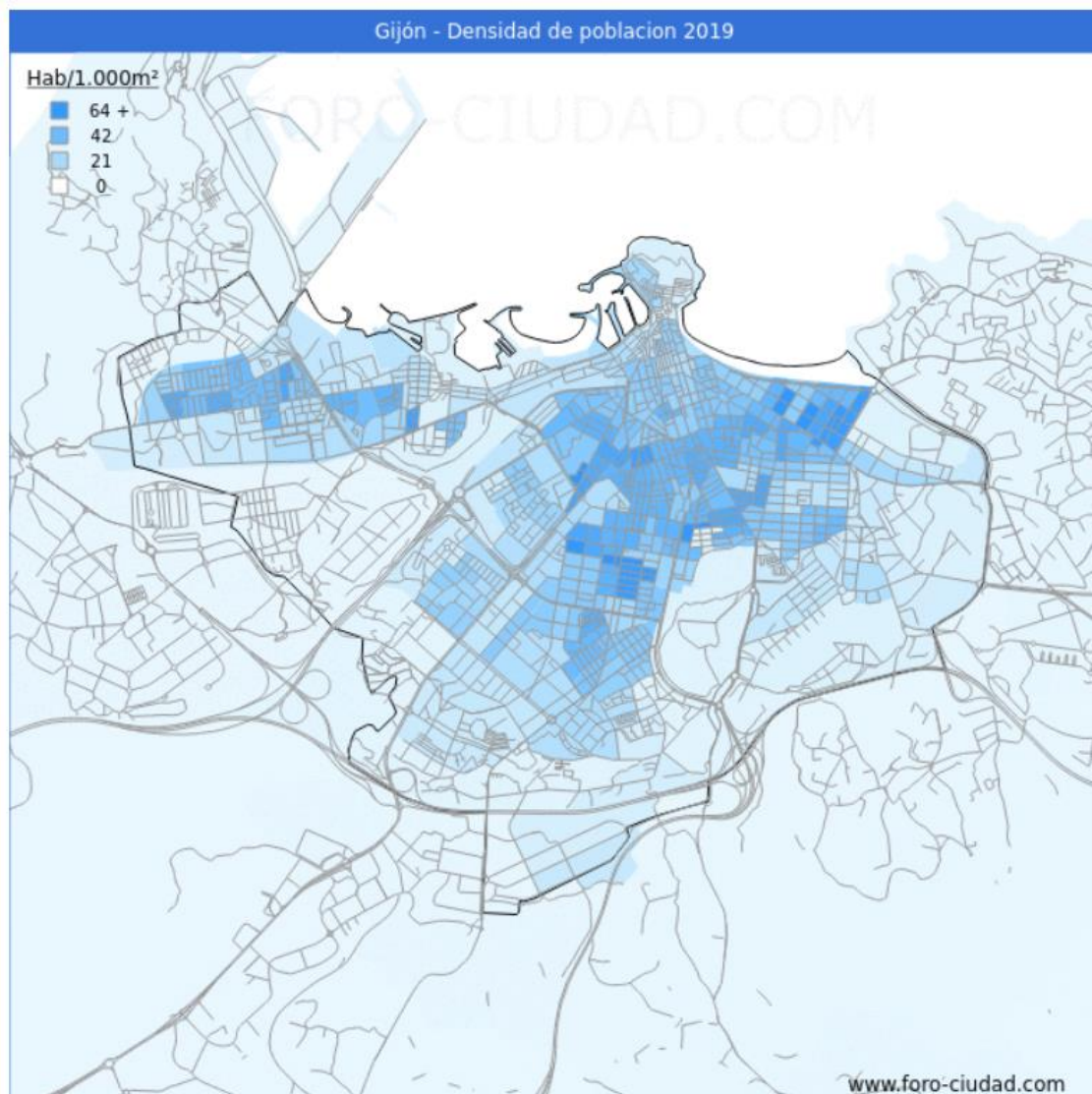
*Tabla 3. Extracto tabla CTs*

\*2L+1P: Línea de entrada, línea de salida y celda de protección y medida.

\*Trafo 50/17,5/15 kV: Potencia nominal/ tensión de pico/ tensión nominal.

### 3.2.2. Población y distribución

La información sobre la población es determinante para conocer el número de cargadores que se deben implementar y en qué zonas, según su distribución. Como se puede comprobar en el siguiente plano, la mayor parte de la población está localizada en la zona central, que corresponde a los barrios de Centro, El Llano y La Arena y algunos barrios más alejados, como es el de La Calzada.



*Ilustración 9. Mapa densidad de población Gijón en 2019. [27]*

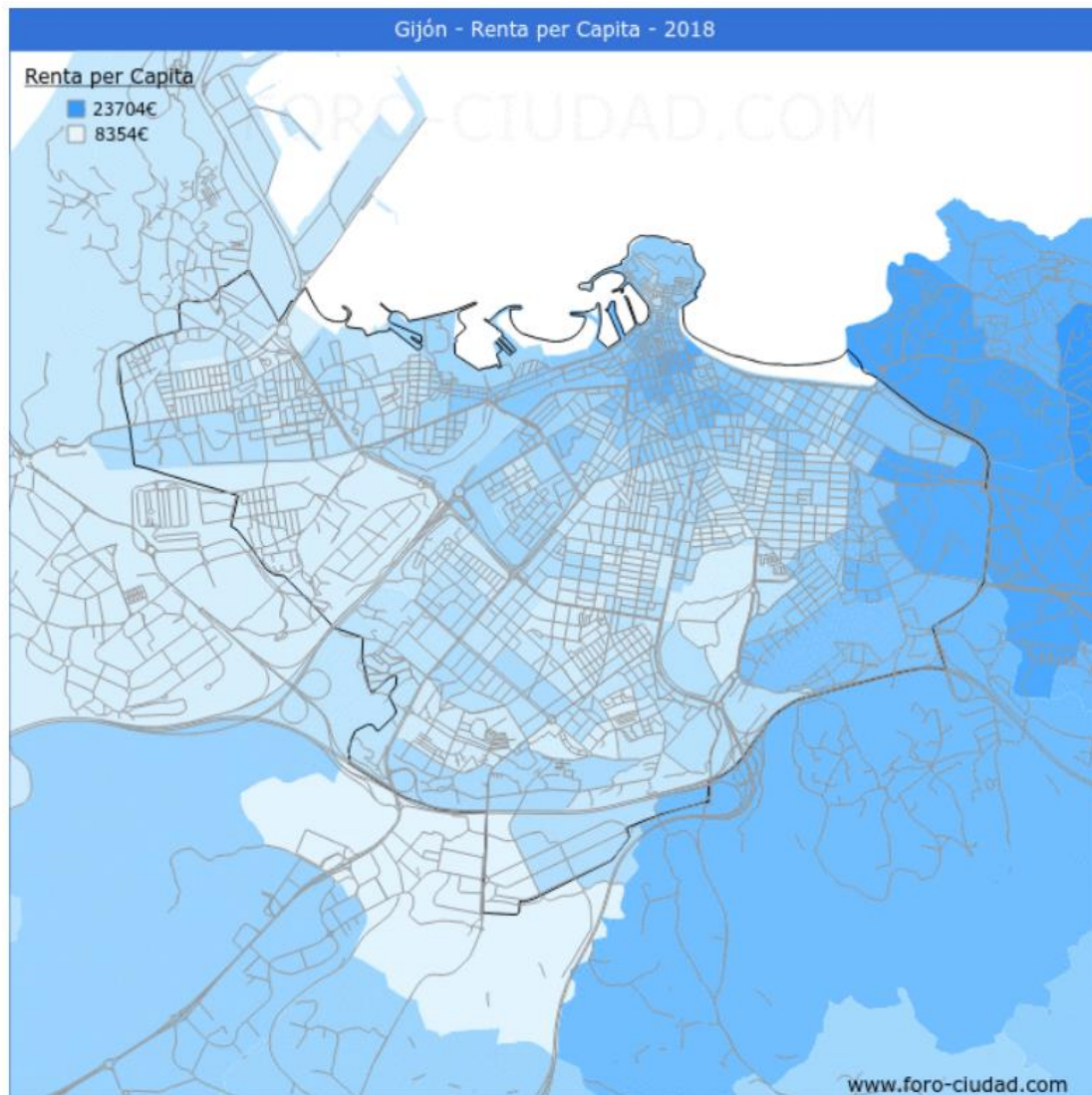
A través de los barrios del municipio y de su población se distribuirán los postes de recarga públicos:

| Nº | Barrio               | Población | Distribución |
|----|----------------------|-----------|--------------|
| 1  | El Llano             | 39602     | 15,4%        |
| 2  | Centro               | 32936     | 12,8%        |
| 3  | La Calzada           | 24886     | 9,7%         |
| 4  | Pumarín              | 16737     | 6,5%         |
| 5  | L' Arena             | 16525     | 6,4%         |
| 6  | Cearas/Ciares        | 16011     | 6,2%         |
| 7  | El Natahoyo          | 15191     | 5,9%         |
| 8  | Laviada              | 11873     | 4,6%         |
| 9  | El Polígono          | 9901      | 3,9%         |
| 10 | El Coto              | 9482      | 3,7%         |
| 11 | Montevil             | 8729      | 3,4%         |
| 12 | Roces                | 8416      | 3,3%         |
| 13 | Somió                | 7290      | 2,8%         |
| 14 | Contrueces           | 6486      | 2,5%         |
| 15 | Viesques             | 5958      | 2,3%         |
| 16 | El Bibio             | 4301      | 1,7%         |
| 17 | Les Mestes           | 3553      | 1,4%         |
| 18 | Jove/Xove            | 3303      | 1,3%         |
| 19 | Nuevo Gijón/La Peral | 3176      | 1,2%         |
| 20 | Perchera/La Braña    | 2932      | 1,1%         |
| 21 | Cimavilla            | 2701      | 1,1%         |
| 22 | Moreda               | 2600      | 1,0%         |
| 23 | Tremañes             | 2544      | 1,0%         |
| 24 | Santa Bárbara        | 1719      | 0,7%         |

*Tabla 4. Población distritos de Gijón 2019*

Otro factor, es la renta de los habitantes de la ciudad, pues de momento, la compra de un vehículo eléctrico supone inicialmente un sobre coste de entre 5.000 y 15.000€ respecto a uno de combustible. Se observa, que las zonas que están más pobladas no presentan las rentas más altas, lo que podría afectar en la integración del vehículo eléctrico. Pero esto, no supondrá un factor muy determinante para la localización de los puntos de recarga, porque el objetivo final es una movilidad con cero emisiones. Se están concediendo ayudas y subvenciones por parte de los organismos gubernamentales para facilitar el acceso a los mismos (MOVES III) y, además, según los expertos en el sector, se espera una reducción de los precios para el año 2025, por lo que, aunque no sea de manera inmediata, se llevará a cabo una transformación en la movilidad de toda la población.





*Ilustración 10. Plano Renta per Cápita de población Gijón en 2018. [27]*

Adicionalmente, un aspecto poblacional a tener en cuenta es la población estacional. En determinadas zonas y España y en determinadas épocas del año, especialmente en verano y Navidad, la población aumenta por la visita de turistas o personas con segunda residencia en ese lugar y, por tanto, también aumenta la presencia de vehículos. Además, por lo general la población que se desplaza no suele disponer de plaza de garaje propia ni en consecuencia, cargador para los vehículos eléctricos. Según lo que aumente la población será necesario incluir más postes de recarga públicos para poder dar servicio en los momentos en los que la población está en su punto álgido. La población total residente es 271.717 y la población estacional es 36.336, según datos del INE, supone un aumento del 13,4%.

### 3.2.3. IMD

La IMD, intensidad media diaria, es un indicador que permite conocer los vehículos que pasan por un punto concreto en un día. Estos datos serán necesarios para determinar el número de cargadores aproximadamente, que van a ser necesarios en función del número de vehículos que circulen por ese tramo y, por tanto, donde más útil resultará esta información, es en el caso de las estaciones de servicio localizadas en carreteras, los datos poblacionales en estos casos no son determinantes o incluso no son áreas pobladas.

Esta información se recoge mediante las estaciones de aforo, situadas en secciones de las carreteras de España y recogen información de los vehículos que circulan por ellas: porcentaje de vehículos pesados y motocicletas y la intensidad diaria de vehículos extranjeros.

| Carretera       | Estación de Aforo | 2019-IMD |
|-----------------|-------------------|----------|
| <b>A8-AS-II</b> | AS-II-022         | 23.759   |
| <b>N-641A</b>   | AS-376-001        | 21.532   |
| <b>Gj-81</b>    | O-345-1           | 22.055   |

*Tabla 5. IMD carreteras cercanas a Gijón*

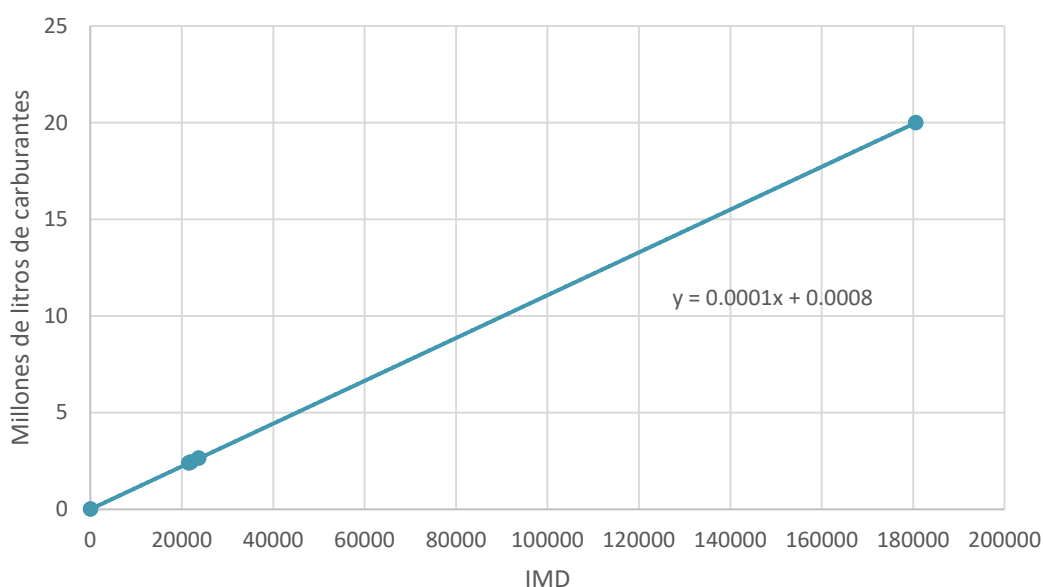
En el ANEXO II: PLANOS se muestra la situación de las estaciones de aforo.

La información de la IMD también se relaciona con la venta de combustibles de las estaciones de servicio. Cuanto más transitado este un tramo, más vehículos van a parar a repostar y esto tiene relación directa con el tipo de cargador que se debe instalar. Pues en estaciones con ventas mayores a 10 millones de litros anuales, deben presentar al menos un cargador de 150kW en corriente continua y las estaciones con ventas de entre 5 y 10 millones de litros o que, aunque no alcancen los 5 millones, presenten unas ventas superiores al 10% de las ventas anuales totales en dicha provincia, deben presentar al menos un cargador de 50kW en corriente continua.

La estación de aforo española que presentó la IMD más alta en el año 2019, se encuentra en la Comunidad de Madrid, concretamente en la M-40. Se trata de la estación M-112-0 y tuvo una intensidad de 180.615 veh/día, según fuentes del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana [28]. Aunque no presente la mayor IMD de vehículos pesados, los cuales hacen un mayor consumo de combustible, la electrificación de los mismos de momento está siendo más lenta que la de los ligeros, pues a las empresas de transporte no les resulta rentable debido al alto coste de las baterías de gran tamaño que requerirían. Partiendo de la hipótesis de que las estaciones de servicio que se encuentren en las proximidades de la estación de aforo de Madrid mencionada son las que más combustible venden, rondando los 20 millones de litros anuales, las estaciones de servicio que son de interés en este caso rondarían la siguiente venta anual:

- AS-II-022: 2,63 millones de litros.
- AS-376-001: 2,3 millones de litros.
- O-345-1: 2,44 millones de litros.

Esta estimación se realiza teniendo en cuenta los litros de carburantes vendidos en la provincia de Madrid en el año 2019, según datos de CORES [30] y relacionándolos con la IMD, ya que presenta el más alto de España. Se establece el porcentaje de IMD de cada estación de aforo de Madrid, respecto a la global de Madrid y con este porcentaje, se distribuyen los litros de carburantes, que incluyen gasolina 95 y 98 y gasoil A, que aproximadamente venden las estaciones de servicio que se encuentren en la zona de la estación de aforo. Una vez conocidos los litros correspondientes a las estaciones con mayor y menor recuento de vehículos diarios, se extrapolará a otras estaciones de aforo de las demás provincias.



*Gráfica 3. Relación IMD y millones de litros de carburante*

En la siguiente tabla se indican los IMD a partir de los cuales es necesario instalar un cargador de 50 o 150kW, en el caso de las estaciones de servicio con IMD inferior a 45.447, se estudiarán también para cargadores de al menos 50kW.

| Millones de litros de carburante | IMD   | kW  |
|----------------------------------|-------|-----|
| 5                                | 45447 | 50  |
| 10                               | 90902 | 150 |

*Tabla 6. Relación IMD-potencia del cargador*



### 3.2.4. Número vehículos

Conocer el número de vehículos y sobre todo de vehículos eléctricos es necesario para conocer el número de cargadores que deben instalarse en cada región.

España cuenta con una flota de aproximadamente 78.000 vehículos eléctricos, según datos de EAFO [31]. Para el año 2030, se estima un crecimiento de 5 millones de los vehículos eléctricos. Para conocer el crecimiento de los vehículos eléctricos de cada región, se hará el reparto en función de la población.



*Gráfica 4. Población española por CCAA*

De manera que Asturias al ser un 2,22% de la población española aumentará su parque eléctrico en 110.000. Gijón, al presentar el 27,6% de la población del Principado, crecerá en 30.600 vehículos, de los cuales el 85% son ligeros, que son los que se tendrán en cuenta para estudiar el número de puntos de recarga públicos, pues los VE pesados no suelen cargarse en estos puntos. Para ese año el número de cargadores disponibles debe ser aproximadamente de 262 si se tienen en cuenta los vehículos eléctricos que ya hay en el municipio y considerando que el número de cargadores respecto a los VE debe seguir una proporción de 100 a 1, en vez de seguir las recomendaciones de la Directiva europea 2014/94/UE, de que el número adecuado de puntos de recarga debe ser equivalente al menos a un punto de recarga por cada 10 vehículos, ya que, el número de cargadores que habría que instalar sería demasiado elevado y al ser una tecnología que está en auge, consiguiendo cada vez modelos más eficientes, se opta por un proceso de crecimiento más lento que permita irse adaptando a los nuevos avances.

### 3.3. Escenarios

La implantación de cargadores de vehículos eléctricos se llevará a cabo en tres escenarios distintos. Se realizará un estudio diferente para cada uno de ellos, pues las variables que hay que tener en cuenta son distintas en cada caso:

- a. **Puntos de recarga en la vía pública.** Situados en plazas de aparcamiento de la vía pública con el cargador en las aceras. Los conductores podrán estacionar los vehículos y cargarlos. Estos cargadores serán solicitados por los ayuntamientos y suelen disponerse en calles con aceras anchas y zonas de aparcamiento.
- b. **Puntos de recarga en estaciones de servicio.** Se situarán dentro de las instalaciones de la estación y la potencia de los cargadores debe cumplir con las normativas recogidas en los puntos anteriores.
- c. **Puntos de recarga en aparcamientos.** Los cargadores se instalarán en el interior de los edificios públicos destinados al aparcamiento y de centros comerciales.

De cada uno de los escenarios, se llevará a cabo unos diagramas de flujo que define los pasos a seguir para el desarrollo del algoritmo que permita tratar los datos que aplican en cada caso y cruzarlos para obtener los resultados. Los tres escenarios son complementarios entre ellos y la presencia de unos u otros dependerá de las dimensiones del municipio en el que se lleve a cabo el estudio, de la presencia de aparcamientos y de estaciones de servicio.

### 3.3.1. Escenario 1: Puntos de recarga vía pública

Para los cargadores en la vía pública, será el ayuntamiento el que solicite su ubicación y, por tanto, no se puede conocer la localización exacta ni el CT que se le va a asignar, hasta que se haga la solicitud de instalación. Por ello, el análisis que se va a realizar de este caso será una estimación de los cargadores que se van a instalar aproximadamente y en qué zonas.

Lo primero, se asigna el municipio de estudio y la población que presenta, teniendo en cuenta la estacional. España, por otro, lado según datos del INE presenta 47,53M de habitantes. La estimación de VE se hará considerando solo los vehículos ligeros, pues en cargadores de la vía pública no suelen cargarse VE pesados. Según datos de la DGT, aproximadamente el 85% de los vehículos de España son ligeros, lo que corresponderá a 4,25M de VE ligeros en 2030.

Una vez estimados los cargadores de VE que deben instalarse, resultado del cálculo de VE entre 100 (indicado en puntos anteriores), se les restan los que actualmente están presentes en ese municipio. Si se obtiene un valor inferior o igual a cero, el municipio no debe instalar nuevos postes de recarga públicos. Para el caso de mayor que cero, hay que comprobar los distritos presentes en ese municipio y su población, para conocer el número de cargadores que deben situarse en esa área. Se calculará el porcentaje de población de cada distrito y se multiplicará por el número de postes total del municipio. Si el resultado es mayor de 0,5 se deberá instalar cargador en esa zona y, por tanto, se determinarán que CTs hay disponibles para acogerlo.

En general se estudiará para cargadores de 50kW. No son electrolinerías, son estacionamientos con cargador, en los cuales los usuarios de VE dejarán sus vehículos estacionados y mientras además podrán cargarlo. También sería posible también instalar cargadores ultra rápidos de 150 kW en el caso de que los CT tuvieran capacidad suficiente.

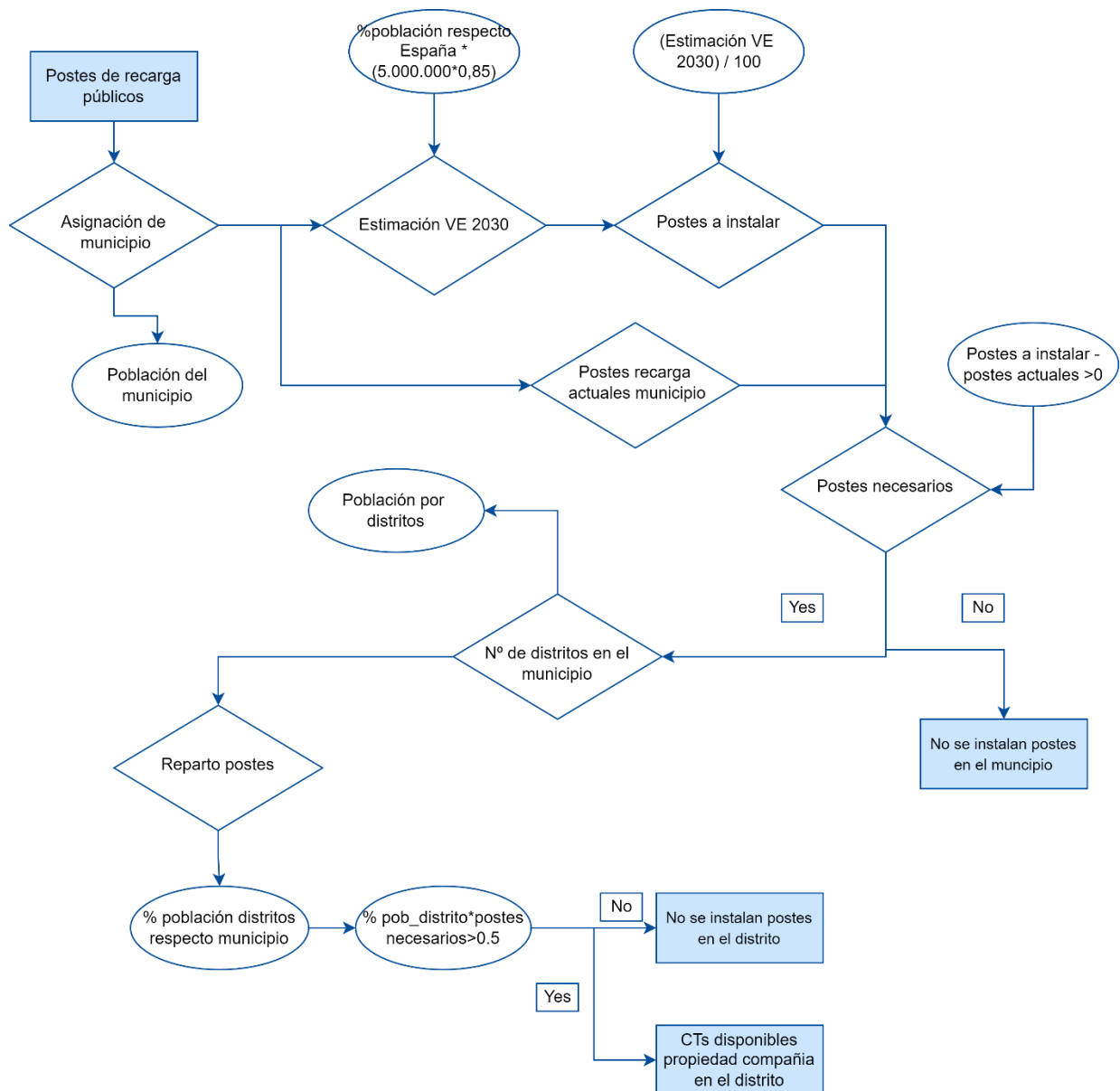


Ilustración 11. Flujo puntos de recarga públicos

En el caso de Gijón, la población total es de 308.000 habitantes lo que corresponde a un 0,61% de la población española. Según esto, en Gijón se esperan 26.000 VE y por tanto 260 puntos de recarga. Como los postes de recarga actuales son 9, los cargadores públicos que se deben instalar son 251. Para su localización, Gijón presenta 24 distritos con la población distribuida como se muestra en la Tabla 4, de manera que el número de postes quedaría del siguiente modo:

| Nº           | Barrio               | Distribución | Cargadores vía publica |
|--------------|----------------------|--------------|------------------------|
| 1            | El Llano             | 15,4%        | 39                     |
| 2            | Centro               | 12,8%        | 32                     |
| 3            | La Calzada           | 9,7%         | 24                     |
| 4            | Pumarín              | 6,5%         | 16                     |
| 5            | L' Arena             | 6,4%         | 16                     |
| 6            | Ceaes/Ciares         | 6,2%         | 16                     |
| 7            | El Natahoyo          | 5,9%         | 15                     |
| 8            | Laviada              | 4,6%         | 12                     |
| 9            | El Polígono          | 3,9%         | 10                     |
| 10           | El Coto              | 3,7%         | 9                      |
| 11           | Montevil             | 3,4%         | 9                      |
| 12           | Roces                | 3,3%         | 8                      |
| 13           | Somió                | 2,8%         | 7                      |
| 14           | Contrueces           | 2,5%         | 6                      |
| 15           | Viesques             | 2,3%         | 6                      |
| 16           | El Bibio             | 1,7%         | 4                      |
| 17           | Les Mestes           | 1,4%         | 3                      |
| 18           | Jove/Xove            | 1,3%         | 3                      |
| 19           | Nuevo Gijón/La Peral | 1,2%         | 3                      |
| 20           | Perchera/La Braña    | 1,1%         | 3                      |
| 21           | Cimavilla            | 1,1%         | 3                      |
| 22           | Moreda               | 1,0%         | 3                      |
| 23           | Tremañes             | 1,0%         | 2                      |
| 24           | Santa Bárbara        | 0,7%         | 2                      |
| <b>Total</b> |                      | <b>100%</b>  | <b>251</b>             |

*Tabla 7. Cargadores esperados en la vía pública por distritos.*

### 3.3.2. Escenario 2: Puntos de recarga en estaciones de servicio

Los cargadores de las estaciones de servicio serán solicitados por sus propietarios o por nuevos gestores de recarga. Se estudia que CT es el adecuado al cual se debe conectar el cargador, si requiere modificaciones y el coste de las mismas.

Lo primero, se determina el municipio a estudiar y se localizan geográficamente todas sus estaciones de servicio y puntos de recarga. Para cada estación de servicio, se mide la distancia con el cargador de VE más cercano y se comprueba que la distancia sea mayor que 50m. Si es menor, se considera que la estación de servicio ya presenta un cargador de VE y, por tanto, no hay que estudiar el caso. En el caso de distancias mayores de 50m, se entiende que no presenta cargador y es candidata para instalarlo.

A continuación, se localizan los CTs o CGPs que estén a una distancia menor de 80m y se determina el más cercano. Si es una CGP, se debe comprobar el CT al que va asociado y su disponibilidad. Si el más cercano es un CT, se comprueba la propiedad del mismo, si es de compañía se debe comprobar también la disponibilidad. Este caso no será frecuente pues habrá antes una CGP situada que esté asociada a ese CT de compañía, pero se puede dar en algún caso en el que el CT cercano sea posterior a la construcción de la estación de servicio. Y si es particular, si el propietario de la estación es quien solicita la conexión del cargador, es él el que se hará cargo de determinar su disponibilidad y solicitar cualquier modificación. En cambio, si la instalación de cargador se lleva a cabo por un tercero, una empresa que se encargue de la instalación y explotación de cargadores para VE, a través de un CT particular, el CT deberá ser cedido y pasa a ser de compañía pues o explotan dos clientes distintos.

Por último, se debe comprobar la IMD de la estación tras confirmar que un CT esté disponible. Si la estación presenta un IMD superior a 90.902 veh/día se considera que su venta es superior a 10M de litros y, por tanto, necesita al menos de un cargador de 150kW. En el resto de los casos se le asignará al menos un cargador de 50kW. En el caso de las estaciones de servicio que no dispongan de información sobre su IMD pues no son cercanas a estaciones de aforo, se considerara IMD igual a 0 y se le asignara el modelo de cargador de 50kW.

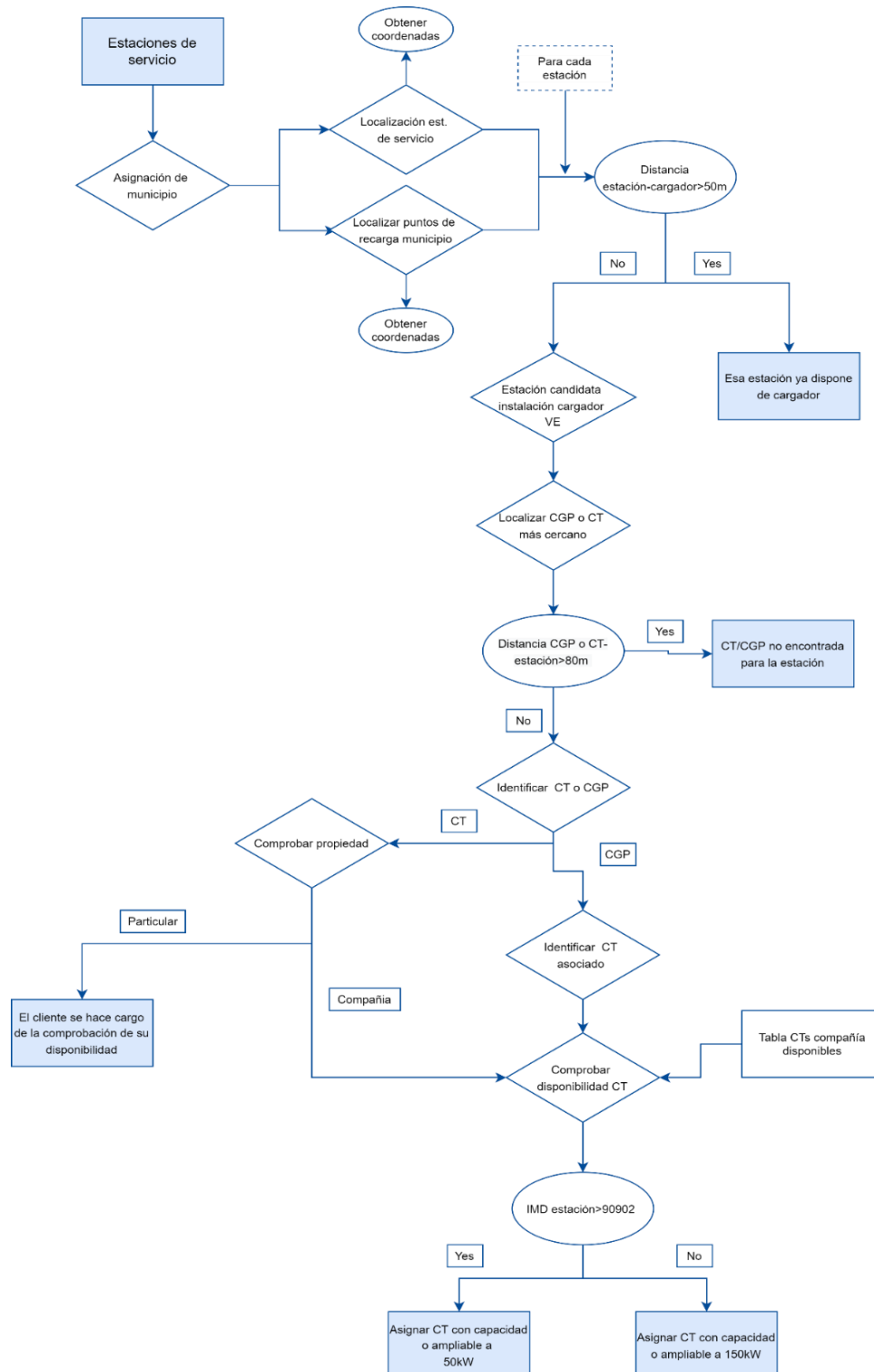


Ilustración 12. Flujo estaciones de servicio.

### 3.3.3. Escenario 3: Puntos de recarga en aparcamientos

Los cargadores de los aparcamientos serán solicitados por su propietario, gestor de puntos de recarga o por el ayuntamiento si son públicos, se estudia que CT es el adecuado al cual se debe conectar el cargador, si requiere modificaciones y el coste de las mismas. En los aparcamientos la instalación de puntos de recarga solo se exige en el caso de los de nueva construcción, cumpliendo la normativa recogida en (ITC) BT-52, «*Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos*». En este escenario se contemplarán solo aparcamientos ya construidos por lo que no se tienen en cuenta los cálculos relacionados con el número de plazas o ventilación de los mismos.

Empieza muy similar al escenario anterior, pero en este caso localiza los aparcamientos situados en el municipio de Gijón y los cargadores de VE. Mide la distancia entre cada aparcamiento con el cargador más cercano y se comprueba que la distancia sea mayor que 50m. Si es menor, se considera que el aparcamiento ya presenta un cargador de VE y, por tanto, no hay que estudiar el caso. En el caso de distancias mayores de 50m, se entiende que no presenta cargador y es candidato para instalarlo.

A continuación, se localiza el CT más cercano y se comprueba que está a menos de 80m, si no es así no se ha encontrado el CT de la instalación. Si está a menos de 80m, se comprueba su disponibilidad.

En este escenario, se contemplará solo el caso de cargadores de 50kW, pues se supone que una persona que estaciona su vehículo en un aparcamiento va a dejarlo el tiempo suficiente que permitiría la carga rápida.



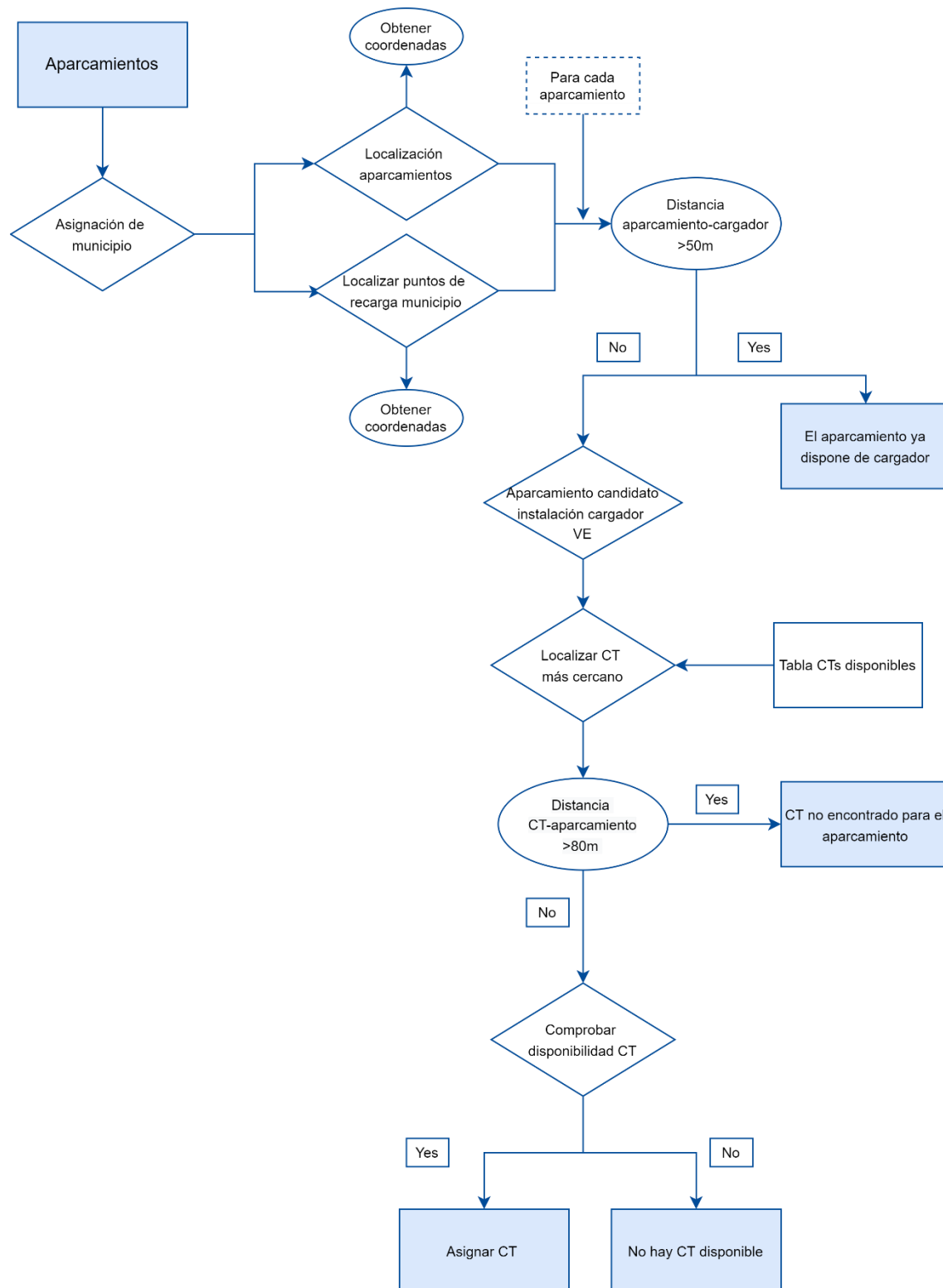


Ilustración 13. Flujo aparcamientos

### 3.4. Algoritmo y resultados

A partir de los diagramas de flujo anteriores se llevará a cabo el desarrollo de un algoritmo que permita obtener la información necesaria sobre los CTS disponibles para la instalación de los cargadores de VE en los tres escenarios de manera automatizada. El desarrollo del algoritmo no es objeto del presente proyecto, sin embargo, sí lo ha sido el análisis y depurado de los resultados que se han ido obteniendo, hasta alcanzar la resolución final.

Estos se presentan a modo de tablas en el Anexo I y la representación gráfica de los mismos en el Anexo II.

Se recogen tres tablas: *CTs disponibles puntos de recarga públicos*, *Estaciones de servicio* y *Aparcamientos*, en las que se muestran los resultados para cada escenario.

- Tabla *CTs disponibles puntos de recarga públicos*. En ella vienen recogidos todos CTS en los que sería posible la instalación de un punto de recarga público de 50kW. De cada uno de ellos viene determinado:
  - La matrícula del CT que permite su identificación.
  - La potencia instalada e presenta el CT.
  - La potencia media y la comprometida, ambas en kW, que permiten conocer si el CT presenta potencia disponible para la instalación del cargador.
  - La propiedad, en esta ocasión, deben ser de compañía.
  - El número de salidas disponibles que presenta el CT.
  - El número de salidas necesarias para el cargador de 50kW, que es 1.
  - La fecha de puesta en servicio, que indica si hay que tener en cuenta la potencia comprometida, si se ha puesto en servicio hace menos de 5 años.
  - La posibilidad del CT de ampliar su CBT si no tiene salidas disponibles o su potencia en el caso de que la disponible sea inferior a 50kW.
  - El distrito en el que está localizado el CT.
  - El coste de las ampliaciones, tanto del CBT, que puede ser por instalar una nueva salida o ampliación completa y el coste de aumentar la potencia del transformador. El coste relacionado con la ampliación de potencia dependerá de si es de tipo intemperie, caseta o subterráneo.

A continuación, se muestra un fragmento de la tabla:

| Matrícula | Potencia instalada [kW] | Tipo CT      | Potencia media [kW] | Pot comprom [kW] | Pot disponible [kW] | Propiedad | Salidas disponibles | Modelo | Salidas necesarias | Fecha | Ampliable CBT | Ampliable potencia | Distrito | Coste amplia CBT | Coste potenciación | Coste total |
|-----------|-------------------------|--------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------|---------------------|--------|--------------------|-------|---------------|--------------------|----------|------------------|--------------------|-------------|
| BM2       | 250                     | INTEMP       | 15,19               | 0                | 222,31              | COMP      | 2                   | 50     | 1                  | 1990  | No            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €       | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| DI3       | 1260                    | CASETA       | 19,52               | 0                | 1177,48             | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2001  | No            | No                 | 1        | 0,00 €           | 0,00 €             | 0,00 €      |
| DM7       | 160                     | INTEMP       | 0,00                | 0                | 152,00              | COMP      | 3                   | 50     | 1                  | 2002  | No            | No                 | 1        | 7.150,00 €       | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| FH2       | 100                     | CASETA       | 5,87                | 0                | 89,13               | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1995  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00         | 0,00 €             | 9.500,00 €  |
| FH8       | 50                      | CASETA       | 0,00                | 0                | 47,50               | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1999  | Sí            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €       | 29.000,00 €        | 36.150,00 € |
| FM3       | 50                      | SUBTER RANEO | 0,00                | 0                | 47,50               | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2006  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €       | 30.000,00 €        | 39.500,00 € |
| AN4       | 160                     | CASETA       | 9,98                | 0                | 142,02              | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1996  | No            | No                 | 1        | 7.150,00 €       | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| BK2       | 160                     | EDIFICIO     | 20,39               | 0                | 131,61              | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1975  | No            | Sí                 | 1        | 0,00 €           | 0,00 €             | 0,00 €      |

*Tabla 8. Fragmento Tabla Resultados Escenario1. Anexo I*

Tabla *Estaciones de servicio*. Viene recogida la información sobre las estaciones de servicio presentes en Gijón. Está determinado:

- El código de identificación de la estación de servicio,
- La provincia y municipio a la que pertenece.
- El identificador del cargador de VE más cercano.
- La distancia al mismo. La estación será candidata para instalar un cargador, si el punto de recarga está fuera de los límites establecidos en el flujo, ya que esto indica que no presenta cargador en sus instalaciones.
- Se identifica la CGP o el CT más cercano y en el caso de ser una CGP, su CT asociado.
- Se indica la propiedad del CT.
- Su disponibilidad según los resultados que se han ido obteniendo.
- La potencia instalada en el CT y el número de salidas libre que presenta.
- Se recoge también la IMD de las estaciones de servicio en los casos que corresponda, que son aquellos en los que las estaciones de aforo son cercanas y se les asocia el mismo, este dato nos informa sobre el tipo de cargador. En los casos que no se disponga de dato de la IMD el cargador a instalar será de 50kW.
- Se recoge el número de salidas necesarias por cargador.
- La potencia disponible del CT en kW
- Si es ampliable el CBT y la potencia del CT
- El coste de ampliar salida, añadir CBT y ampliar la potencia del CT.

A continuación, se muestra un fragmento de la tabla:

| Id Gasolnera | Municipio | Provincia | Id Poste cercano | Distancia estación-poste [m] | Estación candidata | CT o CGP cercano | Matrícula CT asociado | Propiedad | Disponible | Pot inst CT [kW] | Salidas libres | IMD total | Modelo | Salidas necesarias | Pot disp. [kW] | Estado ampliación CBT | Coste salidas | Estado potenc | Coste potenc | Coste total |
|--------------|-----------|-----------|------------------|------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|-----------|------------|------------------|----------------|-----------|--------|--------------------|----------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 839480799    | Gijón     | Asturias  | n7921341142      | 47,27                        | No                 | CT               | AA1                   | PA        | No         | N/A              | N/A            | N/A       | N/A    | N/A                | N/A            | N/A                   | N/A           | N/A           | N/A          | N/A         |
| 5586333538   | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 613                          | Sí                 | CT               | AG3                   | PA        | No         | N/A              | N/A            | N/A       | N/A    | N/A                | N/A            | N/A                   | N/A           | N/A           | N/A          | N/A         |
| 48832045     | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 2.937,48                     | Sí                 | CGP              | DH7                   | COMP      | Sí         | 250              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 171,69         | Sí                    | 9.500 €       | No            | 0            | 9.500 €     |
| 287010249    | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 8.597,63                     | Sí                 | CGP              | CF4                   | COMP      | Sí         | 400              | 2              | 21.553    | 50     | 1                  | 357,76         | No                    | 7.150 €       | No            | 0            | 7.150 €     |
| 287010260    | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 8.931,32                     | Sí                 | CGP              | CI2                   | COMP      | Sí         | 630              | 3              | 0         | 50     | 1                  | 1.682,83       | No                    | 7.150 €       | No            | 0            | 7.150 €     |
| 287010263    | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 8.933,30                     | Sí                 | CGP              | DT5                   | COMP      | Sí         | 1.030            | 0              | 0         | 50     | 1                  | 169,5          | Sí                    | 9.500 €       | No            | 0            | 9.500 €     |
| 287010264    | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 8.965,50                     | Sí                 | CGP              | FG4                   | COMP      | Sí         | 1.030            | 6              | 0         | 50     | 1                  | 884,5          | No                    | 7.150 €       | No            | 0            | 7.150 €     |
| 839473643    | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 9.783,24                     | Sí                 | CGP              | DI1                   | COMP      | Sí         | 400              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 40,90          | Sí                    | 9.500 €       | Sí            | 29.000 €     | 38.500 €    |
| 287010253    | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 10936,8                      | Sí                 | CGP              | BX0                   | COMP      | Sí         | 400              | 2              | 0         | 50     | 1                  | 23,50          | Sí                    | 7.150 €       | Sí            | 29.000 €     | 36.150 €    |

*Tabla 9. Fragmento Tabla Resultados Escenario 2. Anexo I*

- Tabla *Aparcamientos*. Viene recogida la información sobre los aparcamientos presentes en Gijón. Está determinado:
  - El código de identificación del aparcamiento.
  - La provincia y municipio a la que pertenece.
  - El cargador de VE más cercano y la distancia al mismo. El aparcamiento será candidato para instalar un cargador, si el punto de recarga está fuera de los límites establecidos en el flujo, ya que esto indica que no presenta cargador en sus instalaciones.
  - Se identifica el CT más cercano.
  - Se indica la propiedad del CT.
  - Disponibilidad según los resultados que se han ido obteniendo.
  - El modelo de cargador será 50kW.
  - Se recoge el número de salidas necesarias por cargador.
  - La potencia disponible del CT en kW
  - Se identifica si en ese CT es ampliable el CBT y la potencia.
  - El coste de ampliar salida, añadir CBT y ampliar la potencia del CT.

A continuación, se muestra un fragmento de la tabla:

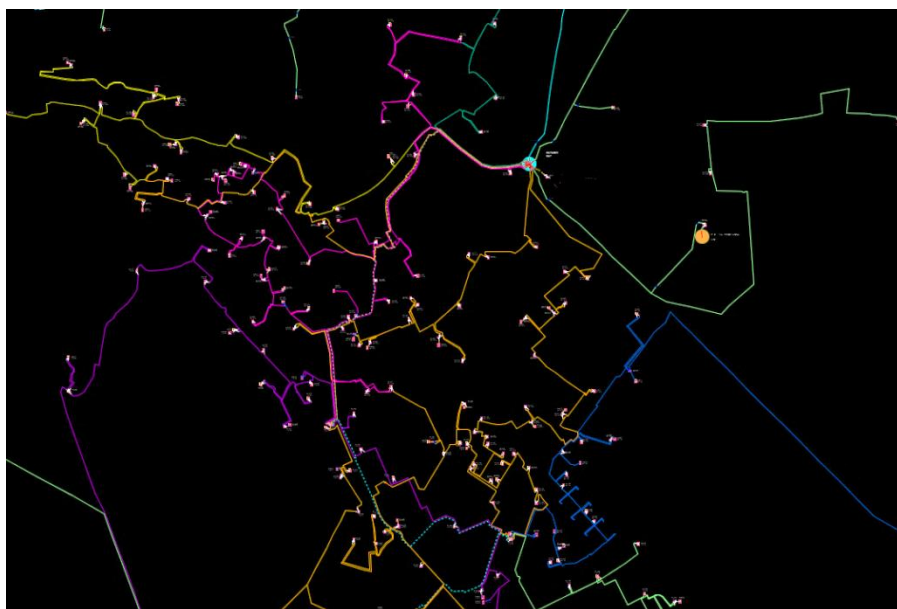
| Id<br>aparcamiento | Municipio | Provincia | Id poste<br>cercano | Distancia<br>aparcamiento-<br>poste [m] | Aparcam.<br>Candidato | CGP cercano | Dist.<br>Aparcamiento-<br>CGP [m] | Matrícula CT<br>asociado | Disponibilidad | Pot. disponible<br>[kW] | Modelo | Salidas libres | Salidas<br>necesarias | Estado<br>ampliación CBT | Coste salidas | Estado<br>potenciación | Coste<br>potenciación | Coste total |
|--------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------|--------|----------------|-----------------------|--------------------------|---------------|------------------------|-----------------------|-------------|
| AP6                | Gijón     | Asturias  | n7921341142         | 26,71                                   | No                    | A62363      | 44,81                             | N/A                      | N/A            | N/A                     | N/A    | N/A            | N/A                   | N/A                      | N/A           | N/A                    | N/A                   | N/A         |
| AP7                | Gijón     | Asturias  | n4572931759         | 25008                                   | Sí                    | A97151      | 39,1                              | AR0                      | Sí             | 147,86                  | 50     | 0              | 1                     | Sí                       | 9.500 €       | No                     | 0                     | 9.500 €     |
| AP8                | Gijón     | Asturias  | n4572931759         | 12567                                   | Sí                    | A81253      | 23,89                             | BZ8                      | Sí             | 40,9                    | 50     | 0              | 1                     | Sí                       | 9.500 €       | Sí                     | 29.000 €              | 38.500 €    |
| AP9                | Gijón     | Asturias  | n8453854227         | 3737,12                                 | Sí                    | A91865      | 73,7                              | FE6                      | Sí             | 378,17                  | 50     | 2              | 1                     | No                       | 7.150 €       | No                     | 0                     | 7.150 €     |
| AP10               | Gijón     | Asturias  | n7921341142         | 6643,79                                 | Sí                    | A90182      | 17,56                             | FI5                      | Sí             | 95,4                    | 50     | 0              | 1                     | Sí                       | 9.500 €       | No                     | 0                     | 9.500 €     |
| AP11               | Gijón     | Asturias  | w772903671          | 2660,65                                 | Sí                    | A19071      | 15,73                             | BN8                      | Sí             | 23,5                    | 50     | 0              | 1                     | Sí                       | 9.500 €       | Sí                     | 29.000 €              | 38.500 €    |
| AP12               | Gijón     | Asturias  | n8453854227         | 1065,4                                  | Sí                    | A27150      | 20,67                             | CH8                      | Sí             | 373,49                  | 50     | 0              | 1                     | Sí                       | 9.500 €       | No                     | 0                     | 9.500 €     |

*Tabla 10. Fragmento Resultados Escenario 3. Anexo I*

### 3.5. Análisis e instalación

Tras obtener los resultados de posibles CT candidatos donde se pueden instalar los cargadores de VE en los diferentes escenarios, hay que comprobar que la red esté preparada para soportar la carga que exigen, en el momento que se conecten los vehículos. Para poder comprobarlo, se va a llevar a cabo un estudio de flujos de carga en la red de Media Tensión y Baja Tensión de Gijón. Se propondrá la instalación de varios puntos de recarga públicos en diferentes localizaciones del municipio, de esta manera se podrá comprobar si la red presenta deficiencias y si es posible subsanarlas. Y lo mismo en el caso de las estaciones de servicio y aparcamientos.

El estudio se realizará en el distrito de El Llano. Es el más poblado y, por tanto, en el que más cargadores deberán instalarse. La subestación que principalmente alimenta este distrito es la de El Llano y presenta 12 líneas por las cuales se distribuye la electricidad en media tensión por la zona.



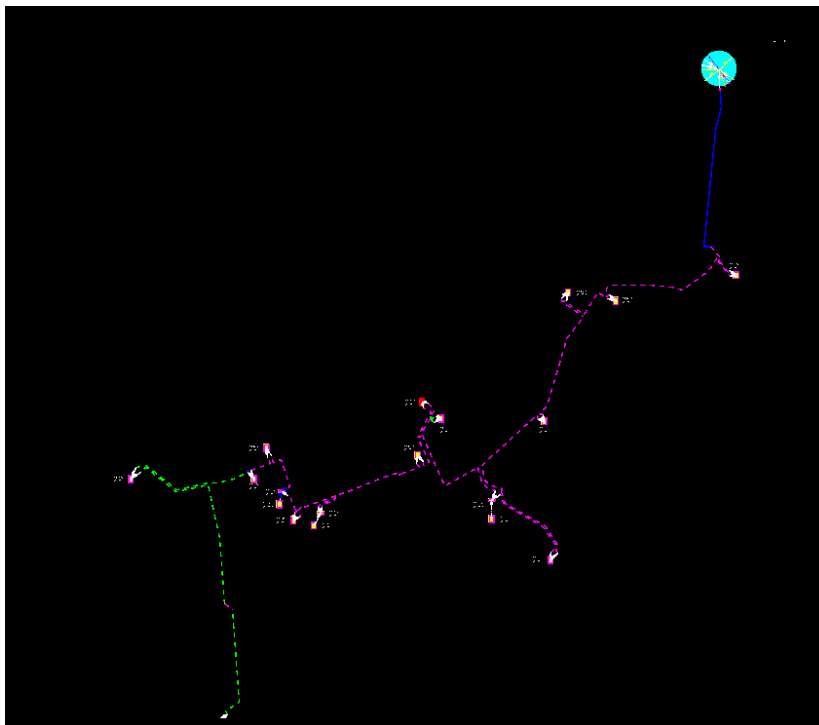
*Ilustración 14. Subestación El Llano.*

El análisis de flujo de cargas se va a realizar para la instalación de varios puntos de recarga públicos a lo largo de la línea LLA703. Se estudiará un flujo en media tensión de todos los cargadores que se van a instalar en ella, a través del software SEPLO, basado en los algoritmos del software comercial PSSE (herramienta de simulación y análisis de sistemas de potencia para operaciones y planificación de transmisión de energía) [33]. Y se estudiarán los flujos de cargas en baja tensión de esos mismos cargadores realizando los cálculos.

Se considerará que al haber 12 líneas que principalmente alimentan este distrito, los cargadores se repartirán solo entre ellas, correspondiéndoles a cada una entre 3 y 4

cargadores de VE públicos. El cargador que se plantea para la instalación será de carga rápida de 50kW de corriente continua excepto uno de ellos que será de carga ultra rápida de 150kW.

La línea LLA703 tiene una longitud de 3,123 km, presenta 18 CTs, 3182 suministros y está compuesta por tres tipos de conductores diferentes en cuanto a la sección que presentan. El tramo azul corresponde a un conductor aéreo AL-ACERO LA 56, el morado a un conductor subterráneo RHZ1-2OL 12/20 kV 1X150 kAL+H1 y el verde a un conductor subterráneo RHZ1-OL 12/20 kV 1X95 kAL+H16.



*Ilustración 15. Línea LLA703, secciones MT*

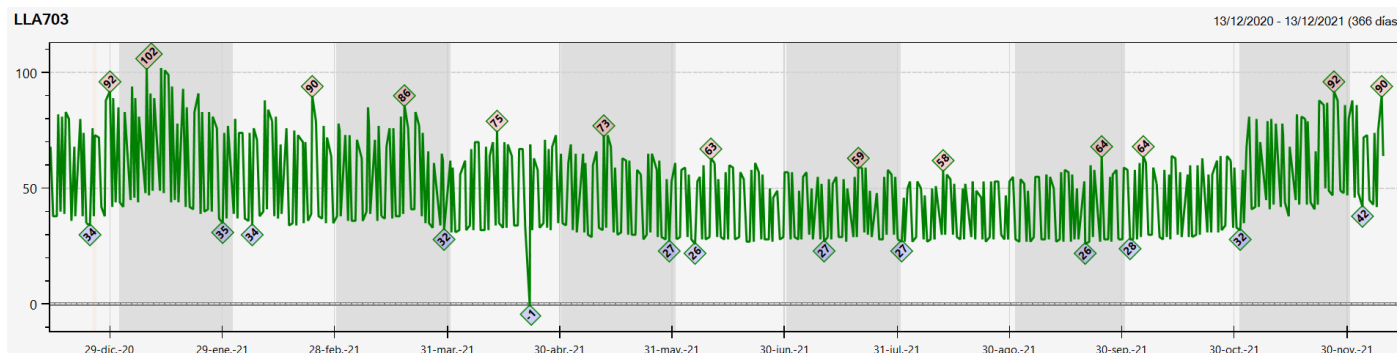
Su tensión de servicio son 15 kV y tiene una frecuencia nominal de 50 Hz. Presenta una potencia instalada de 10.340 kW.

En este caso se considerarán 4 puntos de recarga, pues la línea está situada en una zona del distrito bastante poblada como se observa en el número de suministros a los que da servicio.

Para el estudio del flujo de cargas de la red de media, se deberá añadir la carga que se va a consumir tras la instalación de los cargadores. Para la elección de los emplazamientos donde colocar los cargadores y por consiguiente los CT que resulten más cercanos y sean viables, se ha tenido en cuenta que sea una localización donde es posible estacionar un vehículo y el estacionamiento sea en paralelo, que la calle presente una acera ancha para no entorpecer la circulación de los peatones y que tenga la accesibilidad adecuada para personas con movilidad reducida. Las localizaciones serían las siguientes:







Gráfica 5. Intensidad (A) línea LLA703

A continuación, se realiza un flujo de cargas del momento más desfavorable y se comprueba, que la línea LLA703, se encuentra dentro de los márgenes admisibles de tensión y grado de carga. En el caso de consumos, en los que se aumenta la potencia de la línea, la instalación presentaría riesgo por sobrecarga si el grado de carga fuera mayor del 100% y riesgo por caída de tensión que no puede superar el  $\pm 7\%$ , en este caso el aumento de carga provoca subtensiones, las tensiones no pueden ser inferiores al 93% de la tensión nominal en ningún tramo de la línea. En este caso a línea se encuentra dentro de los márgenes permitidos y, por tanto, es factible conectar los cargadores.

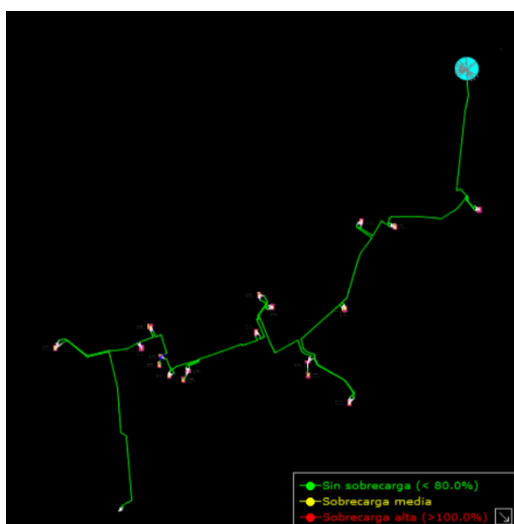


Ilustración 17. Carga línea LLA703 situación inicial

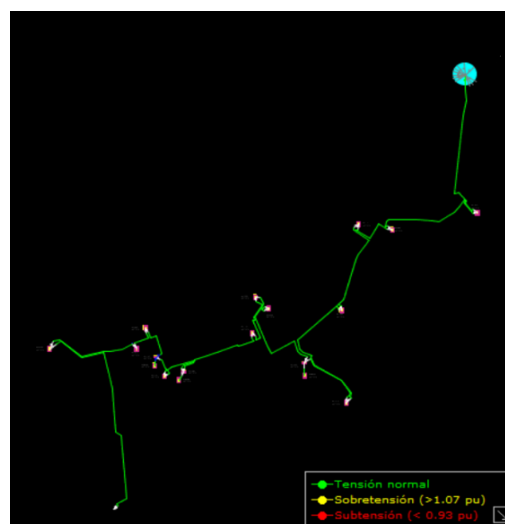
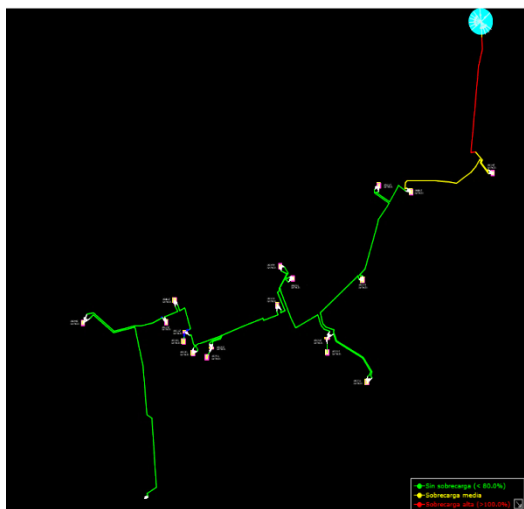


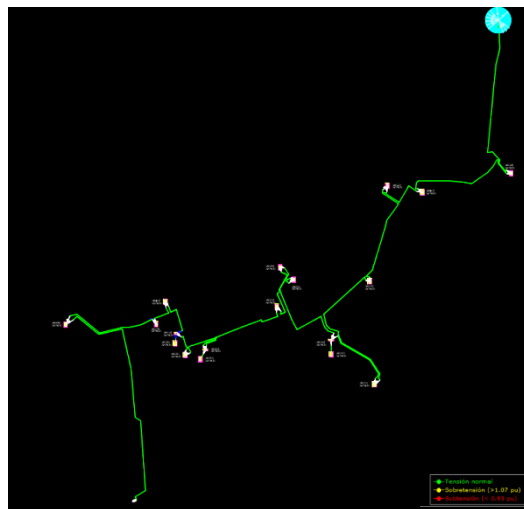
Ilustración 18. Tensión línea LLA703 situación inicial

Para comprobar que la línea es capaz de asumir la carga de los nuevos cargadores de VE, se debe añadir esa carga en los CTs en los que se conectarían, es decir, los que se les asigna siguiendo el diagrama del apartado anterior. Los CTs en este caso son los siguientes: FJ8, DV9, BV0 y FQ9. A la carga que presentan se le debe añadir los 50 kW o 150 kW de cada cargador y realizar el flujo de cargas para comprobar que la línea se

encuentra dentro de los márgenes de carga y tensión permitidos. En este caso el resultado es el siguiente:



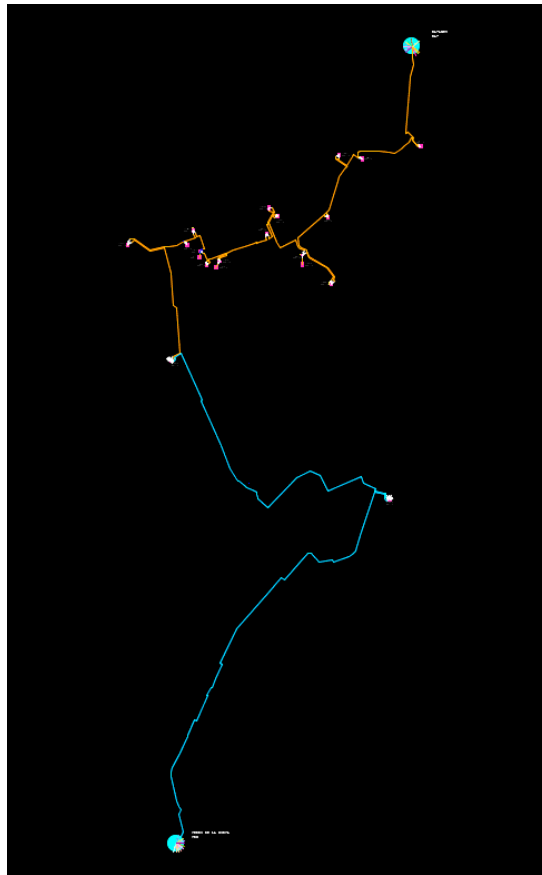
*Ilustración 19. Carga línea LLA703*



*Ilustración 20. Tensión línea LLA703*

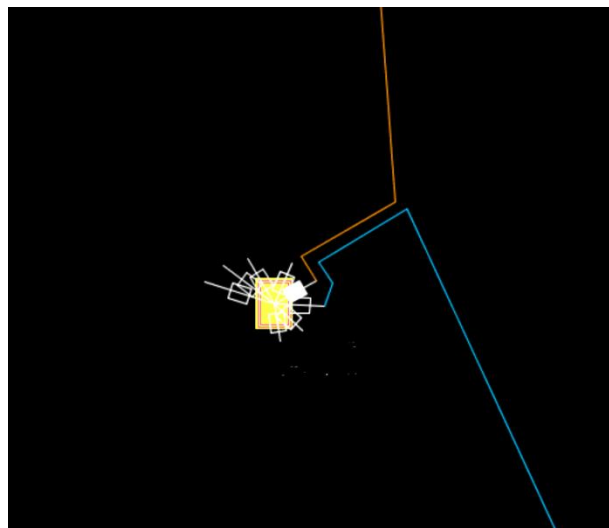
Como se representa en la primera imagen, en los primeros tramos de la línea hay sobrecarga. En el primer tramo, en rojo, se supera el 100%, por tanto, el conductor no es capaz asumir la carga añadida; y en el segundo tramo también hay cierta sobrecarga, amarillo, no se llega a superar el 100%, pero debido a que es próximo al límite puede suponer un riesgo. Por tanto, estos conductores deben ser substituidos por otros con mayor capacidad de potencia de transporte.

También hay que comprobar el caso de fallo de la línea, N-1, es decir, en el caso de que la línea LLA703 fallara si la línea que la apoya sería capaz de asumir la nueva carga instalada. La línea de apoyo en este caso es ROR705, el cual es un cable cero, es decir, es un conductor que no presenta carga habitualmente, ya que, funciona como apoyo en el caso de fallo o desconexión de alguna de las líneas a las que socorre.



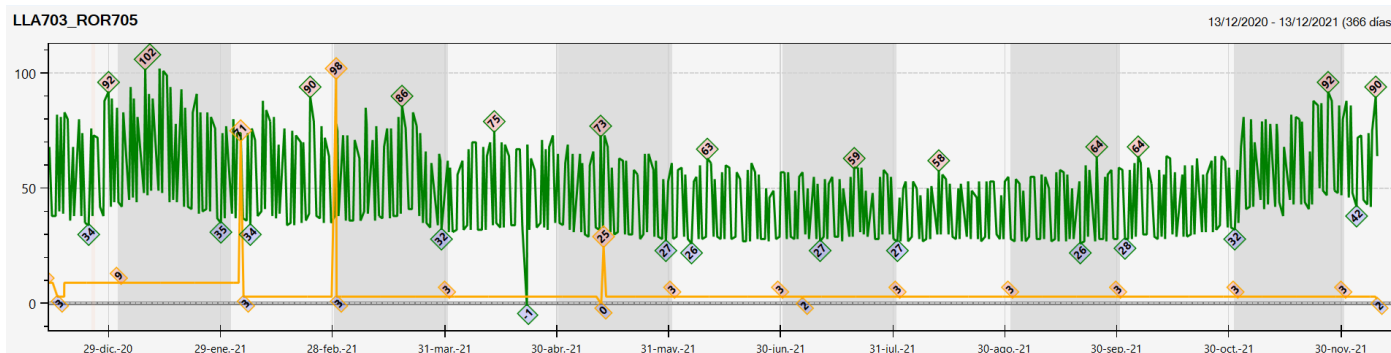
*Ilustración 21. Líneas LLA703 y ROR705*

El punto de apoyo a través del cual las líneas se conectan es un centro de reflexión, que es una instalación dotada de varias posiciones que se utiliza para alimentar en caso de averías, descargos, etc. a circuitos activos desde uno o más circuitos cero. El punto de apoyo se encuentra en estado normal, abierto y se cerrara para poder llevar a cabo las maniobras necesarias.

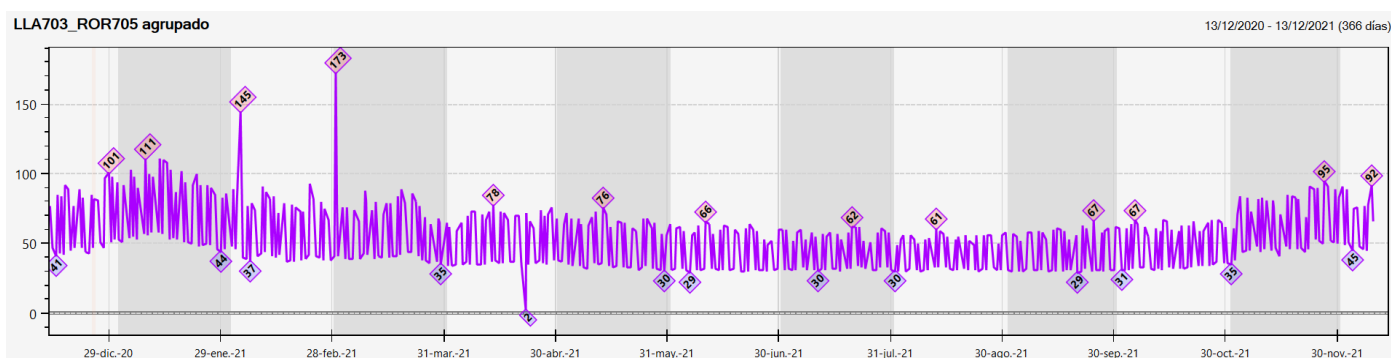


*Ilustración 22. Centro de reflexión*

En este caso también hay que comprobar la carga que presentan las líneas, para conocer el momento más desfavorable que es en el que se hace el flujo de cargas. En este caso se espera que la fecha sea la misma que en el estudio de situación normal, N, pues el cable cero en principio no lleva carga o la que lleva es muy baja.



Gráfica 6. Intensidad (A) línea LLA703 y línea ROR705



Gráfica 7. Intensidad (A) agrupada de línea LLA703 y ROR705

La fecha más desfavorable se mantiene, 12 de enero de 2021 a las 11:00, porque la localización del punto de mayor intensidad se hace despreciando los picos de intensidad del cable cero, ya que, estos se deben a apoyos realizados a otras líneas que en algún momento hayan necesitado ser asistidas y es una situación puntual y concreta. La intensidad máxima a considerar son 111 A.

En esta fecha de situación más desfavorable, se realiza el flujo de cargas. Hay que simular que la línea LLA703 no está activa y que se alimenta mediante el cable cero. Para ello, se abre el interruptor de cabecera de la subestación LLA y se cierra los interruptores del centro de reflexión que conectan las líneas. Al igual que en el caso anterior y en los mismos CTs, se añade la carga de los nuevos cargadores que se van a instalar. El resultado es el siguiente:

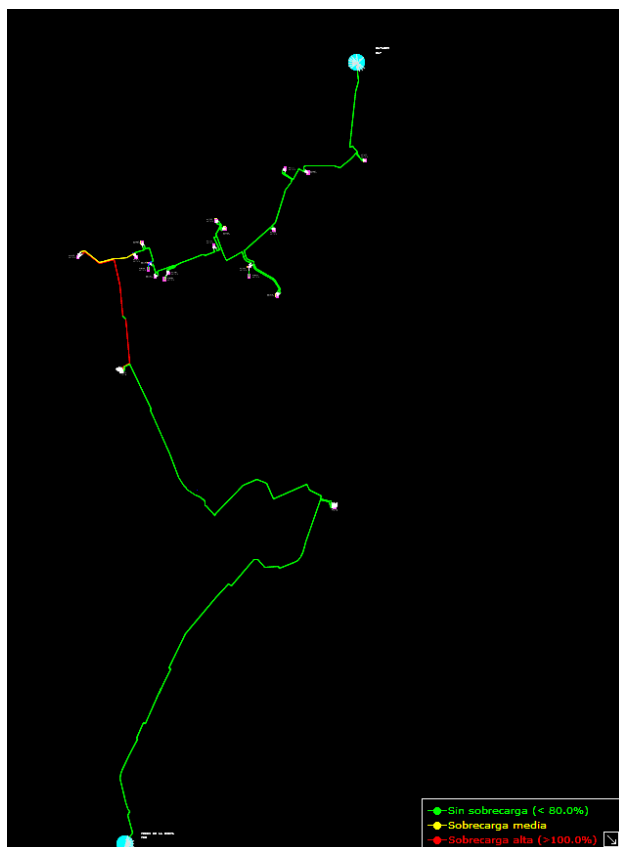


Ilustración 23. Carga línea LLA703 apoyada ROR705

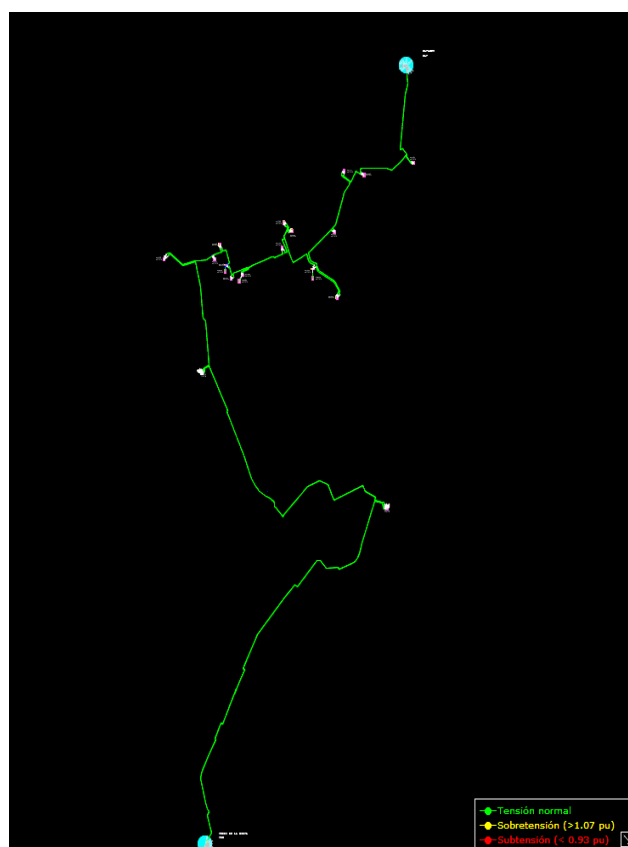


Ilustración 24. Tensión línea LLA703 apoyada ROR705

También en el análisis de N-1 la red falla por sobrecarga, en este caso, en los últimos tramos antes del centro de reflexión de la línea LLA703. Hay un tramo con una sobrecarga alta, mayor al 100% y una sobrecarga media mayor al 80%, la cual resulta admisible en este caso de N-1, pues el estado de desconexión o fallo de la red LLA703 no es una situación habitual, se daría bajo ciertas circunstancias durante un tiempo concreto de manera que el conductor es capaz de asumir la sobrecarga media. Será necesario un cambio de conductor en el último tramo por otro con mayor capacidad.

Por tanto, para que la línea LLA703 pueda albergar cuatro puntos de recarga públicos para VE, hay que llevar a cabo una repotenciación de los conductores que han presentado problemas de sobrecarga. Se llevarán a cabo las actuaciones necesarias para aumentar la capacidad y permitir la integración de los nuevos suministros. Estas consisten en la sustitución de los conductores por otros que presenten mayor capacidad de potencia de transporte.

En la situación normal, N, se deberán replazar:

- El conductor aéreo AL-ACERO LA 56 completo del tramo de cabecera de la subestación por AL-ACERO LA 110. Al ser un conductor aéreo hay que tener en cuenta los apoyos y si es necesario cambiarlos también. El tramo presenta cuatro apoyos y en este caso no será necesario cambiar ninguno.
- El conductor subterráneo RHZ1-2OL 12/20 kV 1X150 kAL+H1 en el tramo entre los dos primeros CTs por RHZ1-2OL 12/20 kV 1X240 kAL+H1. El cambio de este conductor resultará relativamente sencillo pues al estar entre dos CTs, solo requiere el cambio del conductor y conectarlo de nuevo a los CTs.

En la situación de fallo de la línea, N-1, se deberán replazar:

- El último tramo de la línea LLA703, entre el último CT y el centro de reflexión. Es un conductor subterráneo RHZ1-2OL 12/20 kV 1X95 kAL+H1, que se substituirá por RHZ1-2OL 12/20 kV 1X110 kAL+H1.

Con la repotenciación de estos conductores la red de media tensión será capaz de asumir la nueva carga.

A continuación, se va a llevar a cabo el estudio del flujo de cargas en baja tensión de dos de los cargadores que van a ir conectados a la línea LLA703 de media tensión.

En este caso se va a estudiar la conexión de un cargador de 150 kW que se instalará en la calle de Gaspar García Laviana. Se hará a través de una salida nueva de baja tensión conectada al CT FJ8. Y un cargador de 50 kW que se instalará en la calle Valencia a través de una salida ya existente del CT DV9, mediante derivación. En general, se ha considerado que para los cargadores es necesario siempre contar con una salida libre para ellos, pero también es posible conectarlo mediante derivación a una salida ya existente para el caso de los cargadores de 50 kW. Como en este caso el CT no dispone de salida libre ni de posibilidad de ampliación de CBT, se realizará la conexión en derivación.

Los cálculos se llevarán a cabo según la normativa recogida en el REBT. [34]

La red de baja tensión es de 400 V y en función de las cualidades eléctricas de los conductores disponibles para circuitos subterráneos en baja tensión, su longitud, el factor de potencia  $\cos\phi = 0,9$  y la potencia a instalar se puede calcular la caída de tensión del circuito, que debe ser inferior a 5%.

$$\Delta U\% = P * \frac{L}{10 * U^2} * (R + X * tg\varphi)$$

*Ecuación 1. Caída de tensión %*

Donde:

P= Potencia transportada kW.

L= Longitud de la línea km.

U= Tensión compuesta de la red (0,4kV).

R= Resistencia del conductor  $\Omega/\text{km}$  (máx. A 90°C).

X= Reactancia inductiva  $\Omega/\text{km}$ .

Los conductores disponibles para el caso de circuitos subterráneos son los siguientes:

| Conductores | $\cos\varphi=0,9$ | I. máx | R     | X     |
|-------------|-------------------|--------|-------|-------|
| XZ1 240     | 0,142             | 344    | 0,160 | 0,094 |
| XZ1 150     | 0,216             | 253    | 0,264 | 0,098 |
| XZ1 95      | 0,317             | 200    | 0,410 | 0,100 |
| XZ1 50      | 0,604             | 138    | 0,821 | 0,107 |

*Tabla 11. Conductores disponibles.*

La intensidad máxima admisible de los conductores se calculará y justificará en función de la norma UNE 21144 *Cables eléctricos* [36]. El tipo de aislamiento para el que se han calculado las temperaturas máximas admisibles es en seco en polietileno reticulado XLPE, siendo en servicio permanente 90°C y en cortocircuito ( $t < 5\text{s}$ ) 250°C. La resistividad térmica media del terreno utilizada es 1  $\text{k}\cdot\text{m}/\text{W}$ . Los conductores seleccionados serán XZ1 Al 06/1kV del fabricante Telecnor [37] y presentan las siguientes características dimensionales.

R.E.M. = Resistencia Eléctrica Máxima

| CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES            |                               |                                |                          |                       | CAPACIDAD DE TRANSPORTE |                     | CAÍDA DE TENSIÓN<br>V/A-Km |                   |                 |
|------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|
| SECCIÓN<br>NOMINAL<br>(mm <sup>2</sup> ) | ESPESOR<br>AISLAMIENTO<br>mm. | DIÁMETRO<br>EXTERIOR<br>(Ø mm) | PESO<br>CABLE<br>(Kg/km) | RADIO DE<br>CURVATURA | AL AIRE<br>LIBRE A 40°C | ENTERRADO<br>A 25°C | $\cos\varphi=0,8$          | $\cos\varphi=0,9$ | $\cos\varphi=1$ |
| 1x16                                     | 0,8                           | 9,0                            | 87,0                     | 40                    | 67                      | 97                  | 3,49                       | 3,89              | 4,24            |
| 1x25                                     | 1                             | 10,6                           | 135,0                    | 45                    | 93                      | 125                 | 2,23                       | 2,47              | 2,66            |
| 1x35                                     | 1                             | 11,65                          | 163,0                    | 50                    | 115                     | 150                 | 1,63                       | 1,80              | 1,93            |
| 1x50                                     | 1,1                           | 12,55                          | 202                      | 60                    | 140                     | 180                 | 1,23                       | 1,35              | 1,42            |
| 1x70                                     | 1,1                           | 14,3                           | 273                      | 75                    | 180                     | 220                 | 0,87                       | 0,95              | 0,98            |
| 1x95                                     | 1,1                           | 16,2                           | 368                      | 85                    | 220                     | 260                 | 0,65                       | 0,70              | 0,71            |
| 1x120                                    | 1,2                           | 18,3                           | 462                      | 75                    | 260                     | 295                 | 0,53                       | 0,57              | 0,56            |
| 1x150                                    | 1,4                           | 19,5                           | 544                      | 105                   | 300                     | 330                 | 0,45                       | 0,47              | 0,46            |
| 1x185                                    | 1,6                           | 21,6                           | 665                      | 120                   | 350                     | 375                 | 0,36                       | 0,37              | 0,35            |
| 1x240                                    | 1,7                           | 24,7                           | 863                      | 130                   | 420                     | 430                 | 0,31                       | 0,31              | 0,28            |
| 1x300                                    | 1,8                           | 26,9                           | 1.036                    | 140                   | 480                     | 485                 | 0,26                       | 0,26              | 0,23            |

*Tabla 12. Características dimensionales conductores XZ1 06/1kV de Telecnor [37]*

En este caso todos los conductores irán bajo tubo con factor de corrección de 0,8 y en el caso de los conductores de sección 150, 95 y 50 mm<sup>2</sup> se aplicará también un factor de temperatura del terreno de 30°C, ya que, pueden ir varias líneas por a misma zanja lo que provoca un aumento de la temperatura. En el caso del conductor de 240 mm<sup>2</sup> este coeficiente no se aplica pues suele ir una sola línea de ese conductor y no se produce el incremento de temperaturas.

Siendo conocidos los valores de R, X y U se puede obtener el % de la caída de tensión sustituyendo directamente en la siguiente tabla:

| Sección (mm <sup>2</sup> ) | Caída de tensión $\Delta U$ %<br>$\cos\phi = 0,9$ |
|----------------------------|---------------------------------------------------|
| 50                         | $0,542 \cdot P \cdot L$                           |
| 95                         | $0,281 \cdot P \cdot L$                           |
| 150                        | $0,190 \cdot P \cdot L$                           |
| 240                        | $0,124 \cdot P \cdot L$                           |

*Tabla 13. Caída de tensión en %*

El primer caso es del cargador de 150kW que se va a instalar en calle Gaspar García Laviana. Se conecta al CT a través de una nueva salida en baja tensión ya que requiere bastante potencia y, además, al ser un cargador ultra rápido se considera que puede originar perturbaciones en la red.

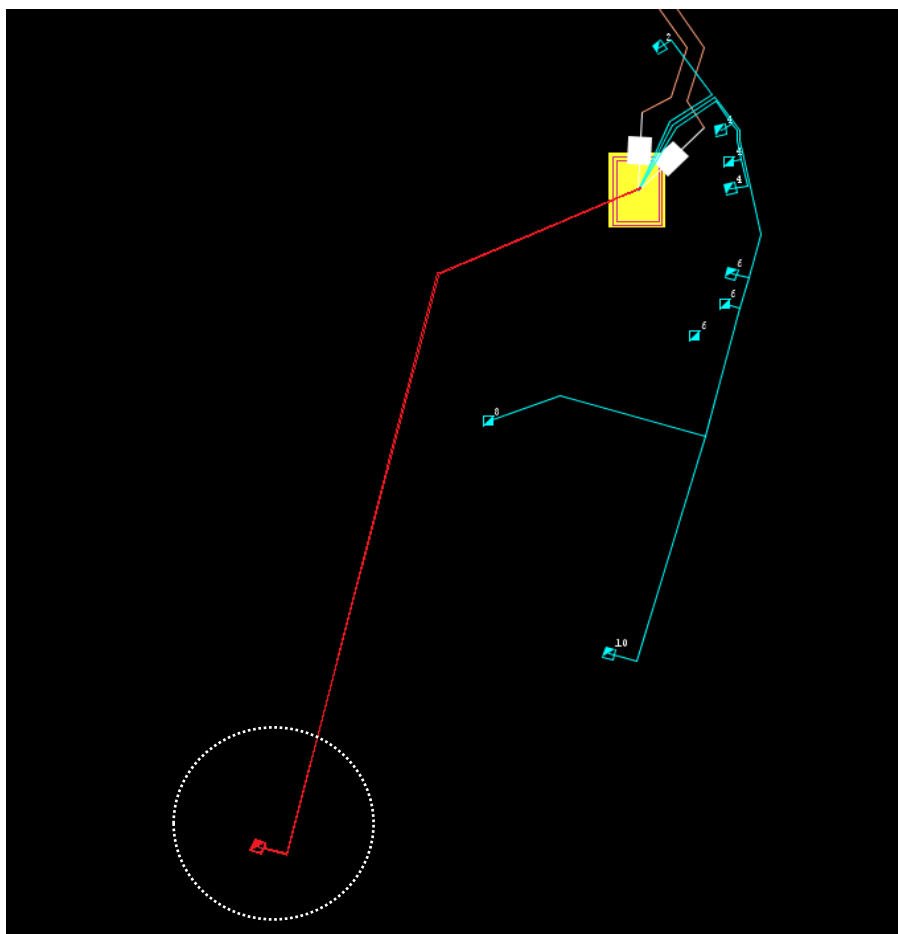
En la siguiente tabla se recoge la información de la nueva salida y se hace el cálculo de la caída de tensión.

| Cargador Calle Gaspar García Laviana |             |           |            |                |                 |           |       |         |              |       |           |
|--------------------------------------|-------------|-----------|------------|----------------|-----------------|-----------|-------|---------|--------------|-------|-----------|
| Tramo                                | Nº clientes | Pot. (kW) | Long. (km) | Otra Pot. (kW) | Pot. Total (kW) | Conductor |       | U %     | $\Sigma U$ % | I (A) | I Max (A) |
| FJ8-cargador                         | 1           | 0         | 0,2        | 150            | 150             | XZ1 240   | 0,128 | 3,93    | 3,93         | 241   | 344       |
| cos fi                               | 0,9         |           |            |                |                 |           |       | Tot. U% | 3,93         |       |           |

*Tabla 14. Cálculo caída de tensión cargador 1*

El conductor seleccionado es XZ1 240 pues con un conductor inferior no se cumple que la caída de tensión sea inferior al 5%.





*Ilustración 25. Red de baja tensión cargador 150kW.*

En el segundo caso el cargador se conecta en derivación a la red de baja tensión, el conductor nuevo sale de la primera CGP aguas arriba del cargador y llega hasta la CGP del cargador a instalar.

En la siguiente tabla se recoge la información de la nueva salida y se hace el cálculo de la caída de tensión.

| Calle Valencia |             |           |            |                |                 |           |       |         |       |       |           |
|----------------|-------------|-----------|------------|----------------|-----------------|-----------|-------|---------|-------|-------|-----------|
| Tramo          | Nº clientes | Pot. (kW) | Long. (km) | Otra Pot. (kW) | Pot. Total (kW) | Conductor |       | U %     | Σ U % | I (A) | I Max (A) |
| DV9-23         | -           | 166,85    | 0,07       | 0              | 166,85          | XZ1 240   | 0,128 | 1,53    | 1,53  | 268   | 344       |
| 23-21          | -           | 113,35    | 0,048      | 0              | 113,35          | XZ1 240   | 0,128 | 0,71    | 2,24  | 182   | 344       |
| 21-cargador    | 1           | 0         | 0,035      | 50             | 50              | XZ1 150   | 0,195 | 0,35    | 2,59  | 80    | 253       |
| cos fi         | 0,9         |           | 0,153      | km             |                 |           |       | Tot. U% | 2,59  |       |           |

*Tabla 15. Cálculo caída de tensión cargador 2*

The floor plan shows a complex layout of rooms and corridors. A yellow rectangle highlights a specific area, and a white arrow points to it. A dashed circle highlights another area, and a red arrow points to it. The plan includes numerous numbered points (1-23) and a legend in the top right corner.

En ambos casos la caída de tensión es menor del 5%, por tanto, los conductores seleccionados son adecuados.

## 4. Presupuestos

Para la implantación de nuevas infraestructuras de carga será necesario hacer una adaptación de la red actual. Esta adaptación supondrá un coste para las compañías eléctricas y para los solicitantes y propietarios de los nuevos cargadores. El coste dependerá de las modificaciones que sean necesarias en la red a nivel de conductores y de la adaptación de los centros de transformación por la repotenciación o incorporación de nuevas salidas de baja tensión.

|                                     | Tareas:                    | Coste/km:          |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| <b>Ampliación CBT + Salida BT</b>   |                            |                    |
|                                     | Cuadro BT AC-5-1600 A      | 1900,82 €          |
|                                     | Obra Civil                 |                    |
|                                     | Zanja                      |                    |
|                                     | Reposición de acera        |                    |
|                                     |                            | 4860,00 €          |
|                                     | Obra Eléctrica             |                    |
|                                     | Línea BT                   |                    |
|                                     | Terminal recto aleación AL |                    |
|                                     |                            | 1.700,00 €         |
|                                     | Grupo Electrónico 400kVA   | 949,18 €           |
|                                     | <b>Total</b>               | <b>9.500,00 €</b>  |
| <b>Salida BT</b>                    |                            |                    |
|                                     | Obra Civil                 |                    |
|                                     | Zanja                      |                    |
|                                     | Reposición de acera        |                    |
|                                     |                            | 4860,00 €          |
|                                     | Obra Eléctrica             |                    |
|                                     | Línea (3F+N) BT            |                    |
|                                     | Terminal recto aleación AL |                    |
|                                     |                            | 1.700,00 €         |
|                                     | <b>Total</b>               | <b>6.650,00€</b>   |
| <b>Repotenciación CT Intemperie</b> |                            |                    |
|                                     | Obra Civil                 | 500,00 €           |
|                                     | Obra Eléctrica             | 4.500,00 €         |
|                                     | CT                         | 10.050,82 €        |
|                                     | Grupo Electrónico 400kVA   | 949,18 €           |
|                                     | <b>Total</b>               | <b>16.000,00 €</b> |

|                                      | <b>Tareas:</b>           | <b>Coste:</b>      |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| <b>Repotenciación CT Superficie</b>  |                          |                    |
|                                      | Obra civil:              |                    |
|                                      | Edificio                 | 400,00 €           |
|                                      | Caseta                   | 2400,00 €          |
|                                      | Obra eléctrica           | 500,00 €           |
|                                      | CT                       | 25.150,82 €        |
|                                      | Grupo Electrónico 400kVA | 949,18 €           |
|                                      | <b>Total Edificio</b>    | <b>27.000,00 €</b> |
|                                      | <b>Total Caseta</b>      | <b>29.000,00 €</b> |
| <b>Repotenciación CT Subterráneo</b> |                          |                    |
|                                      | Obra Civil               | 2.400,00 €         |
|                                      | Obra Eléctrica           | 1.500,00 €         |
|                                      | CT                       | 25.150,82 €        |
|                                      | Grupo Electrónico        | 949,18 €           |
|                                      | <b>Total</b>             | <b>30.000,00 €</b> |

*Tabla 16. Presupuestos detallados*

La obra civil consiste en todos los trabajos que haya que realizar relacionados con la apertura de zanjas para el cableo de conductores, adaptación de edificios, construcción de casetas, rotura y cambio de suelos etc.

La obra eléctrica incluye las nuevas líneas a instalar en baja y media tensión, los terminales, el desmontaje y nueva conexión de los CT y CBT y en el caso de las líneas aéreas, de los CTs de intemperie, la instalación de nuevos apoyos.

El grupo electrónico que incluye el alquiler y puesta en marcha del mismo, para mantener el suministro a los consumidores que se encuentran conectados en las líneas afectadas, en las que se van a realizar las obras.

| Tipo                       | Modelos constructivos                     | Posibilidad ampliación CBT | Salidas máx. ampliación CBT | Posibilidad repotenc. CT | Coste salida BT | Coste salida BT+ ampliación CBT | Coste repotenciación CT |
|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| <b>SUPERFICIE caseta</b>   | Centro Pref. Horm. Uniblock 2L+1p Ru 1303 | No                         | 4                           | Sí                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 29.000,00 €             |
| <b>SUPERFICIE edificio</b> | Centro Transf. 2L+1p ME                   | No                         | 0                           | No                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 27.000,00 €             |
| <b>SUPERFICIE edificio</b> | Convencional                              | Sí                         | 8                           | Sí                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 27.000,00 €             |
| <b>INTEMPERIE</b>          | TRAFO 160/17,5/15 kV B2 Intemperie        | No                         | 2                           | Sí                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 16.000,00 €             |
| <b>INTEMPERIE</b>          | Trafo 100/17,5/15 B2 Intemperie           | No                         | 2                           | Sí                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 16.000,00 €             |
| <b>INTEMPERIE</b>          | Trafo 50/17,5/15 B2 Intemperie            | No                         | 2                           | Sí                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 16.000,00 €             |
| <b>INTEMPERIE</b>          | Trafo 25 kVA 20-15 kV B2 Aceite           | No                         | 2                           | Sí                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 16.000,00 €             |
| <b>SUBTERRÁNEO caseta</b>  | CT Sub.Pref. 2L+1p TG 400kVA/15kV VV ME   | Sí                         | 4                           | Sí                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 30.000,00 €             |
| <b>SUPERFICIE caseta</b>   | CT Comp. 2L+1p TG 400kVA/15kV C/Env.ME    | No                         | 4                           | No                       | 7.150,00 €      | 9.500,00 €                      | 29.000,00 €             |

*Tabla 17.Presupuesto modelo CT*

## 5. Observaciones y futuras mejoras

La aplicación del modelo planteado puede ser posible extenderlo para toda España, siempre y cuando se disponga de la información necesaria relacionada con la red eléctrica de cada región y los CTs, por lo que depende de las compañías distribuidoras que operen en cada zona de España.

Por otro lado, de cara a posibles mejoras y futuro crecimiento de la red de infraestructuras de recarga, será necesario llevar a cabo un registro de los puntos de recarga que se vayan instalando y su disponibilidad. Actualmente, la información existente no es del todo precisa, no hay una fuente que de la información de manera oficial y actualizada. Con un mejor y oficial registro se podrán obtener unos resultados más rigurosos y dar mejor servicio a los usuarios de los cargadores, permitiendo el desarrollo de una red de recarga de manera más eficiente.

En cuanto a la adaptación de la red debida al aumento de carga que supone la instalación de los nuevos cargadores y su puesta en marcha, sería interesante plantear soluciones que no impliquen la repotenciación de los conductores que no son capaces de soportar el aumento de potencia. Ya que, suponen un coste elevado, implica la realización de obras, en muchas ocasiones en medio de ciudades, que dificultan la circulación o cortan calles y debido a que la tecnología en torno a los cargadores continúa desarrollándose, existe el riesgo de volver a tener que repotenciar tramos debido a nuevos cargadores más eficientes y con mayor capacidad de carga. Por ello, se podría plantear la posibilidad de dotar a la red de capacidad para la gestión de la distribución de la carga en tiempo real, lo que requeriría menos refuerzos e incluso se podrían utilizar baterías (de momento suponen un coste demasiado elevado). Actualmente no es del todo posible pues es necesario que la red cuente con cierta tecnología de comunicaciones, que no está disponible en todos los puntos, pero el desarrollo de nuevas soluciones puede quedar abierto para futuros estudios.







# Anexos

---



# ANEXO I: TABLAS



## Índice Tablas de Resultados

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| Centros de transformación.....                  | 97  |
| CTs disponibles puntos de recarga públicos..... | 99  |
| Estaciones de servicio.....                     | 101 |
| Aparcamientos.....                              | 103 |



A continuación, se presentan las tablas de resultados de los diagramas de flujo y de los centros de transformación.

Las tablas correspondientes a los Centros de Transformación solo representan un fragmento son un fragmento de los mismos ya que, el total es muy extenso para la tabla y CTs Disponibles Puntos De Recarga Públicos tampoco están completos, aparecen representados solo los correspondientes al distrito 1.





## Centros de transformación

| Matrícula | Potencia instalada | Tipo CT    | Potencia media [kW] | Potencia comprometida [kW] | Potencia disponible [kW] | Propiedad | Salidas disponibles | Modelo | Salidas necesarias | Fecha | Modelo constructivo                  | Ampliable CBT | Ampliable potencia | Distrito |
|-----------|--------------------|------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|-----------|---------------------|--------|--------------------|-------|--------------------------------------|---------------|--------------------|----------|
| AA0       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 50/17,5/15 kv B2 intemperie    | N/A           | N/A                | 16       |
| AA1       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 50/17,5/15 kv B2 intemperie    | N/A           | N/A                | 1        |
| AA3       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 50/17,5/15 kv B2 intemperie    | N/A           | N/A                | 3        |
| AA4       | 100                | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 95,00                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 100/17,5/15 kv B2 intemperie   | N/A           | N/A                | 1        |
| AA5       | 50                 | CASETA     | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | CT COMP.2L1P TG 400kVA/15kv C/ENV.ME | N/A           | N/A                | 1        |
| AD5       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 100/17,5/15 kv B2 intemperie   | N/A           | N/A                | 1        |
| AD6       | 100                | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 95,00                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 100/17,5/15 kv B2 intemperie   | N/A           | N/A                | 3        |
| AD7       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 50/17,5/15 kv B2 intemperie    | N/A           | N/A                | 17       |
| AD8       | 100                | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 95,00                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 100/17,5/15 kv B2 intemperie   | N/A           | N/A                | 1        |
| AD9       | 250                | CASETA     | 0,00                | 0                          | 237,50                   | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1994  | CT COMP.2L1P TG 250kVA/15kv C/ENV.ME | N/A           | N/A                | 2        |
| AE0       | 100                | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 95,00                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 100/17,5/15 kv B2 intemperie   | N/A           | N/A                | 3        |
| AE1       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 50/17,5/15 kv B2 intemperie    | N/A           | N/A                | 1        |
| AE2       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 50/17,5/15 kv B2 intemperie    | N/A           | N/A                | 9        |
| AE3       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 500/17,5/15 kv B2 intemperie   | N/A           | N/A                | 1        |
| AE4       | 100                | CASETA     | 0,00                | 0                          | 95,00                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | CT COMP.2L1P TG 100kVA/15kv C/ENV.ME | N/A           | N/A                | 1        |
| AE5       | 50                 | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 47,50                    | PA        | N/A                 | N/A    | N/A                | 1996  | Trafo 50/17,5/15 kv B2 intemperie    | N/A           | N/A                | 2        |
| AN4       | 250                | CASETA     | 9,98                | 0                          | 227,52                   | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1996  | CT COMP.2L1P TG 250kVA/15kv C/ENV.ME | No            | No                 | 1        |
| AO2       | 50                 | INTEMPERIE | 5,29                | 0                          | 42,21                    | COMP      | 1                   | 0      | 1                  | 1995  | Trafo 50/17,5/15 kv b2 intemperie    | No            | Sí                 | 3        |
| BP0       | 160                | INTEMPERIE | 62,69               | 0                          | 89,31                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1992  | Trafo 160/17,5/15 kv b2 intemperie   | No            | Sí                 | 11       |
| BP4       | 160                | INTEMPERIE | 63,09               | 0                          | 89,31                    | COMP      | 1                   | 150    | 1                  | 1993  | Trafo 160/17,5/15 kv b2 intemperie   | No            | Sí                 | 6        |
| BP4       | 160                | INTEMPERIE | 63,09               | 0                          | 89,31                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1993  | Trafo 160/17,5/15 kv b2 intemperie   | No            | Sí                 | 6        |
| DL7       | 400                | EDIFICIO   | 0,00                | 0                          | 380,00                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2001  | Convencional                         | No            | Sí                 | 8        |
| DL9       | 160                | INTEMPERIE | 49,86               | 0                          | 110,14                   | COMP      | 0                   | 150    | 1                  | 2001  | Trafo 160/17,5/15 kv b2 intemperie   | No            | No                 | 2        |
| DL9       | 160                | INTEMPERIE | 49,86               | 0                          | 110,14                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2001  | Trafo 160/17,5/15 kv b2 intemperie   | No            | No                 | 2        |
| DT1       | 400                | CASETA     | 7,26                | 0                          | 372,74                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2004  | CT COMP.2L1P TG 400kVA/15kv C/ENV.ME | No            | Sí                 | 13       |

| Centros de transformación |                    |             |                     |                            |                          |           |                     |        |                    |       |                                       |               |                    |          |
|---------------------------|--------------------|-------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|-----------|---------------------|--------|--------------------|-------|---------------------------------------|---------------|--------------------|----------|
| Matrícula                 | Potencia instalada | Tipo CT     | Potencia media [kW] | Potencia comprometida [kW] | Potencia disponible [kW] | Propiedad | Salidas disponibles | Modelo | Salidas necesarias | Fecha | Modelo constructivo                   | Ampliable CBT | Ampliable potencia | Distrito |
| DT1                       | 400                | CASETA      | 7,26                | 0                          | 372,74                   | COMP      | 0                   | 150    | 1                  | 2004  | CT COMP.2L1P TG 400kVA/15kV C/ENV.ME  | No            | Sí                 | 13       |
| DT3                       | 400                | CASETA      | 0,00                | 0                          | 380,00                   | COMP      | 0                   | 150    | 1                  | 2004  | CT COMP.2L1P TG 400kVA/15kV C/ENV.ME  | No            | Sí                 | 22       |
| DT3                       | 400                | CASETA      | 0,00                | 0                          | 380,00                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2004  | CT COMP.2L1P TG 400kVA/15kV C/ENV.ME  | No            | Sí                 | 22       |
| DT5                       | 100                | INTEMPERIE  | 0,00                | 0                          | 95,00                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2004  | Trafo 100/17,5/15 kv b2 intemperie    | No            | Sí                 | 5        |
| DT5                       | 100                | INTEMPERIE  | 0,00                | 0                          | 95,00                    | COMP      | 1                   | 150    | 1                  | 2004  | Trafo 100/17,5/15 kv b2 intemperie    | No            | Sí                 | 5        |
| DT7                       | 100                | INTEMPERIE  | 0,00                | 0                          | 95,00                    | COMP      | 1                   | 150    | 1                  | 2004  | Trafo 100/17,5/15 kv b2 intemperie    | No            | Sí                 | 8        |
| DT7                       | 100                | INTEMPERIE  | 0,00                | 0                          | 95,00                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2004  | Trafo 100/17,5/15 kv b2 intemperie    | No            | Sí                 | 8        |
| DT9                       | 400                | CASETA      | 0,00                | 0                          | 380,00                   | COMP      | 1                   | 150    | 1                  | 2004  | CT COMP.2L1P TG 400kVA/15kV C/ENV.ME  | No            | No                 | 8        |
| DT9                       | 400                | CASETA      | 0,00                | 0                          | 380,00                   | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2004  | CT COMP.2L1P TG 400kVA/15kV C/ENV.ME  | No            | No                 | 8        |
| DU1                       | 50                 | INTEMPERIE  | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 0                   | 150    | 1                  | 2004  | Trafo 50/17,5/15 kv b2 intemperie     | No            | Sí                 | 24       |
| DU1                       | 50                 | INTEMPERIE  | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2004  | Trafo 50/17,5/15 kv b2 intemperie     | No            | Sí                 | 24       |
| DW7                       | 50                 | INTEMPERIE  | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 0                   | 150    | 1                  | 2004  | Trafo 50/17,5/15 kv b2 intemperie     | No            | No                 | 24       |
| DW7                       | 50                 | INTEMPERIE  | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2004  | Trafo 50/17,5/15 kv b2 intemperie     | No            | No                 | 24       |
| DW9                       | 630                | CASETA      | 0,00                | 0                          | 598,50                   | COMP      | 0                   | 150    | 1                  | 2004  | CENTRO TRANSF.2L+1P ME                | No            | No                 | 17       |
| DW9                       | 630                | CASETA      | 0,00                | 0                          | 598,50                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2004  | CENTRO TRANSF.2L+1P ME                | No            | No                 | 17       |
| FD2                       | 400                | SUBTERRANEO | 20,00               | 0                          | 360,00                   | COMP      | 2                   | 0      | 1                  | 2011  | CT SUB.PREF.2L1P TG 400kVA/15kV VV ME | Sí            | Sí                 | 3        |
| FD3                       | 400                | SUBTERRANEO | 0                   | 0                          | 380,00                   | COMP      | 3                   | 0      | 1                  | 2011  | CT SUB.PREF.2L1P TG 400kVA/15kV VV ME | Sí            | Sí                 | 1        |
| FD6                       | 100                | CASETA      | 13,15               | 0                          | 81,85                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1990  | Convencional                          | Sí            | Sí                 | 2        |
| FD7                       | 50                 | CASETA      | 0                   | 0                          | 47,5                     | COMP      | 0                   | 0      | 1                  | 1990  | Convencional                          | Sí            | Sí                 | 15       |
| FD8                       | 100                | CASETA      | 12,67               | 0                          | 82,33                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1970  | Convencional                          | Sí            | Sí                 | 3        |
| FF6                       | 250                | CASETA      | 48,34               | 0                          | 189,16                   | COMP      | 1                   | 150    | 1                  | 1990  | Convencional                          | Sí            | Sí                 | 4        |
| FF6                       | 250                | CASETA      | 48,34               | 0                          | 189,16                   | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1990  | Convencional                          | Sí            | Sí                 | 4        |
| FF7                       | 50                 | CASETA      | 3,51                | 0                          | 43,99                    | COMP      | 1                   | 0      | 1                  | 1990  | Convencional                          | Sí            | Sí                 | 8        |

Tabla 18. CTs disponibles

### CTs disponibles puntos de recarga públicos

| Matrícula | Potencia instalada [kW] | Tipo CT    | Potencia media [kW] | Potencia comprometida [kW] | Potencia disponible [kW] | Propiedad | Salidas disponibles | Modelo | Salidas necesarias | Fecha | Ampliable CBT | Ampliable potencia | Distrito | Coste salida | Coste potenciación | Coste total |
|-----------|-------------------------|------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|-----------|---------------------|--------|--------------------|-------|---------------|--------------------|----------|--------------|--------------------|-------------|
| AN0       | 0                       | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 0,00                     | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1996  | No            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 16.000,00 €        | 23.150,00 € |
| AN4       | 160                     | CASETA     | 9,98                | 0                          | 142,02                   | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1996  | No            | No                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| BK2       | 160                     | EDIFICIO   | 20,39               | 0                          | 131,61                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1975  | No            | Sí                 | 1        | 0,00 €       | 0,00 €             | 0,00 €      |
| BM2       | 250                     | INTEMPERIE | 15,19               | 0                          | 222,31                   | COMP      | 2                   | 50     | 1                  | 1990  | No            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| BQ2       | 400                     | CASETA     | 2,02                | 0                          | 377,98                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1994  | No            | No                 | 1        | 0,00 €       | 0,00 €             | 0,00 €      |
| BS2       | 50                      | INTEMPERIE | 0,14                | 0                          | 47,36                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1995  | No            | Sí                 | 1        | 0,00 €       | 16.000,00 €        | 16.000,00 € |
| BV0       | 50                      | INTEMPERIE | 2,43                | 0                          | 45,07                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1999  | No            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 16.000,00 €        | 23.150,00 € |
| BW6       | 50                      | CASETA     | 0,72                | 0                          | 46,78                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1999  | No            | Sí                 | 1        | 0,00 €       | 29.000,00 €        | 29.000,00 € |
| BX4       | 25                      | INTEMPERIE | 0,81                | 0                          | 22,94                    | COMP      | 2                   | 50     | 1                  | 1999  | No            | No                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| BX8       | 50                      | CASETA     | 0,45                | 0                          | 47,05                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1999  | No            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 29.000,00 €        | 38.500,00 € |
| CB0       | 100                     | INTEMPERIE | 3,05                | 0                          | 91,95                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2000  | No            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| CI6       | 0                       | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 0,00                     | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2000  | No            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 16.000,00 €        | 23.150,00 € |
| DI3       | 1260                    | CASETA     | 19,52               | 0                          | 1177,48                  | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2001  | No            | No                 | 1        | 0,00 €       | 0,00 €             | 0,00 €      |
| DM3       | 630                     | CASETA     | 22,29               | 0                          | 576,21                   | COMP      | 2                   | 50     | 1                  | 2002  | No            | No                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| DM7       | 160                     | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 152,00                   | COMP      | 3                   | 50     | 1                  | 2002  | No            | No                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| DN5       | 160                     | CASETA     | 113,76              | 0                          | 38,24                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2002  | No            | Sí                 | 1        | 0,00 €       | 29.000,00 €        | 29.000,00 € |
| DR9       | 400                     | INTEMPERIE | 0,00                | 0                          | 380,00                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2003  | No            | No                 | 1        | 0,00 €       | 0,00 €             | 0,00 €      |
| DV9       | 160                     | CASETA     | 0,00                | 0                          | 152,00                   | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2004  | No            | No                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| FH2       | 100                     | CASETA     | 5,87                | 0                          | 89,13                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1995  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00     | 0,00 €             | 9.500,00 €  |
| FH8       | 50                      | CASETA     | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1999  | Sí            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 29.000,00 €        | 36.150,00 € |
| FI4       | 50                      | CASETA     | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1990  | Sí            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 29.000,00 €        | 36.150,00 € |
| FI5       | 100                     | CASETA     | 8,93                | 0                          | 86,07                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1990  | Sí            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| FJ0       | 100                     | CASETA     | 2,02                | 0                          | 92,98                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1990  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 0,00 €             | 9.500,00 €  |
| FJ8       | 160                     | CASETA     | 0,00                | 0                          | 152,00                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 1990  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 0,00 €             | 9.500,00 €  |
| FL3       | 50                      | EDIFICIO   | 24,01               | 0                          | 23,49                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2002  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 27.000,00 €        | 36.500,00 € |

| CTs disponibles puntos de recarga públicos |                         |             |                     |                            |                          |           |                     |        |                    |       |               |                    |          |              |                    |             |
|--------------------------------------------|-------------------------|-------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|-----------|---------------------|--------|--------------------|-------|---------------|--------------------|----------|--------------|--------------------|-------------|
| Matrícula                                  | Potencia instalada [kW] | Tipo CT     | Potencia media [kW] | Potencia comprometida [kW] | Potencia disponible [kW] | Propiedad | Salidas disponibles | Modelo | Salidas necesarias | Fecha | Ampliable CBT | Ampliable potencia | Distrito | Coste salida | Coste potenciación | Coste total |
| <b>FL5</b>                                 | 50                      | CASETA      | 0,70                | 0                          | 46,80                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2003  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 29.000,00 €        | 38.500,00 € |
| <b>FM1</b>                                 | 50                      | CASETA      | 19,57               | 0                          | 27,93                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2007  | Sí            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 29.000,00 €        | 36.150,00 € |
| <b>FM3</b>                                 | 50                      | SUBTERRANEO | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2006  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 30.000,00 €        | 39.500,00 € |
| <b>FM8</b>                                 | 50                      | CASETA      | 4,61                | 0                          | 42,89                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2006  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 29.000,00 €        | 38.500,00 € |
| <b>FN1</b>                                 | 100                     | EDIFICIO    | 72,33               | 0                          | 22,67                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2006  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 27.000,00 €        | 36.500,00 € |
| <b>FN7</b>                                 | 25                      | EDIFICIO    | 0,00                | 0                          | 23,75                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2010  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 27.000,00 €        | 36.500,00 € |
| <b>FO2</b>                                 | 50                      | CASETA      | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2011  | Sí            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 29.000,00 €        | 36.150,00 € |
| <b>FO5</b>                                 | 160                     | EDIFICIO    | 6,94                | 0                          | 145,06                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2011  | Sí            | No                 | 1        | 9.500,00 €   | 0,00 €             | 9.500,00 €  |
| <b>FO6</b>                                 | 25                      | EDIFICIO    | 0,00                | 0                          | 23,75                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2011  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 27.000,00 €        | 36.500,00 € |
| <b>FO9</b>                                 | 160                     | SUBTERRANEO | 0,00                | 0                          | 152,00                   | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 2011  | Sí            | No                 | 1        | 7.150,00 €   | 0,00 €             | 7.150,00 €  |
| <b>FP7</b>                                 | 160                     | EDIFICIO    | 0,00                | 0                          | 152,00                   | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2012  | Sí            | No                 | 1        | 9.500,00 €   | 0,00 €             | 9.500,00 €  |
| <b>FQ9</b>                                 | 160                     | SUBTERRANEO | 113,76              | 0                          | 38,24                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2017  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 30.000,00 €        | 39.500,00 € |
| <b>FE9</b>                                 | 50                      | EDIFICIO    | 4,32                | 0                          | 43,18                    | COMP      | 1                   | 50     | 1                  | 1990  | Sí            | Sí                 | 1        | 7.150,00 €   | 27.000,00 €        | 34.150,00 € |
| <b>FM9</b>                                 | 50                      | CASETA      | 0,00                | 0                          | 47,50                    | COMP      | 0                   | 50     | 1                  | 2006  | Sí            | Sí                 | 1        | 9.500,00 €   | 29.000,00 €        | 38.500,00 € |

Tabla 19. Resultados Escenario 1

Estaciones de servicio

| id Gasolinera | Municipio | Provincia | id Poste cercano | Distancia estación-poste [m] | Estación candidata | CT o CGP cercano | Matrícula CT asociado | Prop | Disp | Pot inst CT [kW] | Salidas libres | IMD total | Modelo | Salidas necesarias | Pot disp. [kW] | Estado ampliación CBT | Coste salidas | Estado potenc | Coste potenc | Coste total |
|---------------|-----------|-----------|------------------|------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|------|------|------------------|----------------|-----------|--------|--------------------|----------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 839480799     | Gijón     | Asturias  | n7921341142      | 47,27                        | No                 | CT               | AA1                   | PA   | No   | N/A              | N/A            | N/A       | N/A    | N/A                | N/A            | N/A                   | N/A           | N/A           | N/A          | N/A         |
| 5586333538    | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 613                          | Sí                 | CT               | AG3                   | PA   | No   | N/A              | N/A            | N/A       | N/A    | N/A                | N/A            | N/A                   | N/A           | N/A           | N/A          | N/A         |
| 48832045      | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 2.937,48                     | Sí                 | CGP              | DH7                   | COMP | Sí   | 250              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 171,69         | Ampliable             | 9.500,00 €    | No ampliar    | 0            | 9.500,00 €  |
| 287010249     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 8.597,63                     | Sí                 | CGP              | CF4                   | COMP | Sí   | 400              | 2              | 21.553    | 50     | 1                  | 357,76         | No ampliable          | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 287010260     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 8.931,32                     | Sí                 | CGP              | CI2                   | COMP | Sí   | 630              | 3              | 0         | 50     | 1                  | 1.682,83       | No ampliable          | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 287010263     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 8.933,3                      | Sí                 | CGP              | DT5                   | COMP | Sí   | 1.030            | 0              | 0         | 50     | 1                  | 169,50         | Ampliable             | 9.500,00 €    | No ampliar    | 0            | 9.500,00 €  |
| 287010264     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 8.965,5                      | Sí                 | CGP              | FG4                   | COMP | Sí   | 1.030            | 6              | 0         | 50     | 1                  | 884,50         | No ampliable          | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 839469027     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 9.105,1                      | Sí                 | CGP              | CH0                   | COMP | Sí   | 630              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 454,02         | Ampliable             | 9.500,00 €    | No ampliar    | 0            | 9.500,00 €  |
| 839475027     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 9.290,28                     | Sí                 | CGP              | A06                   | COMP | Sí   | 1.260            | 1              | 0         | 50     | 1                  | 379,66         | No ampliable          | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 287010261     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 9.557,89                     | Sí                 | CGP              | DX3                   | COMP | Sí   | 1.260            | 6              | 21.553    | 50     | 1                  | 1.070,84       | Ampliable             | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 839471841     | Gijón     | Asturias  | n4572908899      | 9.779,55                     | Sí                 | CT               | FF6                   | COMP | Sí   | 160              | 2              | 0         | 50     | 1                  | 147,86         | Ampliable             | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 839473643     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 9.783,24                     | Sí                 | CGP              | DI1                   | COMP | Sí   | 400              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 40,90          | Ampliable             | 9.500,00 €    | Ampliar       | 29.000,00 €  | 38.500,00 € |
| 287010273     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 10.394,07                    | Sí                 | CGP              | BK2                   | COMP | Sí   | 1.260            | 3              | 0         | 50     | 1                  | 378,17         | No ampliable          | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 287010327     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 10.405,1                     | Sí                 | CGP              | DH5                   | COMP | Sí   | 630              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 548,25         | Ampliable             | 9.500,00 €    | No ampliar    | 0            | 9.500,00 €  |
| 287010253     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 10936,8                      | Sí                 | CGP              | BX0                   | COMP | Sí   | 400              | 2              | 0         | 50     | 1                  | 23,50          | Ampliable             | 7.150,00 €    | Ampliar       | 29.000,00 €  | 36.150,00 € |
| 8499946888    | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 12.360,79                    | Sí                 | CGP              | DN7                   | COMP | Sí   | 400              | 2              | 0         | 50     | 1                  | 373,49         | Ampliable             | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |

## Estaciones de servicio

| id Gasolinera | Municipio | Provincia | id Poste cercano | Distancia estación-poste [m] | Estación candidata | CT o CGP cercano | Matrícula CT asociado | Prop | Disp | Pot inst CT [kW] | Salidas libres | IMD total | Modelo | Salidas necesarias | Pot disp. [kW] | Estado ampliación CBT | Coste salidas | Estado potenc | Coste potenc | Coste total |
|---------------|-----------|-----------|------------------|------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|------|------|------------------|----------------|-----------|--------|--------------------|----------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 737205613     | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 12.366,79                    | Sí                 | CGP              | CC2                   | COMP | Sí   | 400              | 2              | 0         | 50     | 1                  | 373,49         | No ampliable          | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 287010413     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 14.053,27                    | Sí                 | CGP              | DH3                   | COMP | Sí   | 160              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 17,15          | Ampliable             | 9.500,00 €    | Ampliar       | 30.000,00 €  | 39.500,00 € |
| 287008859     | Gijón     | Asturias  | n5876490800      | 14.866,53                    | Sí                 | CT               | AK7                   | PA   | No   | N/A              | N/A            | N/A       | N/A    | N/A                | N/A            | N/A                   | N/A           | N/A           | N/A          | N/A         |
| 287009313     | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 15.095,76                    | Sí                 | CT               | AD8                   | PA   | No   | N/A              | N/A            | N/A       | N/A    | N/A                | N/A            | N/A                   | N/A           | N/A           | N/A          | N/A         |
| 839478720     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 15.986,75                    | Sí                 | CGP              | FT5                   | COMP | Sí   | 100              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 795,00         | Ampliable             | 9.500,00 €    | No ampliar    | 0            | 9.500,00 €  |
| 287010419     | Gijón     | Asturias  | w772903671       | 16.712,03                    | Sí                 | CGP              | FG1                   | COMP | Sí   | 630              | 1              | 0         | 50     | 1                  | 47,20          | Ampliable             | 9.500,00 €    | Ampliar       | 27.000,00 €  | 36.500,00 € |
| 839487773     | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 17.889,59                    | Sí                 | CT               | BK2                   | COMP | Sí   | 630              | 2              | 22055     | 50     | 1                  | 514,15         | No ampliable          | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 287008513     | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 18.141,77                    | Sí                 | CT               | AE5                   | PA   | No   | N/A              | N/A            | N/A       | N/A    | N/A                | N/A            | N/A                   | N/A           | N/A           | N/A          | N/A         |
| 287009354     | Gijón     | Asturias  | n7887986963      | 20.015                       | Sí                 | CT               | AI0                   | PA   | No   | N/A              | N/A            | N/A       | N/A    | N/A                | N/A            | N/A                   | 9.500,00 €    | N/A           | N/A          | N/A         |
| 1192758276    | Gijón     | Asturias  | w772903671       | 20.212,48                    | Sí                 | CGP              | BV4                   | COMP | Sí   | 250              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 32,50          | Ampliable             | 7.150,00 €    | Ampliar       | 29.000,00 €  | 38.500,00 € |
| 287009161     | Gijón     | Asturias  | n5876490800      | 20.633,51                    | Sí                 | CGP              | DN1                   | COMP | Sí   | 250              | 1              | 0         | 50     | 1                  | 237,50         | No ampliable          | 9.500,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 839489024     | Gijón     | Asturias  | n7921341142      | 20.787,08                    | Sí                 | CGP              | DP5                   | COMP | Sí   | 250              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 165,25         | Ampliable             | 7.150,00 €    | No ampliar    | 0            | 9.500,00 €  |
| 365855907     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 21.751,18                    | Sí                 | CGP              | DW3                   | COMP | Sí   | 400              | 0              | 23759     | 50     | 1                  | 570,44         | No ampliable          | 9.500,00 €    | No ampliar    | 0            | 7.150,00 €  |
| 839486762     | Gijón     | Asturias  | n5153595157      | 22.107                       | Sí                 | CGP              | BQ2                   | COMP | Sí   | 250              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 147,50         | Ampliable             | 9.500,00 €    | No ampliar    | 0            | 9.500,00 €  |
| 3540222641    | Gijón     | Asturias  | w772903671       | 22.204,23                    | Sí                 | CT               | FE4                   | COMP | Sí   | 315              | 0              | 0         | 50     | 1                  | 19,80          | No ampliable          | 7.150,00 €    | Ampliar       | 16.000,00 €  | 23.150,00 € |

Tabla 20. Resultados Escenario 2

Aparcamientos

| id<br>aparcamiento | Municipio | Provincia | Id poste<br>cercano | Distancia<br>aparcamiento-<br>poste [m] | Aparcam.<br>Candidato | CGP<br>cercano | Dist.<br>Aparcamiento-<br>CGP [m] | Matricula<br>CT<br>asociado | Disp. | Pot.<br>disponible<br>[kW] | Modelo | Salidas<br>libres | Salidas<br>necesarias | Estado<br>ampliación<br>CBT | Coste salidas | Estado<br>potencia<br>ción | Coste<br>potenciación | Coste<br>total |
|--------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|----------------------------|--------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------|----------------|
| AP1                | Gijón     | Asturias  | n8755978590         | 15,55                                   | No                    | A34567         | 40,68                             | N/A                         | N/A   | N/A                        | N/A    | N/A               | N/A                   | N/A                         | N/A           | N/A                        | N/A                   | N/A            |
| AP2                | Gijón     | Asturias  | n7921341142         | 3009,08                                 | Sí                    | A56789         | 75,78                             | BM2                         | Sí    | 357,76                     | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 9.500,00 €     |
| AP3                | Gijón     | Asturias  | n5153595157         | 23425,8                                 | Sí                    | A02738         | 35,9                              | FD6                         | Sí    | 1.682,83                   | 50     | 2                 | 1                     | Ampliable                   | 7.150,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 7.150,00 €     |
| AP4                | Gijón     | Asturias  | n8755978590         | 1867,4                                  | Sí                    | A72484         | 12,56                             | DM7                         | Sí    | 169,50                     | 50     | 2                 | 1                     | No<br>ampliable             | 7.150,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 7.150,00 €     |
| AP5                | Gijón     | Asturias  | n4572931759         | 24603,12                                | Sí                    | A63812         | 56,21                             | FJ8                         | Sí    | 884,50                     | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 9.500,00 €     |
| AP6                | Gijón     | Asturias  | n7921341142         | 26,71                                   | No                    | A62363         | 44,81                             | N/A                         | N/A   | N/A                        | N/A    | N/A               | N/A                   | N/A                         | N/A           | N/A                        | N/A                   | N/A            |
| AP7                | Gijón     | Asturias  | n4572931759         | 25008,02                                | Sí                    | A97151         | 39,1                              | AR0                         | Sí    | 147,86                     | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 9.500,00 €     |
| AP8                | Gijón     | Asturias  | n4572931759         | 12567,00                                | Sí                    | A81253         | 23,89                             | BZ8                         | Sí    | 40,90                      | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | Ampliar                    | 29.000,00 €           | 38.500,00<br>€ |
| AP9                | Gijón     | Asturias  | n8453854227         | 3737,12                                 | Sí                    | A91865         | 73,7                              | FE6                         | Sí    | 378,17                     | 50     | 2                 | 1                     | No<br>ampliable             | 7.150,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 7.150,00 €     |
| AP10               | Gijón     | Asturias  | n7921341142         | 6643,79                                 | Sí                    | A90182         | 17,56                             | FI5                         | Sí    | 95,40                      | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 9.500,00 €     |
| AP11               | Gijón     | Asturias  | w772903671          | 2660,65                                 | Sí                    | A19071         | 15,73                             | BN8                         | Sí    | 23,50                      | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | Ampliar                    | 29.000,00 €           | 38.500,00<br>€ |
| AP12               | Gijón     | Asturias  | n8453854227         | 1065,40                                 | Sí                    | A27150         | 20,67                             | CH8                         | Sí    | 373,49                     | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 9.500,00 €     |
| AP13               | Gijón     | Asturias  | n4572931759         | 763,71                                  | Sí                    | A18361         | 34,89                             | FT5                         | Sí    | 45,7                       | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | Ampliar                    | 29.000,00 €           | 38.500,00<br>€ |
| AP14               | Gijón     | Asturias  | n4572931759         | 283,82                                  | Sí                    | A16380         | 65,3                              | FR0                         | Sí    | 153,8                      | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | No<br>ampliar              | 0,00 €                | 9.500,00 €     |
| AP15               | Gijón     | Asturias  | n5876490800         | 27,58                                   | No                    | A53173         | 59,75                             | N/A                         | N/A   | N/A                        | N/A    | N/A               | N/A                   | N/A                         | N/A           | N/A                        | N/A                   | N/A            |
| AP16               | Gijón     | Asturias  | n4572931759         | 71,38                                   | Sí                    | A18736         | 23,98                             | FL1                         | Sí    | 237,50                     | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €    | No<br>ampliar              | 0                     | 9.500,00 €     |

| Aparcamientos      |           |           |                     |                                         |                       |                |                                   |                             |       |                            |        |                   |                       |                             |                  |                        |                       |                |
|--------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------|----------------------------|--------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------|------------------------|-----------------------|----------------|
| id<br>aparcamiento | Municipio | Provincia | Id poste<br>cercano | Distancia<br>aparcamiento-<br>poste [m] | Aparcam.<br>Candidato | CGP<br>cercano | Dist.<br>Aparcamiento-<br>CGP [m] | Matricula<br>CT<br>asociado | Disp. | Pot.<br>disponible<br>[kW] | Modelo | Salidas<br>libres | Salidas<br>necesarias | Estado<br>ampliación<br>CBT | Coste<br>salidas | Estado<br>potenciación | Coste<br>potenciación | Coste<br>total |
| AP17               | Gijón     | Asturias  | n7887986963         | 380,25                                  | Sí                    | A61384         | 48,76                             | BQ2                         | Sí    | 165,25                     | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €       | No ampliar             | 0                     | 9.500,00 €     |
| AP18               | Gijón     | Asturias  | n7887986963         | 2018,20                                 | Sí                    | A71353         | 21,78                             | DW9                         | Sí    | 382,90                     | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00 €       | No ampliar             | 0                     | 9.500,00 €     |
| AP19               | Gijón     | Asturias  | n5153595157         | 2577,16                                 | Sí                    | A15361         | 37,87                             | DU5                         | Sí    | 147,50                     | 50     | 1                 | 1                     | No<br>ampliable             | 7.150,00 €       | No ampliar             | 0                     | 7.150,00 €     |
| AP20               | Gijón     | Asturias  | n5153595157         | 1890,32                                 | Sí                    | A71531         | 60,78                             | DI3                         | Sí    | 19,80                      | 50     | 3                 | 1                     | No<br>ampliable             | 7.150,00 €       | Ampliar                | 29.000,00 €           | 36.150,00<br>€ |
| AP21               | Gijón     | Asturias  | n7792498659         | 1860,19                                 | Sí                    | A79709         | 41,5                              | BX0                         | Sí    | 92,15                      | 50     | 0                 | 1                     | Ampliable                   | 9.500,00€        | No ampliar             | 0                     | 9.500,00 €     |

Tabla 21. Resultados Escenario 3



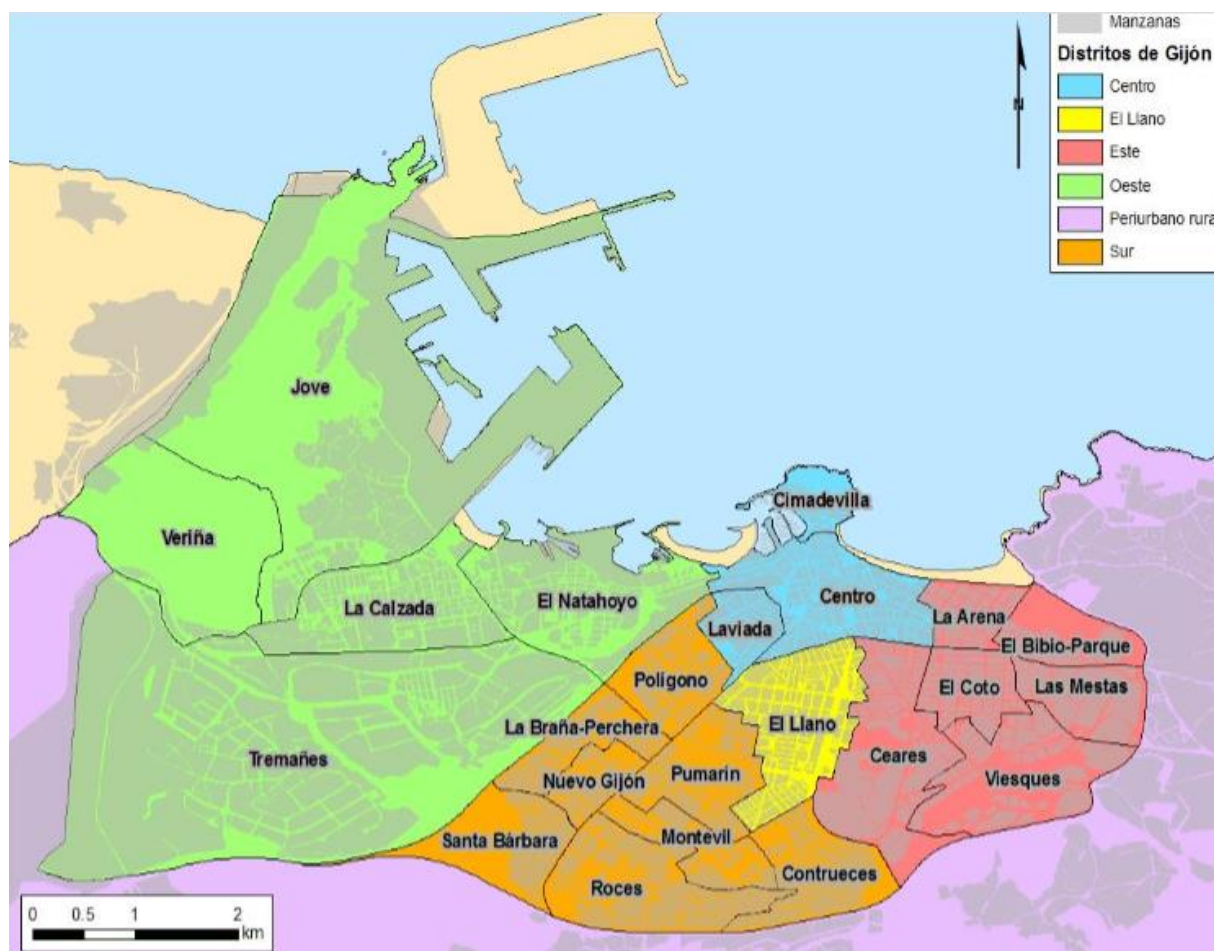
## ANEXO II: PLANOS



## Índice: Planos

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. DISTRITOS CIUDAD DE GIJÓN.....                                    | 101 |
| 2. ESTACIONES DE AFORO ÁREA DE GIJÓN.....                            | 102 |
| 3. CTs CIUDAD DE GIJÓN.....                                          | 103 |
| 4. ESTACIONES DE SERVICIO Y ESTACIONES DE AFORO CIUDAD DE GIJÓN..... | 104 |
| 5. APARCAMIENTOS CIUDAD DE GIJÓN.....                                | 105 |
| 6. RED DE BAJA TENSIÓN LÍNEA LLA703.....                             | 106 |
| 7. RED MEDIA TENSIÓN CIUDAD DE GIJÓN.....                            | 107 |





UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

AUTOR

ISABEL SANTOS CASTAÑÓN

FIRMA

*JS*

FECHA

Junio 2022

Estudio de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la movilidad eléctrica

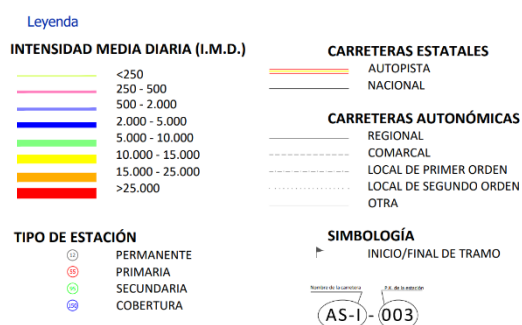
DISTRITOS CIUDAD DE GIJÓN

ESCALA:

-

Nº DE PLANO:

1



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

AUTOR

ISABEL SANTOS CASTAÑÓN

FIRMA

FECHA

Junio 2022

Estudio de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la movilidad eléctrica

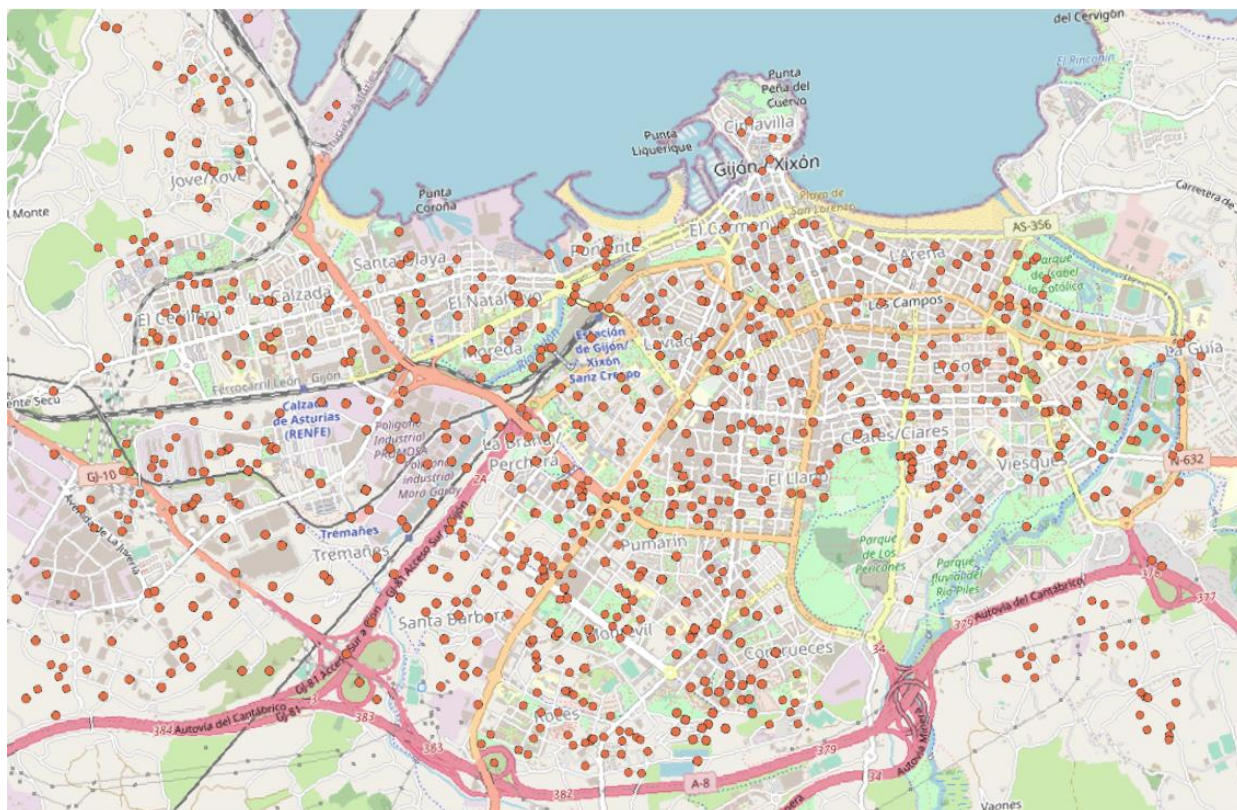
ESTACIONES DE AFORO ÁREA DE GIJÓN

ESCALA:

-

Nº DE PLANO:

2



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

AUTOR

ISABEL SANTOS CASTAÑÓN

FIRMA

JS

FECHA

Junio 2022

Estudio de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la movilidad eléctrica

CTs CIUDAD DE GIJÓN

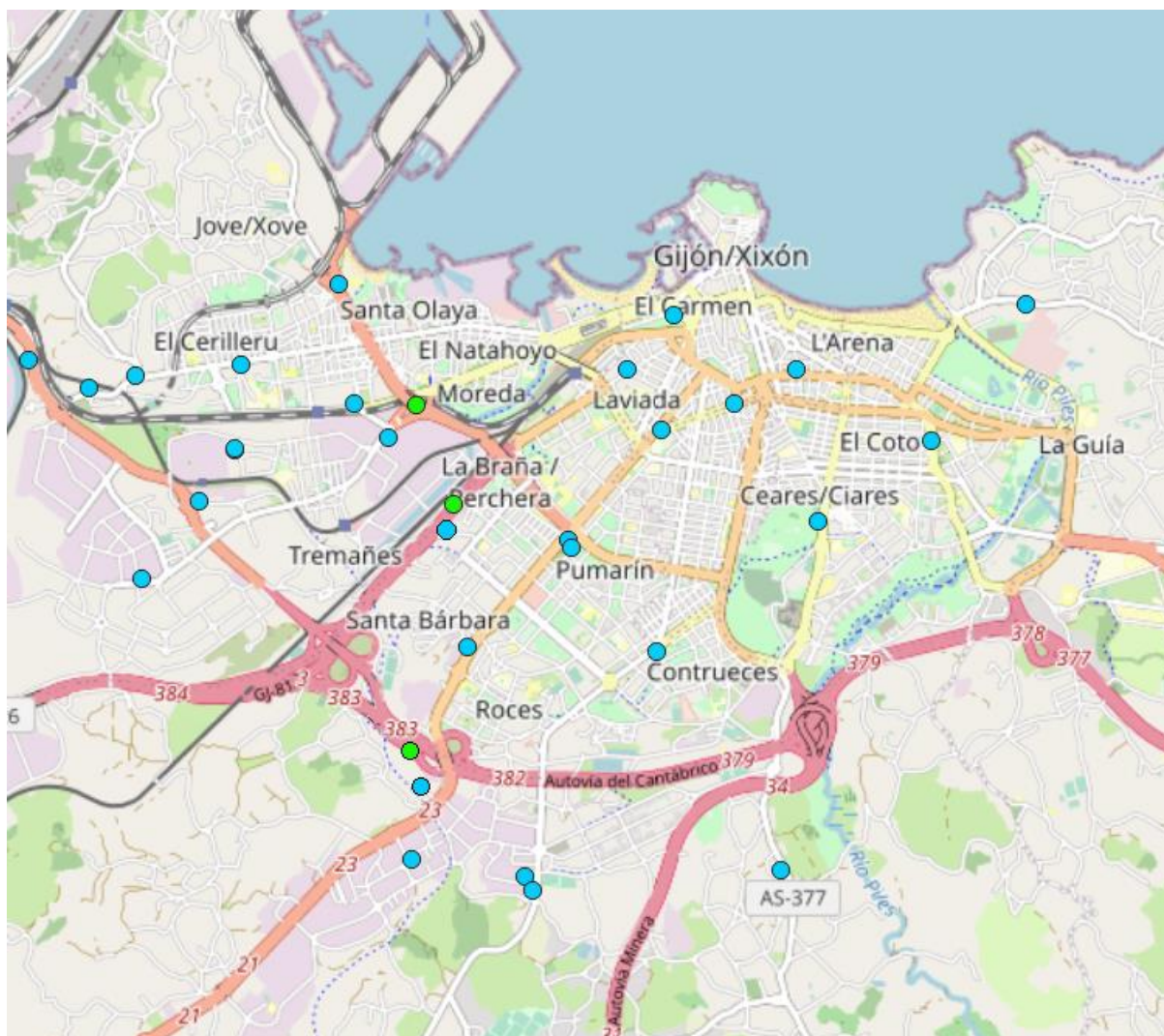
ESCALA:

-

Nº DE PLANO:

3





|                      |   |
|----------------------|---|
| Estación de servicio | ● |
| Estación de aforo    | ● |

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

AUTOR

ISABEL SANTOS CASTAÑÓN

FIRMA

FECHA

Junio 2022

Estudio de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la movilidad eléctrica

ESTACIONES DE SERVICIO Y ESTACIONES DE AFORO  
CIUDAD DE GIJÓN

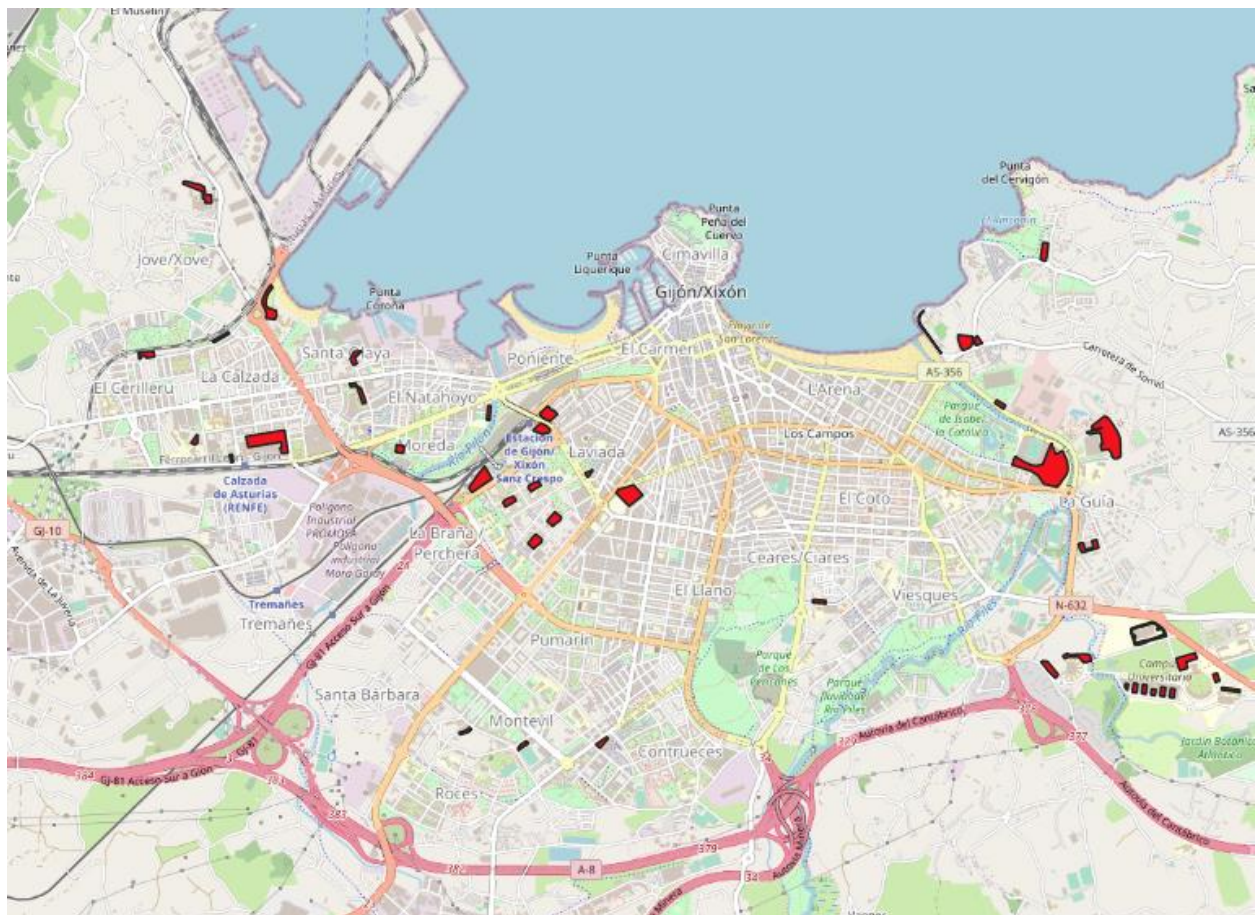
ESCALA:

-

Nº DE PLANO:

4





# UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

AUTOR

ISABEL SANTOS CASTAÑÓN

FIRMA

*JS*

FECHA

Junio 2022

Estudio de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la movilidad eléctrica

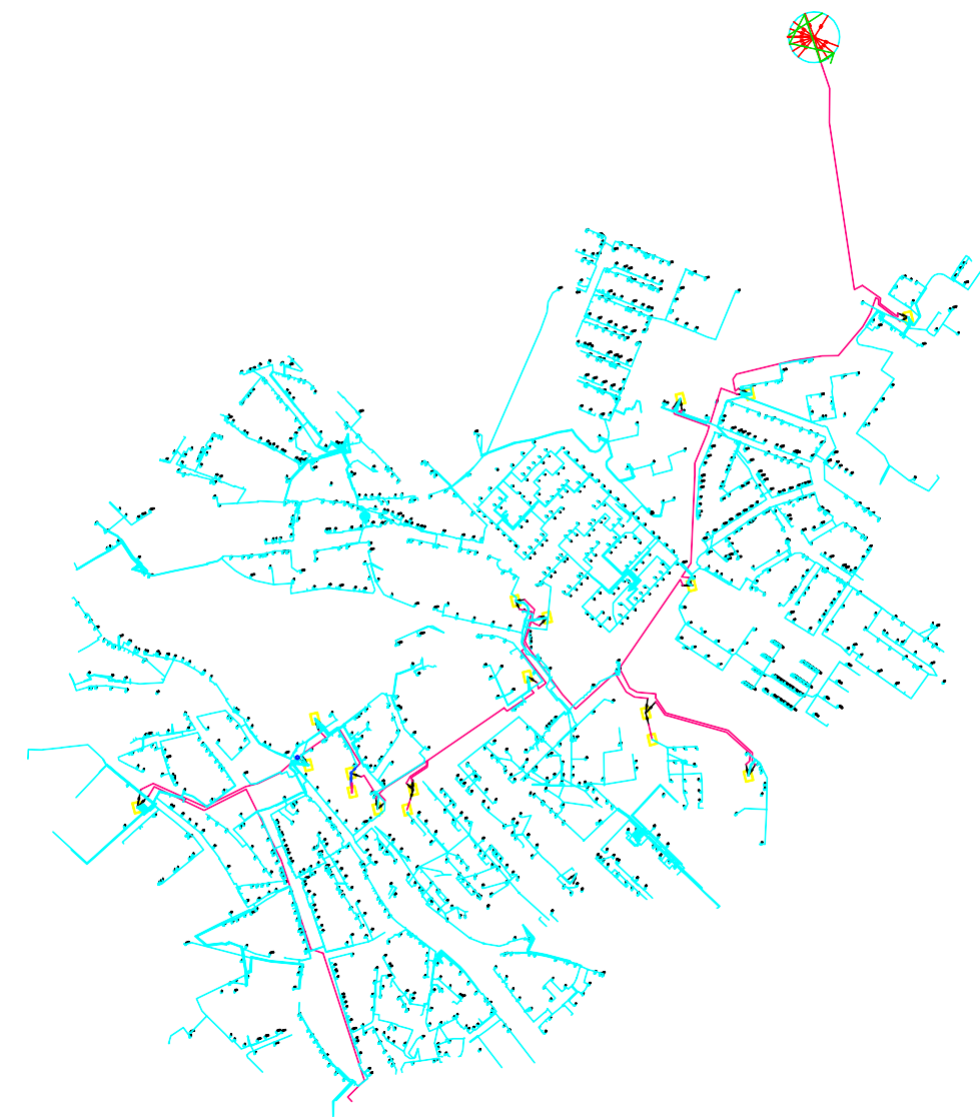
APARCAMIENTOS CIUDAD DE GIJÓN

ESCALA:

-

Nº DE PLANO:

5



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

AUTOR

ISABEL SANTOS CASTAÑÓN

FIRMA

*JS*

FECHA

Junio 2022

Estudio de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la movilidad eléctrica

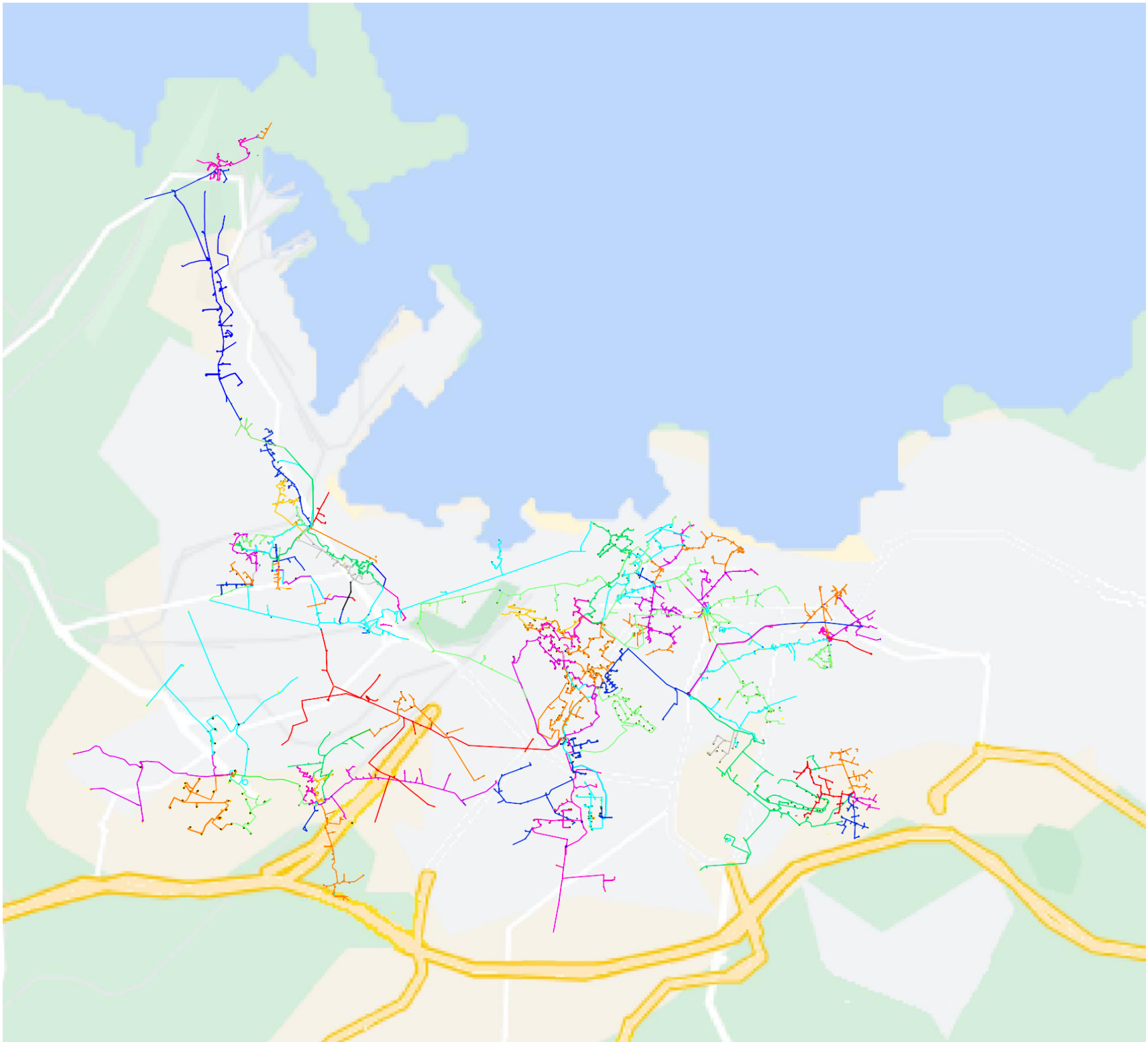
RED DE BAJA Tensión LÍNEA LLA703

ESCALA:

-

Nº DE PLANO:

6



|                                                                                         |                                                                                                  |                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS                                                         |                                                                                                  |                                                                                                |
| AUTOR                                                                                   | ISABEL SANTOS CASTAÑÓN                                                                           | FIRMA<br> |
| FECHA                                                                                   | JUNIO 2022                                                                                       |                                                                                                |
| Estudio de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la movilidad eléctrica |                                                                                                  |                                                                                                |
| RED MEDIA TENSIÓN CIUDAD DE GIJÓN                                                       | ESCALA:<br> | Nº DE PLANO:<br>7                                                                              |



# ANEXO III:

## ESTUDIO ECONÓMICO



## Índice Estudio Económico

|      |                                                         |     |
|------|---------------------------------------------------------|-----|
| 1.   | Estudio Cualitativo.....                                | 121 |
| 1.1. | Subvenciones de las Instituciones Gubernamentales ..... | 121 |
| 2.   | Estudio Cuantitativo .....                              | 123 |
| 2.1. | Inversión inicial .....                                 | 123 |
| 2.2. | Ingresos.....                                           | 125 |
| 2.3. | Gastos .....                                            | 127 |
| 2.4. | Cuenta de resultados .....                              | 130 |
| 2.5. | Flujos de carga .....                                   | 132 |
| 2.6. | Valor actual neto y periodo de recuperación .....       | 133 |





Se lleva a cabo un estudio económico para conocer la viabilidad y rentabilidad económica de la instalación de puntos de recarga para EV. Se desarrolla el estudio de la instalación realizada por el cliente, en concreto, de los cargadores públicos de Gijón en el distrito El Llano. Es la realizada por el Ayuntamiento y no, del proyecto de desarrollo de las infraestructuras necesarias para la movilidad eléctrica para las empresas distribuidoras, ya que, la distribución eléctrica es un mercado regulado y recibe retribuciones por parte de organismos gubernamentales, por llevar a cabo la instalación y mantenimiento de las redes de MT y otros proyectos relacionados.

Este estudio tendrá dos dimensiones: una dimensión cualitativa, donde se verán qué aspectos se deben tener en cuenta y cómo afectan económicamente al desarrollo del proyecto y una dimensión cuantitativa, donde se conocerán el modo en que afectan los factores cualitativos, los gastos e ingresos del proyecto y si resulta rentable la inversión.

## 1. Estudio Cualitativo

Algunos de los factores que se tendrán en cuenta a la hora de realizar el estudio económico son:

### 1.1. Subvenciones de las Instituciones Gubernamentales

Debido a los planes gubernamentales a favor del clima y en su búsqueda de alcanzar los objetivos pactados con la Comisión Europea, se han aprobado unos programas de subvenciones e incentivos para fomentar la transición energética y por tanto la movilidad eléctrica.

Se han aprobado dos Reales Decretos para concesión directa de ayudas en dos planos que tienen implicación en el presente proyecto. Uno destinado al desarrollo, por parte de las empresas de distribución eléctrica, de la red y adaptación para las nuevas infraestructuras de recarga y el segundo dirigido a incentivar la movilidad eléctrica y concretamente, la adquisición de EV y despliegue de infraestructura de recarga.

- El Real Decreto 1125/2021, del 21 de diciembre, *“por el que se regula la concesión de subvenciones directas a las empresas distribuidoras de energía eléctrica para la realización de inversiones de digitalización de redes de distribución de energía eléctrica y en infraestructuras para la recarga del vehículo eléctrico con cargo a los*

*fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia*”. El objetivo es la concesión directa a las empresas de distribución de energía eléctrica de subvenciones para proyectos innovadores de infraestructuras para la recarga de EV en puntos de potencia superior a 250 kW de acceso público y de digitalización de las redes de distribución eléctrica, cumpliendo con toda la normativa vigente. Implica a las empresas de distribución en la aceleración de la transición energética que plantea el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Para los años 2021, 2022 y 2023, se ha aprobado una ayuda de hasta 525 millones de euros. Se espera que estos proyectos tengan un importante impacto sobre la actividad económica, la creación de empleo, el impulso de cadenas de valor industriales, así como la digitalización y el proceso de descarbonización de España, un efecto positivo para la sociedad, en términos económicos, sociales y medioambientales. [38][39]

- Real Decreto 266/2021, de 13 de abril, *“se aprueba la concesión directa de ayudas a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla para la ejecución de programas de incentivos ligados a la movilidad eléctrica (MOVES III) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Europeo.”* Su objetivo es incentivar la compra de EV y el despliegue de puntos de recarga de los mismos, para ello se habilitan 400 millones de euros. En concreto para este proyecto tiene especial implicación el Programa de Incentivos 2: Implantación de infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, donde se contemplan que costes son subvencionables y para quién están dirigidas.[40][41]

En este caso, para el Estudio Económico solo se tendrá en cuenta la concesión realizada para la adquisición de EV y despliegue de infraestructura de recarga, pues es a quien se enfoca el estudio, pero si bien es importante conocer ambas pues será un factor determinante para que las empresas distribuidoras lleven a cabo los proyectos e instalaciones de redes necesarias para establecer nuevos puntos de recarga y permita un mayor el crecimiento y a mayor velocidad de la red de cargadores de EV.

## 2. Estudio Cuantitativo

Para el estudio cuantitativo se tendrán en cuenta los factores del estudio cualitativo y los ingresos y gastos que engloban el proyecto. Con este se justifica la inversión y la puesta en marcha del proyecto. Se realiza el estudio económico del ejemplo estudiado en la memoria, sobre la instalación de cargadores en Gijón en el distrito El Llano:

### 2.1. Inversión inicial

La inversión son todos recursos económicos, utilizados inicialmente para llevar a cabo el proyecto. En este caso, la inversión inicial implica la adaptación de la red eléctrica y la compra e instalación de los cargadores de EV, en este caso serán 39 instalaciones. El precio de la adaptación de la red viene determinado en el Anexo I en la tabla *CTs disponibles puntos de recarga públicos* de la memoria y el detallado en el apartado *Presupuestos* de la memoria. El precio de los cargadores de EV e instalación depende del modelo, marca y potencia capaz de suministrar. Se tendrán en cuenta los dispositivos de carga rápida (hasta 50 kW) cuyo precio varía 22.000 y 29.000 € y cargadores ultrarrápidos entre 60 y 150 kW, los precios varían entre 26.000 y 40.000 €. Para el cálculo de la inversión inicial se hará la media, en cada caso, para estimar el precio de los cargadores, quedando de esta manera que el precio de los cargadores de 50kW es de 25.500 € y el de los cargadores de 150 kW de 33.000 €. Para estimar cuantos cargadores de cada tipo se pondrían instalar, se considerará que en aquellos CTs desde los que sea posible alimentar cargadores de 150 kW sin una ampliación mayor a que la que necesitarían para un cargador de 50 kW, el cargador instalado será de 150 kW, si se necesitara una mayor ampliación del CT y por tanto, un mayor coste, entonces el cargador a escoger es de 50 kW. Según esto 12 cargadores son de 150 kW (31%) y 27 de 50 kW. Este reparto va en consonancia con las estimaciones, que se han realizado para 2030, sobre las potencias de los nuevos cargadores, donde la mayoría presentará una potencia inferior a 50 kW. [48]

Por esto, la inversión inicial queda de la siguiente manera:

1.159.550,00 € de los costes de la adaptación de la red y sistemas eléctricos.

1.084.500,00 € de la instalación y compra de los cargadores de EV, de los cuales 12 cargadores son de 150 kW y 27 de 50 kW.

Para conocer el tiempo necesario en el que se recupera la inversión se tendrán en cuenta los ingresos y gastos, que hay en torno al proyecto.

Para calcular la amortización del proyecto se sigue la siguiente fórmula:

$$tasa\ amortización = \frac{inversión - valor\ residual}{plazo\ de\ amortización}$$

*Ecuación 2. Tasa de amortización*

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| <b>Inversión inicial</b>    | 2.244.050,00 € |
| <b>Vida de la inversión</b> | 15 años        |
| <b>Valor residual</b>       | 112.202,50 €   |
| <b>Amortización</b>         | 142.123,17 €   |

*Tabla 22. Inversión y amortización*

La vida de la inversión se considera 15 años, aunque la vida útil de la instalación es de 40. La tecnología en torno al cargador de EV continua avanzando y existe el riesgo de sufrir la obsolescencia tecnológica por la salida al mercado de nuevos cargadores más eficientes y con mejores prestaciones. También cabe la posibilidad de tener que realizar ciertas modificaciones en la red antes del fin de su vida útil, para ir adaptándola por lo ambicioso que es el proyecto y que existan a nuevas necesidades. El valor residual se considera de un 5% con respecto al valor de la inversión inicial.

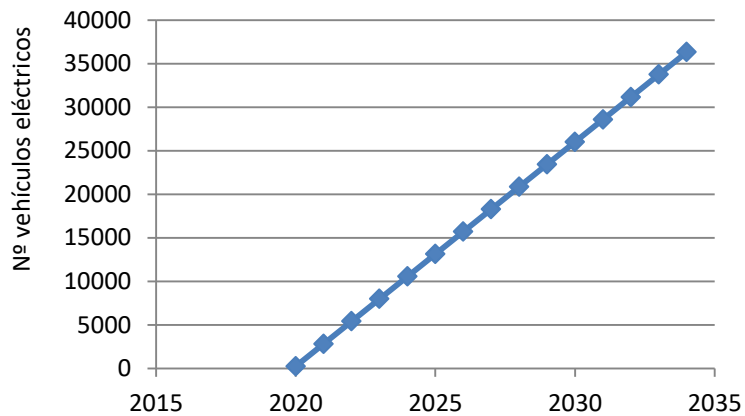
## 2.2. Ingresos

Los ingresos que recibe el Ayuntamiento por llevar a cabo la instalación de los cargadores de EV, provienen: por un lado de las subvenciones estatales a los entes públicos, por llevar a cabo la implantación de infraestructuras para la recarga de vehículos eléctricos con cargo a los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, en concreto en el Plan de Incentivos 2. Y por otro, por los pagos realizados por los clientes que recargan sus vehículos en estos cargadores para EV públicos.

Al ser un ente público con actividad económica, se cobrará a los clientes un cargo por el uso, la subvención que les corresponde es un 35% de la inversión a realizar. Estas ayudas se concederán de forma directa, conforme a los artículos 22 y 28 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, y al capítulo III del título I del Reglamento de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, aprobado por el Real Decreto 887/2006, de 21 de julio. En este caso el destinatario último es el Ayuntamiento de Gijón, y la cuantía máxima a recibir es 800.000 €/ expediente o 2,5M € [40] por destinatario último durante la vigencia de la convocatoria autonómica.

En cuanto al ingreso proveniente de los usuarios de los cargadores EV, el coste de recarga en puntos de carga rápida se encuentra entre 0,20 € y 0,47 € por kWh y los de carga ultrarrápida entre 0,3 € y 0,79 €, según datos del estudio recogido por ECODES en enero de 2021 [42]. Si se considera que por cada 100 km un vehículo eléctrico consume 16 kWh, que la cantidad de vehículos eléctricos de la ciudad de Gijón sigue un crecimiento lineal con respecto a los datos y estimaciones consideradas en la Memoria para el año 2030, que de media un conductor semanalmente recorre 230 km (que corresponden a una carga de 36,8 kWh/semana, 52 semanas/año) y que de los vehículos eléctricos considerados, un 25% utiliza los cargadores públicos. Esta última estimación se lleva a cabo, pues al no haber disponible datos sobre el porcentaje de conductores que disponen de cargador propio se toma un porcentaje un tanto pesimista para realizar los cálculos. Actualmente, aquellos que invierten un EV, suelen tener acceso a cargador privado por la escasa red de cargadores públicos, sobre todo fuera de las grandes ciudades. [43]

Para determinar que los ingresos corresponden a la zona de El Llano, se va a aplicar un coeficiente que corresponde al porcentaje de cargadores situados en este barrio con respecto al total que se van a instalar en la ciudad, es decir un 15,5%.



Gráfica 8. Estimación crecimiento EV.

Los ingresos debidos a la recarga anualmente siguen la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 \text{Ingresos}_{\text{recarga}} = & \\
 = & 52[\text{semanas}] * 36,8 \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{semana}} \right] * 25\%EV * 15,5\% * \\
 & * (31\% * \text{precio}_{\text{medio cargadores } 150[\text{kW}]} + (1 - 31\%) * \text{precio}_{\text{medio cargadores } 50[\text{kW}]}) \\
 & [\text{€/año}]
 \end{aligned}$$

Ecuación 3. Cálculo ingresos por recarga EV.

| <b>Año</b>  | <b>EV</b> | <b>25% EV</b> | <b>Ingresos anuales El Llano</b> |
|-------------|-----------|---------------|----------------------------------|
| <b>2020</b> | 240       | 60            | 7.129,11 €                       |
| <b>2021</b> | 2.817     | 704           | 83.677,96 €                      |
| <b>2022</b> | 5.394     | 1349          | 160.226,81 €                     |
| <b>2023</b> | 7.971     | 1993          | 236.775,67 €                     |
| <b>2024</b> | 10.548    | 2637          | 313.324,52 €                     |
| <b>2025</b> | 13.125    | 3281          | 389.873,37 €                     |
| <b>2026</b> | 15.702    | 3926          | 466.422,22 €                     |
| <b>2027</b> | 18.279    | 4570          | 542.971,07 €                     |
| <b>2028</b> | 20856     | 5214          | 619.519,92 €                     |
| <b>2029</b> | 23.433    | 5858          | 696.068,77 €                     |
| <b>2030</b> | 26.010    | 6503          | 772.617,62 €                     |
| <b>2031</b> | 28587     | 7147          | 849.166,47 €                     |
| <b>2032</b> | 31.164    | 7791          | 925.715,32 €                     |
| <b>2033</b> | 33.741    | 8435          | 1.002.264,17 €                   |
| <b>2034</b> | 36.318    | 9080          | 1.078.813,02 €                   |

*Tabla 23. Cálculo ingresos recarga EV, sin tener en cuenta la inflación.*

### 2.3. Gastos

Los gastos que se asumen en este caso, se deben al consumo de electricidad que se lleva a cabo durante la recarga de los vehículos y los debidos al cuidado y mantenimiento de las instalaciones de recarga.

Para conocer el gasto que supone la recarga de los vehículos, se establecerá el precio medio de la electricidad de los últimos 10 años, ya que, al ser un precio muy variable, sometido a diferentes tarifas en función del periodo del día y que los últimos dos años el precio de la electricidad no ha sido representativo por la situación pandémica. Tomando los datos de OMIE [46], que aparecen representados en el siguiente gráfico:

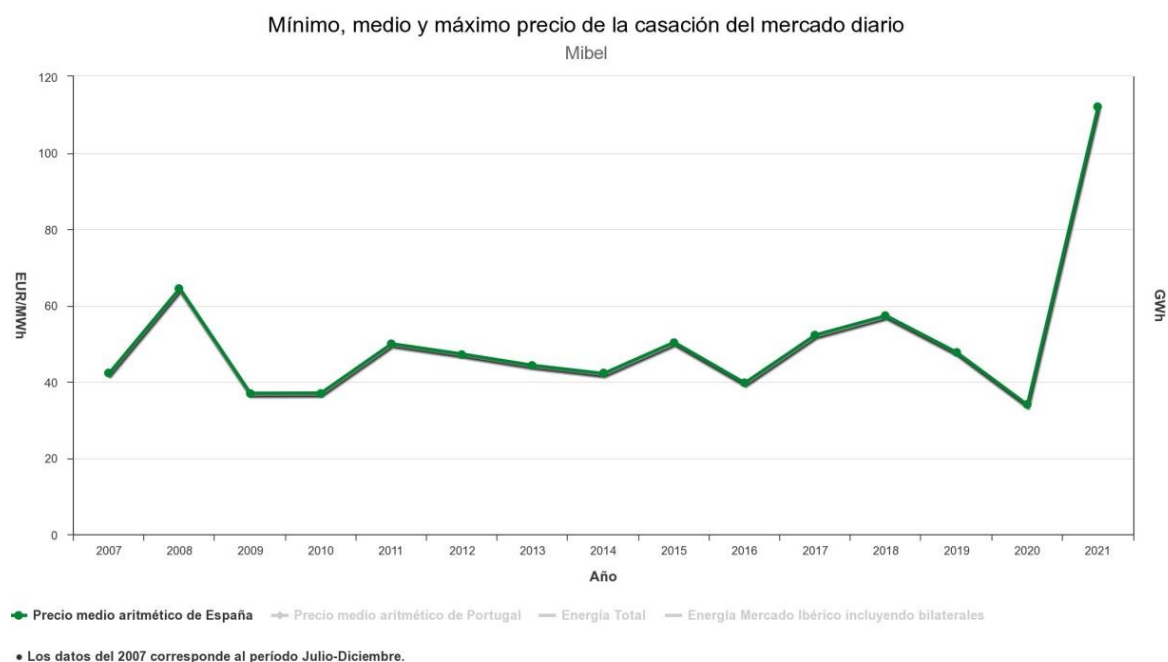


Ilustración 27. Precio medio electricidad en España por año. [46]

| Año                | Precio medio aritmético de España [€/MWh] |
|--------------------|-------------------------------------------|
| 2.012              | 47,23                                     |
| 2.013              | 44,26                                     |
| 2.014              | 42,13                                     |
| 2.015              | 50,32                                     |
| 2.016              | 39,67                                     |
| 2.017              | 52,24                                     |
| 2.018              | 57,29                                     |
| 2.019              | 47,68                                     |
| 2.020              | 33,96                                     |
| 2.021              | 111,93                                    |
| <b>Media total</b> | <b>52,67</b>                              |

Tabla 24. Coste medio electricidad por año en España. [46]



Al igual que en los ingresos se aplica misma estimación de consumo, número de usuarios y coeficiente de 15,5% por cantidad de cargadores. El consumo que se lleva a cabo anualmente sigue la siguiente fórmula:

$$Gasto_{anual} = \frac{\text{precio}_{\text{medioelectricidad}} \left[ \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right]}{1000} * 25\% * EV * 38,6 \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{semana}} \right] * 52 \left[ \frac{\text{semanas}}{\text{año}} \right] \quad [\text{€/año}]$$

*Ecuación 4. Cálculo gastos electricidad anuales.*

| Año  | EV     | 25% EV | Gasto anual electricidad |
|------|--------|--------|--------------------------|
| 2020 | 240    | 60     | 939,65 €                 |
| 2021 | 2.817  | 704    | 11.029,11 €              |
| 2022 | 5.394  | 1,349  | 21.118,57 €              |
| 2023 | 7.971  | 1,993  | 31.208,04 €              |
| 2024 | 10.548 | 2,637  | 41.297,50 €              |
| 2025 | 13.125 | 3,281  | 51.386,96 €              |
| 2026 | 15.702 | 3,926  | 61.476,42 €              |
| 2027 | 18.279 | 4,570  | 71.565,89 €              |
| 2028 | 20.856 | 5,214  | 81.655,35 €              |
| 2029 | 23.433 | 5,858  | 91.744,81 €              |
| 2030 | 26.010 | 6,503  | 101.834,27 €             |
| 2031 | 28.587 | 7,147  | 111.923,74 €             |
| 2032 | 31.164 | 7,791  | 122.013,20 €             |
| 2033 | 33.741 | 8,435  | 132.102,66 €             |
| 2034 | 36.318 | 9,080  | 142.192,13 €             |

*Tabla 25. Gastos anuales electricidad por recarga EV, sin tener en cuenta la inflación.*

Los costes debidos al mantenimiento rondan los 800 € anuales por punto de recarga [45], lo que supone un coste anual de 31.200 €.

Los gastos totales anuales aparecen recogidos en la siguiente tabla:

| <b>Año</b> | <b>Gasto Anual Total</b> |
|------------|--------------------------|
| 2020       | 32.139,65 €              |
| 2021       | 42.229,11 €              |
| 2022       | 52.318,57 €              |
| 2023       | 62.408,04 €              |
| 2024       | 72.497,50 €              |
| 2025       | 82.586,96 €              |
| 2026       | 92.676,42 €              |
| 2027       | 102.765,89 €             |
| 2028       | 112.855,35 €             |
| 2029       | 122.944,81 €             |
| 2030       | 133.034,27 €             |
| 2031       | 143.123,74 €             |
| 2032       | 153.213,20 €             |
| 2033       | 163.302,66 €             |
| 2034       | 173.392,13 €             |

*Tabla 26. Gastos totales anuales, sin tener en cuenta la inflación.*

## 2.4. Cuenta de resultados

Se realiza una cuenta de resultados asumiendo los gastos e ingresos anteriormente mencionados. Además se tendrá en cuenta:

- La amortización de la inversión inicial es de 15 años.
- Los impuestos se calculan al 30%.
- Se considerará un aumento de los ingresos estimados del 2,1% anualmente debido a la inflación (de media en 2021 en España fue de 3,1%), variación de precios e impuestos. Es una previsión más realista que la media. Con la situación actual el valor es muy superior, pero se estima que se reduzca. Se espera una situación más estable en los próximos años.
- Los gastos también variarán un 2,1% debido a la inflación.
- Intereses anuales son 4%. Se considera en este caso que se ha pedido un préstamo ICO para llevar a cabo la inversión a 15 años. [49] [50]

Para el cálculo de los ingresos y gastos futuros se ha tomado la siguiente fórmula:

$$FV = PV * (1 + r)^n$$

*Ecuación 5. Cálculo valor futuro.*

PV: valor en el presente

r: en este caso es la inflación considerada.

n: años respecto al actual

|                     | 1             | 2             | 3             | 4            | 5            |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| <b>Ingresos</b>     | 7.129,11 €    | 87.229,34 €   | 170.534,57 €  | 257.300,15 € | 347.634,67 € |
| <b>Costes fijos</b> | 31.200,00 €   | 31.855,20 €   | 32.524,16 €   | 33.207,17 €  | 33.904,52 €  |
| <b>Costes var.</b>  | 32.139,65 €   | 44.021,36 €   | 55.684,34 €   | 67.817,77 €  | 80.436,23 €  |
| <b>EBITDA</b>       | -56.210,53 €  | 11.352,78 €   | 82.326,06 €   | 156.275,21 € | 233.293,92 € |
| <b>Depreciación</b> | 142.123,17 €  | 142.123,17 €  | 142.123,17 €  | 142.123,17 € | 142.123,17 € |
| <b>EBITD</b>        | -198.333,70 € | -130.770,38 € | -59.797,10 €  | 14.152,05 €  | 91.170,76 €  |
| <b>Intereses</b>    | 96.494,15 €   | 96.494,15 €   | 96.494,15 €   | 96.494,15 €  | 96.494,15 €  |
| <b>Impuestos</b>    | -59.500,11 €  | -39.231,11 €  | -17.939,13 €  | 4.245,61 €   | 27.351,23 €  |
| <b>NOPAT</b>        | -235.327,74 € | -188.033,42 € | -138.352,12 € | -86.587,72 € | -32.674,62 € |

|                     | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Ingresos</b>     | 441.649,78 € | 539.460,22 € | 641.183,92 € | 746.942,13 € | 856.859,41 € |
| <b>Costes fijos</b> | 34.616,51 €  | 35.343,46 €  | 36.085,67 €  | 36.843,47 €  | 37.617,18 €  |
| <b>Costes var.</b>  | 93.554,77 €  | 107.188,81 € | 121.354,23 € | 136.067,32 € | 151.344,84 € |
| <b>EBITDA</b>       | 313.478,50 € | 396.927,95 € | 483.744,03 € | 574.031,34 € | 667.897,38 € |
| <b>Depreciación</b> | 142.123,17 € | 142.123,17 € | 142.123,17 € | 142.123,17 € | 142.123,17 € |
| <b>EBITD</b>        | 171.355,33 € | 254.804,78 € | 341.620,86 € | 431.908,17 € | 525.774,22 € |
| <b>Intereses</b>    | 96.494,15 €  | 96.494,15 €  | 96.494,15 €  | 96.494,15 €  | 96.494,15 €  |
| <b>Impuestos</b>    | 51.406,60 €  | 76.441,43 €  | 102.486,26 € | 129.572,45 € | 157.732,26 € |
| <b>NOPAT</b>        | 23.454,58 €  | 81.869,20 €  | 142.640,45 € | 205.841,57 € | 271.547,80 € |

|                     | 11           | 12             | 13             | 14             | 15             |
|---------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Ingresos</b>     | 971.063,82 € | 1.089.686,93 € | 1.212.863,98 € | 1.340.733,91 € | 1.473.439,51 € |
| <b>Costes fijos</b> | 38.407,14 €  | 39.213,69 €    | 40.037,18 €    | 40.877,96 €    | 41.736,40 €    |
| <b>Costes var.</b>  | 167.204,02 € | 183.662,53 €   | 200.738,57 €   | 218.450,81 €   | 236.818,43 €   |
| <b>EBITDA</b>       | 765.452,65 € | 866.810,70 €   | 972.088,23 €   | 1.081.405,14 € | 1.194.884,68 € |
| <b>Depreciación</b> | 142.123,17 € | 142.123,17 €   | 142.123,17 €   | 142.123,17 €   | 142.123,17 €   |
| <b>EBITD</b>        | 623.329,49 € | 724.687,54 €   | 829.965,06 €   | 939.281,98 €   | 1.052.761,51 € |
| <b>Intereses</b>    | 96.494,15 €  | 96.494,15 €    | 96.494,15 €    | 96.494,15 €    | 96.494,15 €    |
| <b>Impuestos</b>    | 186.998,85 € | 217.406,26 €   | 248.989,52 €   | 281.784,59 €   | 315.828,45 €   |
| <b>NOPAT</b>        | 339.836,49 € | 410.787,13 €   | 484.481,39 €   | 561.003,23 €   | 640.438,91 €   |

Tabla 27. Cuenta de resultados

## 2.5. Flujos de carga

|                       | 0               | 1               | 2               | 3               |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Beneficio neto</b> |                 | -235.327,74 €   | -188.033,42 €   | -138.352,12 €   |
| <b>Amortización</b>   |                 | 142.123,17 €    | 142.123,17 €    | 142.123,17 €    |
| <b>Inversión</b>      | 2.244.050,00 €  |                 |                 |                 |
| <b>Flujo de caja</b>  | -2.244.050,00 € | -93.204,57 €    | -45.910,25 €    | 3.771,04 €      |
| <b>Flujo acum.</b>    | -2.244.050,00 € | -2.337.254,57 € | -2.383.164,82 € | -2.379.393,78 € |

|                       | 4               | 5               | 6               | 7               |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Beneficio neto</b> | -86.587,72 €    | -32.674,62 €    | 23.454,58 €     | 81.869,20 €     |
| <b>Amortización</b>   | 142.123,17 €    | 142.123,17 €    | 142.123,17 €    | 142.123,17 €    |
| <b>Inversión</b>      |                 |                 |                 |                 |
| <b>Flujo de caja</b>  | 55.535,45 €     | 109.448,55 €    | 165.577,75 €    | 223.992,36 €    |
| <b>Flujo acum.</b>    | -2.323.858,33 € | -2.214.409,78 € | -2.048.832,03 € | -1.824.839,67 € |

|                       | 8               | 9               | 10            | 11            |
|-----------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| <b>Beneficio neto</b> | 142.640,45 €    | 205.841,57 €    | 271.547,80 €  | 339.836,49 €  |
| <b>Amortización</b>   | 142.123,17 €    | 142.123,17 €    | 142.123,17 €  | 142.123,17 €  |
| <b>Inversión</b>      |                 |                 |               |               |
| <b>Flujo de caja</b>  | 284.763,62 €    | 347.964,74 €    | 413.670,97 €  | 481.959,66 €  |
| <b>Flujo acum.</b>    | -1.540.076,05 € | -1.192.111,32 € | -778.440,35 € | -296.480,69 € |

|                       | 12           | 13           | 14             | 15             |
|-----------------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| <b>Beneficio neto</b> | 410.787,13 € | 484.481,39 € | 561.003,23 €   | 640.438,91 €   |
| <b>Amortización</b>   | 142.123,17 € | 142.123,17 € | 142.123,17 €   | 142.123,17 €   |
| <b>Inversión</b>      |              |              |                |                |
| <b>Flujo de caja</b>  | 552.910,29 € | 626.604,56 € | 703.126,40 €   | 782.562,08 €   |
| <b>Flujo acum.</b>    | 256.429,60 € | 883.034,16 € | 1.586.160,56 € | 2.368.722,64 € |

Tabla 28. Flujos de Caja.

## 2.6. Valor actual neto y periodo de recuperación

Para comprobar si la inversión realizada en los cargadores de EV públicos es rentable o no, se comprobará el Valor Actual Neto y el tiempo de recuperación de la inversión:

**Valor Actual Neto (VAN):** Es un criterio de inversión que consiste en comparar los flujos de caja de un proyecto con respecto a la inversión inicial, para conocer si se va a ganar o perder con esa inversión.

El criterio de decisión sigue la siguiente pauta:

- $VAN > 0$ : El proyecto de inversión generará beneficios, por lo que se acepta.
- $VAN = 0$ : El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas; invertir o no es indiferente.
- $VAN < 0$ : El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que se rechaza.

Se calcula de la siguiente manera:

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+i)^n}$$

*Ecuación 6. Cálculo Valor Actual Neto.*

Donde:

$I_0$ : Inversión inicial.

N: Número de años.

$C_n$ : Flujo de caja del año n.

i: Tipo de interés.

Para diferentes tipos de interés los resultados son los siguientes:

- $i=2,5\%$

$$VAN = 1,209,536.95 \text{ €} > 0$$

- $i=5\%$

$$VAN = 367,513.75 \text{ €} > 0$$

En ambos casos al ser el VAN mayor que 0 el proyecto es rentable.

**Periodo de recuperación (PRI):** Determina el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial del proyecto. En función si es mucho o poco, la empresa lo considera o no rentable.

Se calcula de la siguiente manera:

$$PRI = \text{último periodo con flujo negativo} + \left( \frac{|\text{último acumulado negativo}|}{\text{flujo de caja siguiente periodo}} \right)$$

*Ecuación 7. Cálculo Periodo de Recuperación.*

En este caso el PRI es 10 años y 6 meses, tiempo que resulta adecuado para recuperar la inversión inicial, y por tanto, es viable llevar a cabo el proyecto. Porque aunque la recuperación no sea inmediata, la vida de la inversión son 15 años y los beneficios que se obtendrán según los datos estimados son positivos.

Ambos indicadores confirman que realizar el proyecto es rentable, sin embargo la inversión inicial a realizar es alta lo que podría suponer un inconveniente inicialmente.

ANEXO IV:

ESTUDIO MEDIO  
AMBIENTAL





## Índice Estudio Medio Ambiental

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Introducción .....              | 139 |
| Contaminación atmosférica ..... | 139 |



## 1. Introducción

El desarrollo de las infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos tiene como principal objetivo una contribución en la transición hacia la movilidad eléctrica y limpia y, por tanto, poco a poco reducir las emisiones debidas al tráfico rodado.

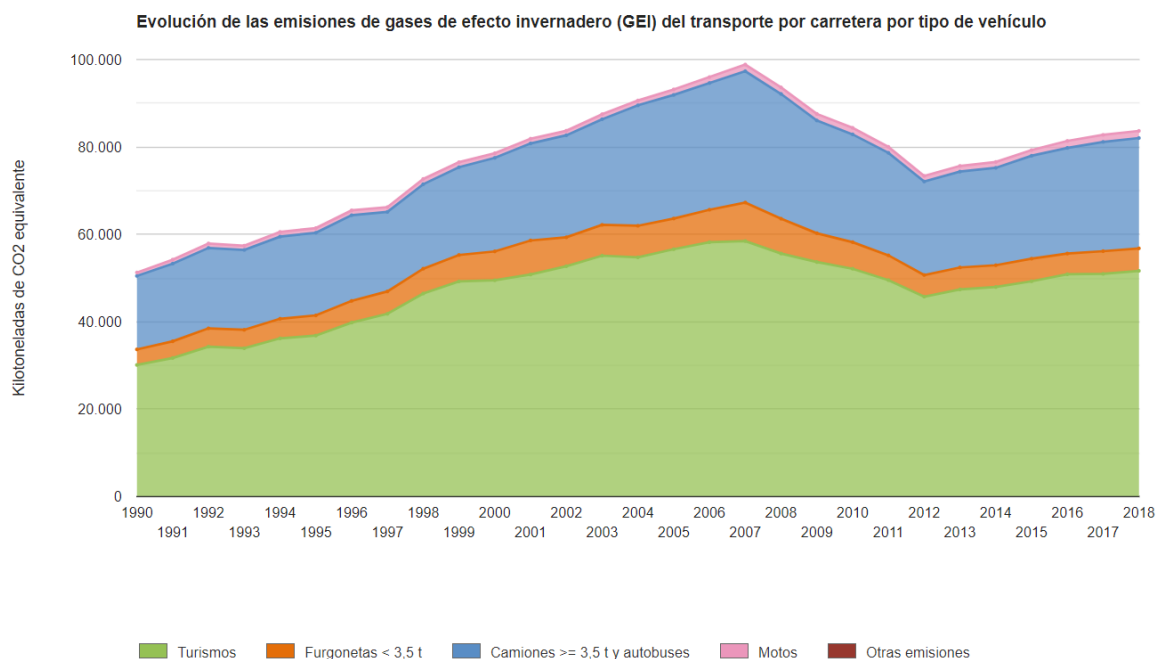
La escasa red de cargadores eléctricos hasta ahora existente, concentrada principalmente en grandes ciudades es, entre otros, uno de los principales motivos por los cuales la transición hacia la movilidad eléctrica está siendo más lenta de lo esperado. La ampliación y extensión de esta red permitirá a los usuarios poder sustituir sus vehículos de combustión por EV en cualquier región de España y no estar solo centrada en las grandes capitales.

El aumento de los EV favorecerá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sobre todo en los núcleos de población.

## 2. Contaminación atmosférica

Según los planes del PNIEC, 2021-2030, se pretende una descarbonización de todos los sectores en España, entre ellos el del transporte y la movilidad, que deben reducir sus emisiones 27 Mt CO<sub>2</sub>-eq.

El sector de la movilidad-transporte fueron los causantes en el año 2017 del 26% de las emisiones de gases de efecto invernadero. La reducción de 27 Mt CO<sub>2</sub>-eq entre 2021 y 2030, supone una reducción del 33%. La principal fuerza impulsora de este proceso es un cambio en el modo en el que se lleva a cabo la movilidad que afectará, según el PNIEC, al 35% de los pasajeros-km que actualmente se realizan en vehículos de combustión. Para ello, se pretende que a partir de 2023 se establezca en las ciudades de más de 50.000 habitantes delimitación de zonas de bajas emisiones con acceso limitado a los vehículos más contaminantes y el aumento de la movilidad eléctrica que alcanza en 2030 el 28% (5 millones de EV) y el uso de biocarburantes avanzados.



*Gráfica 9. Emisiones de gases de efecto invernadero del transporte por carretera según tipo de vehículo. [50]*

Un coche con motor de combustión, de tamaño medio emite de media 121 g CO<sub>2</sub>-eq por cada kilómetro que recorre, un coche eléctrico, de características similares, emite de media 43 g CO<sub>2</sub>-eq por cada kilómetro, aproximadamente un 36% de lo que emite el de combustión. [53] A continuación, se recoge un cuadro con las emisiones en función del tipo de transporte:

| Transporte                   | G CO <sub>2</sub> /km |
|------------------------------|-----------------------|
| <b>Avión</b>                 | 192                   |
| <b>Turismo</b>               | 121                   |
| <b>Motocicleta</b>           | 53                    |
| <b>Autobús urbano</b>        | 49                    |
| <b>Interurbano</b>           | 32                    |
| <b>Turismo eléctrico</b>     | 43                    |
| <b>Motocicleta eléctrica</b> | 17                    |
| <b>Metro/tranvía</b>         | 30                    |
| <b>Bicicleta eléctrica</b>   | 3                     |

*Tabla 29. Emisiones de co2 por modos de transporte motorizado. [53]*

Si se consideran los datos ofrecidos por el PNIEC sobre el número de EV para el año 2030, 5.000.000, de los cuales 3 millones son turismos y 2 millones son motocicletas, camiones ligeros y autobuses, la reducción de emisiones debida a la sustitución de ese número de vehículos convencionales por EV sería la siguiente, considerando las siguientes hipótesis:

- Los 3 millones de turismos sustituirán a vehículos convencionales de combustión.
- De los otros 2 millones, se considera que la mitad son motocicletas y la otra mitad autobuses y camiones ligeros. Para el cálculo de las emisiones en su versión eléctrica se tomarán como si fueran metro/tranvía y en el caso la versión de combustión, se calcularán tomando el dato de autobuses urbanos. Para las motocicletas se sustituirá por sus respectivas en versión eléctrica.
- Los conductores españoles realizan una media de 17.000 km anuales.

El CO<sub>2</sub> que se dejaría de emitir debido a los vehículos de combustión, en el año 2030, sería:

$$CO_2 \text{ turismos combustión} = 3.000.000 * 17.000 * 121 \text{ g} \frac{CO_2}{km} = 6,171 \text{ Mt } CO_2$$

*Ecuación 8. Emisiones no emitidas por turismos de combustión.*

$$CO_2 \text{ motocicletas combustión} = 1.000.000 * 17.000 * 53 \text{ g} \frac{CO_2}{km} = 0,9 \text{ Mt } CO_2$$

*Ecuación 9. Emisiones no emitidas por motocicletas de combustión.*

$$CO_2 \text{ autobuses combustión} = 1.000.000 * 17.000 * 49 \text{ g} \frac{CO_2}{km} = 0,833 \text{ Mt } CO_2$$

*Ecuación 10. Emisiones no emitidas por autobuses de combustión.*

Las emisiones debidas a los EV son las siguientes:

$$CO_2 \text{ EV} = 3.000.000 * 17.000 * 43 \text{ g} \frac{CO_2}{km} = 2,193 \text{ Mt } CO_2$$

*Ecuación 11. Emisiones debidas a turismos eléctricos.*

$$CO_2 \text{ EV} = 1.000.000 * 17.000 * 17 \text{ g} \frac{CO_2}{km} = 0,867 \text{ Mt } CO_2$$

*Ecuación 12. Emisiones debidas a motocicletas eléctricos.*

$$CO_2 \text{ EV} = 1.000.000 * 17.000 * 30 \text{ g} \frac{CO_2}{km} = 0,51 \text{ Mt } CO_2$$

*Ecuación 13. Emisiones debidas a travía/metro eléctricos.*

Si calculamos para todos los años, desde 2020, suponiendo un crecimiento lineal del número de EV, desde los datos de 2020 hasta los 5.000.000 del año 2030, el ahorro de emisiones debido al uso del EV es el siguiente: [55]

| año                              | EV        | Turismos  | Motocicletas | Autobuses/<br>Camiones | Mt CO2<br>veh.<br>Gasolina | Mt CO2<br>veh.<br>Electricos | Mt CO2<br>no<br>emitido |
|----------------------------------|-----------|-----------|--------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 2021                             | 198.000   | 118.800   | 39.600       | 39.600                 | 0,313                      | 0,118                        | 0,195                   |
| 2022                             | 731.555   | 438.933   | 146.311      | 146.311                | 1,157                      | 0,438                        | 0,719                   |
| 2023                             | 1.265.111 | 759.067   | 253.022      | 253.022                | 2,000                      | 0,757                        | 1,243                   |
| 2024                             | 1.798.666 | 1.079.200 | 359.733      | 359.733                | 2,844                      | 1,076                        | 1,767                   |
| 2025                             | 2.332.222 | 1.399.333 | 466.444      | 466.444                | 3,687                      | 1,396                        | 2,292                   |
| 2026                             | 2.865.778 | 1.719.467 | 573.156      | 573.156                | 4,531                      | 1,715                        | 2,816                   |
| 2027                             | 3.399.333 | 2.039.600 | 679.867      | 679.867                | 5,374                      | 2,034                        | 3,340                   |
| 2028                             | 3.932.889 | 2.359.733 | 786.578      | 786.578                | 6,218                      | 2,353                        | 3,864                   |
| 2029                             | 4.466.444 | 2.679.867 | 893.289      | 893.289                | 7,061                      | 2,673                        | 4,389                   |
| 2030                             | 5.000.000 | 3.000.000 | 1.000.000    | 1.000.000              | 7,905                      | 2,992                        | 4,913                   |
| <b>Total reducción de Mt CO2</b> |           |           |              |                        |                            |                              | <b>25,538</b>           |

*Tabla 30. Emisiones CO2 por año.*

Según los resultados de la tabla anterior, se podría asumir que van a alcanzarse los objetivos establecidos en el PNIEC. Pues aunque la disminución de emisiones en el transporte no alcanza las 27 Mt CO<sub>2</sub>-eq en el periodo comprendido entre 2021 y 2030, se dejan de emitir hasta 25,538 Mt CO<sub>2</sub>-eq y en este caso, solo se está teniendo en cuenta la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas la sustitución de vehículos de combustión y crecimiento de la movilidad eléctrica. Pero existen más medidas que se deben de poner en marcha en el sector, por lo que, será posible una reducción, aun mayor, de las emisiones que causadas por al transporte y la movilidad.

ANEXO V:

INTEGRACIÓN DE LOS  
OBJETIVOS DE  
DESARROLLO SOSTENIBLE





En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, con el objetivo que los países y sociedades se comprometieran a iniciar un proceso de mejora para todos, sin dejar a nadie atrás. En ella se definieron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, en los que se recogen una serie de metas que deben alcanzarse para garantizar el fin de la pobreza proteger el planeta y garantizar paz y prosperidad para el año 2030. Defienden que el desarrollo de la sociedad de estar acompañado de la sostenibilidad de la sociedad, de la economía y del medio ambiente.

Son 17 Objetivos con 169 metas de carácter integrado e indivisible que deberán lograrse para el año 2030.



*Ilustración 28. Listado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. [Naciones Unidas]*

Estos Objetivos no son solo responsabilidad de los gobiernos, organismos y grandes empresa, toda la sociedad debe poner de su parte y adquirir este compromiso para poder lograrlos. Hacer que la sostenibilidad sea un aspecto fundamental en el desarrollo. Por ello, el presente proyecto también busca esta implicación con los ODS y pretende ser ejemplo del progreso y desarrollo tecnológico luchando a la vez contra el cambio climático y la disminución de los gases de efecto invernadero que ponen en peligro al medio ambiente y a la sociedad.

## Aplicación

Los ODS se pueden clasificar en tres categorías distintas según en qué están enfocados: del 1 al 6 los relacionados con la sociedad, del 7 al 12 los relacionados con la economía y del 13 al 17 los relacionados con el medio ambiente. En este caso son varios los ODS con los que el proyecto se identifica y de los cuales cumple metas concretas tanto directa como indirectamente, pero los siguientes Objetivos son con los que más implicación tiene:

- *Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante.* Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países, en particular los países menos adelantados y garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. Con este proyecto se pretende facilitar el acceso, a todos los usuarios de EV, a puntos de recarga independientemente de si viven en zonas más urbanizadas o menos y más alejadas de las principales ciudades. Igualando así, las diferencias existentes entre el repostaje o carga eléctrica, en cuanto a accesibilidad, lo que fomentará que nuevos usuarios se inclinen por la movilidad limpia.
- *Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura.* Desarrollar y modernizar las infraestructuras para que sean fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, apoyando el desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios. Se busca la adaptación de la sociedad a las nuevas tecnologías y movilidad más sostenible, transformando las infraestructuras, que favorecen la integración del EV.
- *Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles.* Las ciudades y áreas metropolitanas acogen a la mayoría de la población y continúan creciendo, en ellas se producen la mayoría del desarrollo económico y además, representan alrededor del 70 % de las emisiones de carbono mundiales. Por ellos se busca, el adoptar e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático, en este caso mediante el impulso y desarrollo de una movilidad más limpia y así reducir el impacto ambiental negativo per capita de las ciudades, entre ellos prestando atención a la calidad del aire.
- *Objetivo 13: Acción por el clima.* Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Este podría considerarse el objetivo más destacado. El transporte es una de las principales fuentes de contaminación por la emisión de gases de efecto invernadero. El despliegue de puntos de recarga para EV contribuye en la transición a la movilidad limpia, permitiendo que los vehículos de combustibles fósiles sean cada vez más prescindibles, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero. Y es el principal objetivo por el cual se lleva a cabo el proyecto.

# Bibliografía

---



- [1]. United Nations. [2015]. *“El Acuerdo de París”*. Naciones Unidas. [En línea] El Acuerdo de París | Naciones Unidas
- [2]. United Nations. [En línea] Búsqueda | Naciones Unidas
- [3]. COP26. UN Climate Change Conference (COP26) at the SEC – Glasgow 2021 [En línea]. Inicio - Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26) en la SEC – Glasgow 2021 (ukcop26.org)
- [4]. CABALLERO Á. *“¿Qué supone el acuerdo de Glasgow para el planeta?”* RTVEes [En línea]. 2021 Nov 14. ¿Qué supone el acuerdo de Glasgow para el planeta? (rtve.es)
- [5]. *“¿Qué son las conferencias COP de cambio climático?”* [En línea]. El Orden Mundial - EOM. 2020 ¿Qué son las conferencias COP de cambio climático? - El Orden Mundial - EOM
- [6]. COP26 Glasgow o Cumbre del Clima 2021: Resumen de los acuerdos [En línea]. Greenteach. [2021] ▷ COP26 Glasgow o Cumbre del Clima 2021: Resumen de los acuerdos (greenteach.es)
- [7]. MITECO. [Enero 2020]. *“Plan Nacional Integrado De Energía Y Clima 2021-2030”*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. [En línea] pniececompleto\_tcm30-508410.pdf (miteco.gob.es)
- [8]. BOE. *“Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética”*. 2021 <https://www.boe.es/boe/dias/2021/05/21/pdfs/BOE-A-2021-8447.pdf>
- [9]. Parque de vehículos. DGT Tablas estadísticas (dgt.es)
- [10]. *“Historia del vehículo eléctrico”*. Electromovilidad [En línea]. Electromovilidad. [2022] Historia del vehículo eléctrico - Electromovilidad
- [11]. Tipos de Coches Eléctricos. *“¿Cuál es la mejor opción y sus diferencias?”* [En línea]. Curso Automotriz. [2019]. Tipos de Coches Eléctricos ¿Cuál es la mejor opción y sus diferencias? (autoavance.co)
- [12]. Arnau. *“Vehículos eléctricos y tipos de cargadores”*. GSE Eficiencia Energetica [En línea]. Gestión Servicios. [2021]. Vehículos eléctricos y tipos de cargadores | GSE Eficiencia Energetica (gestionsservicios.com)
- [13]. Miguel Ángel H. *“Estos son los seis tipos de coches eléctricos y electrificados”*. [En línea]. Motorpasión. [2021] Estos son los seis tipos de coches eléctricos y electrificados, por si estás buscando uno de segunda mano (motorpasion.com)
- [14]. Arnau. *“Vehículos eléctricos y tipos de cargadores”*. GSE Eficiencia Energetica [En línea]. Gestión Servicios. [2021]. Vehículos eléctricos y tipos de cargadores | GSE Eficiencia Energetica (gestionsservicios.com)
- [15]. *“Todos los tipos de cargadores para coches eléctricos y su velocidad”*. [En línea]. Motor. [2020]. Todos los tipos de cargadores para coches eléctricos y su velocidad - Motor.es
- [16]. Den. *“Cuáles son los tipos de cargadores de vehículos eléctricos”*. Blog del AUTODOC CLUB. [En línea]. Autodoc. [2021]. Cuáles son los tipos de cargadores de vehículos eléctricos (autodoc.es)
- [17]. Cargacoches. *“Todo lo que necesitas saber de cargadores de Vehículos Eléctricos”*. [En línea]. Cargacoches. [2020]. Todo lo que necesitas saber de cargadores para Vehículos Eléctricos (cargacoches.com)
- [18]. Tipos de recarga eléctrica. [En línea]. Repsol. [2022]. Tipos de recarga eléctrica (repsol.es)

- [19]. Pedro A. A. *“Introducción a las propiedades geotécnicas de la fm Gijón En El Entorno De La Ciudad De Gijón (Asturias)”*. Trabajo Fin De Máster Universidad De Oviedo. [2017] <https://docplayer.es/54828255-Introduccion-a-las-propiedades-geotecnicas-de-la-fm-gijon-en-el-entorno-de-la-ciudad-de-gijon-asturias-trabajo-fin-de-master-universidad-de-oviedo.html>
- [20]. Observatorio del Vehículo Eléctrico y Movilidad Sostenible – OVEMS [En línea]. [2021] Observatorio del Vehículo Eléctrico y Movilidad Sostenible – DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS – IIT
- [21]. ANFAC | Barómetro de electro-movilidad [En línea]. [2020]. ANFAC | Barómetro de electro-movilidad
- [22]. Faconauto. [en línea]. [2022]. Faconauto - Faconauto
- [23]. PMISS. Web Municipal del Ayuntamiento de Gijón [En línea]. Ayuntamiento de Gijón. [2022]. Plan integral de movilidad sostenible y segura de Gijón/Xixón (2018-2024) | Web de Gijón (gijon.es)
- [24]. Mapa de las subestaciones. ]. Eredesdistribucion. [en línea]. [2022]. Solicitud de acometida de electricidad - Gestiones online - E-REDES (eredesdistribucion.es)
- [25]. BOE. *“Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética”*. [En línea]. [2021]. BOE.es - BOE-A-2021-8447 Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
- [26]. BOE. *“Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 “Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos”, del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.* [En línea]. [2014]. BOE.es - BOE-A-2014-13681 Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- [27]. Foro ciudad. Habitantes Gijón 1900-2021. [En línea]. <https://www.foro-ciudad.com/asturias/gijon/habitantes.html>
- [28]. Mapas de tráfico | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana [En línea]. [2018]. Mapas de tráfico | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (mitma.es)
- [29]. Ecoticias. Transporte pesado con camiones eléctricos [En línea]. Noticias de Ecología y Medio Ambiente. [2021]. <https://www.ecoticias.com/movilidad-electrica/211886/transporte-pesado-camiones-electricos>
- [30]. Estadísticas | CORES [En línea]. Cores. [2019]. <https://www.cores.es/es/estadisticas>
- [31]. Homepage | European Alternative Fuels Observatory [En línea]. Europa.eu. [2022]. Country detail | EAFO
- [32]. DATADIS/Consultas. La plataforma de datos de consumo eléctrico. | DATADIS [En línea]. Datadis. [2022]. DATADIS/Consultas. La plataforma de datos de consumo eléctrico. | DEV DATADIS

- [33]. Siemens. <https://www.energy.siemens.com/hq/en/services/power-transmission-distribution/power-technologies-international/software-solutions/>
- [34]. ¿Qué métodos existen para recargar un vehículo eléctrico? | Kia se pasa a la electricidad [En línea]. Kia. [2022] ¿Qué métodos existen para recargar un vehículo eléctrico? | Kia se pasa a la electricidad
- [35]. “*REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN: REBT y sus instrucciones técnicas complementarias.*”
- [36]. UNE 21144-1-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad... [En línea]. Une. [2019] UNE 21144-1-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad...
- [37]. XZ1 AL 0,6/1KV. Telecnor. [En línea]. [2014]. XZ1 AL 0,6/1KV | Telecnor
- [38]. BOE. “*Real Decreto 1125/2021, de 21 de diciembre, por el que se regula la concesión de subvenciones directas a las empresas distribuidoras de energía eléctrica para la realización de inversiones de digitalización de redes de distribución de energía eléctrica y en infraestructuras para la recarga del vehículo eléctrico con cargo a los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.*” [En línea]. [2021]. BOE.es - BOE-A-2021-21107 Real Decreto 1125/2021, de 21 de diciembre, por el que se regula la concesión de subvenciones directas a las empresas distribuidoras de energía eléctrica para la realización de inversiones de digitalización de redes de distribución de energía eléctrica y en infraestructuras para la recarga del vehículo eléctrico con cargo a los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.
- [39]. Antonio H. G., Moretón J. “*La importancia de las redes de distribución eléctrica en la transición energética: análisis de la nueva ...*” [En línea]. elEconomista. [2022]. La importancia de las redes de distribución eléctrica en la transición energética: análisis de la nueva regulación - elEconomista.es
- [40]. Programa MOVES III | Idae [En línea]. Idae. [2021]. Programa MOVES III | Idae
- [41]. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico 5869 .[En línea]. Disposición 5869 del BOE núm. 89 de 2021
- [42]. Estudio sobre el despliegue de la infraestructura de carga del vehículo eléctrico en España [En línea]. [https://ecodes.org/images/que-hacemos/01.Cambio\\_Climatico/Incidencia\\_politicas/Movilidad/Ene21\\_Estudio\\_sobre\\_el\\_despliegue\\_de\\_infraestructura.pdf](https://ecodes.org/images/que-hacemos/01.Cambio_Climatico/Incidencia_politicas/Movilidad/Ene21_Estudio_sobre_el_despliegue_de_infraestructura.pdf)
- [43]. Carlos. “*¿Cuánto cuesta cargar un coche eléctrico en un punto de recarga?*” Punto y Carga [En línea]. [2022] ¿Cuánto cuesta cargar un coche eléctrico en un punto de recarga? - Punto y Carga
- [44]. Mantenimiento del punto de recarga [En línea]. Hogarsense. [2022]. <https://www.hogarsense.es/energia-solar/mantenimiento-punto-de-recarga>
- [45]. Omie. Mínimo, medio y máximo precio de la casación del mercado diario | OMIE [En línea]. [2019]. Mínimo, medio y máximo precio de la casación del mercado diario | OMIE
- [46]. SEO PZT. Puntos de recarga de Vehículo Eléctrico. Ayuntamientos y Administraciones [En línea]. Cargacoches. [2022].▷ Puntos de recarga de Vehículo Eléctrico | Ayuntamientos y Administraciones (cargacoches.com)

- [47]. ANFAC | Mapa de Infraestructuras de Recarga de Acceso Público en España para 2021-2030 [En línea]. Anfac.com. [2021]. <https://anfac.com/publicaciones/mapa-de-infraestructuras-de-recarga-de-acceso-publico-en-espana-a-2021-2030/>
- [48]. BBVA ESPAÑA. Cómo funcionan los préstamos ICO [En línea]. Bbva.es. BBVA School. [2019]. Cómo funcionan los préstamos ICO | BBVA España
- [49]. ICO. Nuestras prioridades [En línea]. [2021]Nuestras prioridades (ico.es)
- [50]. Base de Datos OTLE [En línea]. Fomento.gob.es. [2020]. Base de Datos OTLE (fomento.gob.es)
- [51]. Spain. Spain - Countries & Regions - IEA [En línea]. IEA. [2021] Spain - Countries & Regions - IEA
- [52]. Portal del Observatorio del Transporte y la Logística en España | OTLE [En línea]. Mitma. [2020]. Portal del Observatorio del Transporte y la Logística en España | OTLE (mitma.es)
- [53]. Emisiones de CO2 por modos de transporte motorizado | IDAE Movilidad Sostenible [En línea]. Movilidad-idae. [2022] Emisiones de CO2 por modos de transporte motorizado | IDAE Movilidad Sostenible (movilidad-idae.es)
- [54]. Emisiones de CO2 por modos de transporte motorizado | IDAE Movilidad Sostenible [En línea]. Movilidad-idae. [2022]. Eléctricos, híbridos, diésel y gasolina: ¿cuántas emisiones producen en su vida útil? (caranddriver.com)
- [55]. Miguel Ángel M.. *“España solo tiene un 4% de los vehículos eléctricos previstos para 2030”*. [En línea]. Business Insider España. [2021]. España solo tiene un 4% de los vehículos eléctricos previstos para 2030 | Business Insider España
- [56]. Maria Jose Gamez. Portada - Desarrollo Sostenible [Internet]. Desarrollo Sostenible. 2022 [cited 2022 Jul 5]. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- [57]. Maria Jose G. Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. [en línea].Desarrollo Sostenible. 2022. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [58]. María Fernanda L. *“Los ODS en el sector de la logística y el transporte”* - La comunidad logística de Sudamérica [En línea]. 2020. <https://logisticasud.enfasis.com/logistica-y-distribucion/los-ods-en-el-sector-de-la-logistica-y-el-transporte/>
- [59]. Inicio - IMS - Instituto de Movilidad Sostenible [Internet]. IMS - Instituto de Movilidad Sostenible. 2020. <https://i-movilidad.com/>



