

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTES DE
SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE MUY ALTA
TENSIÓN ENTRE DIFERENTES TECNOLOGÍAS: AIS
Y GIS.**

AUTOR: Santiago Freire Pérez

DIRECTOR: Matías Juan Sánchez Mingarro

MADRID, Septiembre 2018

Índice de documentos

DOCUMENTO I. MEMORIA

Parte I. Memoria	pág. 8 a 40	31 páginas
Parte II. Cálculos	pág. 41 a 48	8 páginas
Parte III. Manual de usuario	pág. 49 a 56	9 páginas
Parte IV. Código fuente	pág. 57 a 123	69 páginas

DOCUMENTO II. PRESUPUESTO

1. Mediciones	pág. 5 a 12	8 páginas
---------------	-------------	-----------

Autorizada la entrega del proyecto del alumno:

Santlugo Freire Pérez

Fdo.: 

Fecha: 11 / 09 / 2018

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Matias Juan Sánchez Mingarro

Fdo.:

Fecha:

24/09/2018



Vº Bº DEL COORDINADOR DE PROYECTOS

Fernando de Cuadra García

Fdo.: 

Fecha: 26 / 9 / 18

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1°. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Santiago Freije Pérez

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Análisis comparativo de costes de subestaciones eléctricas a muy alta tensión, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2°. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor CEDE a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3°. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4°. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5°. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que

pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 26 de septiembre de 2018

ACEPTA

Fdo. 

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Resumen

Este proyecto consiste en el diseño de una herramienta que realice análisis técnico-económicos para determinar la tecnología que se utilizará para construir una subestación en función de los factores elegidos por el usuario.

A través de los diferentes documentos que conforman el proyecto, se pretende llevar a cabo una descripción del proceso de diseño de la herramienta, de los elementos que la componen y del uso de la herramienta.

La herramienta estará programada en C. La programación de la herramienta incluirá medidas para asegurar que se tengan que introducir los valores establecidos por el programa. Los resultados del análisis se podrán comprobar en un archivo de texto.

El objetivo principal del proyecto es diseñar y programar una herramienta que sea capaz de elegir la tecnología de aprovechamiento del espacio óptima para cada situación. La herramienta será capaz de realizar análisis de una manera rápida y objetiva. Mostrará cuáles han sido los factores más influyentes en dicho cálculo y el porcentaje de mejora respecto a las otras soluciones posibles, facilitando así la gestión de información.

La tecnología AIS y la tecnología GIS estarán incluidas en la herramienta. Se tendrá en consideración todas las características asociadas a cada tecnología.

La herramienta tendrá incluida las tensiones de muy alta tensión utilizadas en la península y en los archipiélagos. Se mostrará cuáles son las configuraciones más habituales en función del nivel de tensión.

La herramienta permitirá la selección del número de parques que se desean en la subestación. Las subestaciones diseñadas por la herramienta podrán tener hasta 2 parques. El número total de parques afectará a otros factores como los transformadores.

La elección de los transformadores se realizará en los casos que se haya seleccionado que la subestación tenga 2 parques. La selección del transformador incluye desde el número total de transformadores en la subestación hasta la elección de la potencia del transformador en los casos que haya varias opciones posibles para la potencia debido a la relación de transformación.

Las características de la herramienta han sido basadas en las magnitudes eléctricas de los parques de distintas tensiones que han sido considerados en la herramienta. Las magnitudes eléctricas que destacan son: la tensión nominal, la tensión más elevada del material, la corriente nominal y la intensidad de cortocircuito. También se ha considerado el nivel de aislamiento necesario para la herramienta. Los niveles de aislamiento considerados son los más conservativos posibles para cada nivel de tensión. La herramienta que se ha incluido en la herramienta se

corresponde con la aparamenta convencional que se utiliza en la tecnología AIS y con las celdas que se utilizan para la tecnología GIS.

La red de tierras incluida en la herramienta será una malla subterránea de cable de cobre. La sección de esta malla dependerá de la superficie de la subestación, de si la subestación es considerada crítica y de la intensidad de cortocircuito que irá por la red de tierras de la subestación. Este proceso se ha automatizado, es decir, en función de las opciones elegidas, la herramienta calculará automáticamente la sección mínima del cable que cumpla con la normativa.

Respecto a las estructuras metálicas necesarias para la sujeción, soporte y amarre de los aparatos, se ha incluido el precio correspondiente a las estructuras en función de la configuración y el valor de tensión. Estas estructuras ayudarán a mantener las distancias de seguridad establecidas en la herramienta.

El movimiento de tierras considerado en la herramienta es común para la tecnología GIS y AIS. Se busca dejar el terreno con las condiciones necesarias para la instalación de la aparamenta y la construcción de las estructuras de la subestación.

Se han incluido en la herramienta las edificaciones existentes en las subestaciones en función de la tecnología utilizada. Las edificaciones de la tecnología AIS son la caseta para los relés y el edificio de mando y control de la subestación. Las edificaciones para la tecnología GIS consisten en el mismo edificio de mando y control que se utiliza en la tecnología AIS y en el edificio donde estará situada la aparamenta GIS.

Se han incluido varios sistemas que forman parte de las subestaciones para que la herramienta sea lo más realista posible. Estos sistemas son: sistema de protecciones, sistema de mando y control, sistema de comunicaciones, sistema de servicios auxiliares, sistema de antiintrusismo y conraincendios y sistema de iluminación. Estos sistemas contarán con las mismas características para las tecnologías GIS y AIS.

El sistema de protecciones buscará ser seguro, fiable, selectivo y rápido por lo que incluirá las siguientes protecciones: protección de barras, protección de líneas, protección de interruptor y protección de transformadores.

El sistema de mando y control de la subestación busca que sea capaz de tener el control de toda la subestación y ser capaz de recoger información para el telecontrol.

El sistema de telecomunicaciones estará basado en la tecnología SDH y será completamente mallado en lo referente a las protecciones y radial en lo referente al telecontrol.

Los servicios auxiliares de una subestación de alta tensión incluidos en la herramienta están constituidos fundamentalmente por las fuentes de alimentación y los sistemas de distribución de energía eléctrica que son necesarios para asegurar el funcionamiento de la instalación. La alimentación para la corriente alterna proviene de las siguientes fuentes de alterna: línea de media tensión, grupo electrógeno o terciario de un transformador. El usuario puede elegir la combinación que desee de estas fuentes de alimentación. La alimentación de corriente continua se realiza con fuentes de corriente alterna que se transforma en continua gracias a grupos rectificadores-batería.

Los sistemas de antiintrusismo y contraincendios serán los necesarios para evitar la entrada de intrusos en la subestación y los incendios.

El sistema de iluminación se diseñará para asegurar la correcta iluminación de los espacios exteriores e interiores de la subestación. También contará con un sistema de iluminación de emergencia.

El programa tiene incorporado unas cuestiones para determinar la tecnología en función del posible impacto medioambiental que pueda causar la subestación. Se tendrá en cuenta el impacto a la avifauna, el tipo de suelo donde estará ubicada la subestación y la posible contaminación a los acuíferos.

Una vez que la herramienta haya tenido en consideración todos los factores, realizará el análisis y explicará cuál es la mejor tecnología. Se mostrará el precio total de la subestación por tecnología y los porcentajes correspondientes a los factores que forman la subestación.

Abstract

This project carries out the design of a computer program that is able to do technical-economic analysis to determine, based on the factors chosen by the user, which technology should be used to build a substation.

Through the different documents that make up the project, it is intended to carry out a description of the process of designing the program, the elements that compose the program and how to use the tool.

The tool will be programmed in C, the programming of the tool will include measures to ensure the safety of the program so that the values established by the program have to be introduced in the program. At the moment of showing the results of the technical-economic analysis, the results can be seen in a text file, this allows to the user to be able to save the results and transfer them to other computers. The tool will have the ability to quickly perform technical-economic analyzes.

The main objective of the project is to design and program a computer tool that is able to choose the technology to build the optimal substation for each situation by performing technical-economic analysis. The tool will be able to do the analyzes in a fast and objective way and will show which have been the most influential factors in the analysis. It will also show the percentage of improvement of the best technology respect to the other possible solutions. This tool will be able to facilitate the management of information and make the realization of the technical-economic analyzes simpler and objective.

AIS technology and GIS technology will be included in the tool. The tool will take into consideration all the characteristics associated with each technology. It has been decided not include the HIS technology in the tool. This is because the application of HIS in substations of very high voltage is not very common, the HIS technology is mostly use in mobile emergency substations for 66 kV or less.

The tool will include the very high voltage voltages used in the peninsula and the archipelagos Balearic and Canary. The informatics tool is programmed to show which are the most common configurations depending on the voltage level.

The computer tool will allow the selection of the number of electrical parks that are desired in the substation. Substations designed by the tool may have up to 2 parks. The number of total parks that are chosen in the substation will affect factors such as transformers.

In the cases that the option of 2 switchyards has been selected in the computer tool. The program will show the choice of the transformers for the substation. The tool is programmed to know the transformation ratio, based on the voltage values choose in the program. The

Transformer selection includes the total number of transformers that will be in the substation. In the case that for a transformation ratio, may be several possible options for the transformation power, the user will be able to choose the desired power.

The characteristics of the switchgear included in the tool have been based on the electrical magnitudes of the switchyards of the different possible voltages that have been considered in the tool. Among the electrical magnitudes stand out: the nominal voltage, the voltage of the material, the rated current and the short-circuit current. For the magnitudes, it has also been considered the level of insulation required for this switchgear has also been considered. The isolation levels considered in the tool are the highest for their level of tension. The switchgear that has been included in the tool corresponds to the conventionally switchgear used in AIS technology and with cells that are used in the technology GIS.

The ground network included in the tool will be a subsurface wire mesh made of copper. The section of this mesh will depend on various factors: the surface of the substation, if the substation is considered a critical substation and of the current of short circuit that will go through the ground network of the substation. This process has been automated in the informatic tool, which is, based on the options chosen, the tool will automatically calculate the cable section that complies with the normative. To facilitate the design of the grounding of the GIS technology they have been included in its calculation of the earthing copper plectrum of 2 meters.

Regarding the metallic structures necessary for the support and mooring of the devices that have been included in the tool, the price needed for these structures based on the time of the voltage value. These structures will also help maintain the safety distances established in the computer tool.

Earthworks has also been included in the tool. The earthmoving is common for GIS and AIS technology. The earthworks included in the informatics tool seeks to leave the land with the conditions necessary for the installation of the switchgear and the construction of the structures that form part of the substation.

The computer tool will also include the existing buildings in the substations. The buildings included in the tool for AIS technology are the building for the relays and the command-control building of the substation. The buildings for GIS technology are the command-control building, this building has the same characteristics of the command-control building of AIS and the building where the GIS switchgear.

The protection system will be designed to safe, reliable, selective and fast so it will include the following protections: Bar protection, line protection, circuit breaker protection and transformer protection.

The command and control system of the substation included in the computer tool will be able to take control of the entire substation, in addition to collecting information for the telecontrol.

The telecommunications system of the computer tool is based on SDH technology. It will have a network structure for the protections and radial structure for telecontrol.

The ancillary services of a high-voltage substation included in the tool are mainly constituted by the power supplies and the electric power distribution systems that are necessary to ensure the operation of the installation with the quality of service and safety so that its reliable operation. The power for the alternating current will be by: Medium voltage line, generator or tertiary group of a transformer. The user can choose the desired combination of these power supplies. The DC power supply will be done by alternating current that will be transform to direct current by rectifier-battery groups.

The anti-theft and fire prevention systems will be include in the computer tool. These services will be necessary to prevent fires and the entry of intruders into the substation.

The lighting system will be designed to ensure the correct illumination of the spaces exterior and interior of the substation. It will also have a lighting system emergency.

Finally, the program incorporates some questions to determine the technology based on the possible environmental impact the substation may cause. The impact on the avifauna, the type of soil where the substation will be located and the possible contamination to aquifers will be taken into account.

Once the tool has taken into consideration all the above, it will make the technical economic analysis and explain which is the best technology based on the chosen factors, showing the total price of the substation by technology and the percentages corresponding to the parts that make up the substation.

Como sencillo gesto de agradecimiento, dedico este trabajo a mis amigos por todos los momentos que he podido compartir con ellos y a mi familia, principalmente a mi madre, por ser un apoyo incondicional y estar siempre que he necesitado ayuda.

Si te encuentras en un hoyo, deja de cavar.
WILL ROGERS

DOCUMENTO I
—
MEMORIA



Índice

I. Memoria	9
1. Memoria descriptiva	11
1.1. Diseño de las subestaciones	11
1.2. Situación actual	12
1.3. Motivación	13
1.4. Objetivos del proyecto	14
1.5. Recursos utilizados	14
1.6. Alcance del proyecto	14
1.7. Sistema eléctrico de muy alta tensión	15
1.8. Parques	16
1.9. Transformadores de potencia	16
1.9.1. Características generales	16
1.9.2. Análisis de los transformadores	16
1.10. Configuraciones eléctricas	17
1.10.1. Configuraciones en base al nivel de tensión:	17
1.10.2. Características de las configuraciones:	18
1.11. Magnitudes eléctricas y distancias	19
1.11.1. Parque de 400 KV	19
1.11.2. Parque de 220 KV	20
1.11.3. Parque de 132 KV	20
1.11.4. Parque de 66 KV	21
1.11.5. Distancias	21
1.11.5.1. Distancias mínimas por aislamiento	21
1.11.5.2. Distancias en los parques	22
1.12. Sistemas de protección y control	23
1.12.1. Sistema de protección	23
1.12.1.1. Embarrados	23
1.12.1.2. Sistema de protección de interruptor	24
1.12.1.3. Protecciones de línea	24
1.12.1.4. Protecciones transformador	24
1.12.2. Sistema de control	25
1.13. Servicios auxiliares	25
1.14. Movimiento de tierra	26
1.14.1. Limpieza de terreno	26
1.14.2. Nivelación del terreno	27
1.14.3. Drenajes	27
1.14.4. Compactación de terreno	28
1.15. Puesta a tierra	28
1.15.1. Red de tierras inferior	28

1.16. Obra civil	29
1.16.1. AIS	29
1.16.1.1. Edificaciones existentes	29
1.16.1.2. Caseta	29
1.16.1.3. Edificio de mando y control	30
1.16.1.4. Cerramientos	30
1.16.2. GIS	31
1.16.2.1. Edificaciones existentes	31
1.16.2.2. Edificio GIS	31
1.17. Sistema de comunicaciones	32
1.17.1. Características generales	32
1.17.1.1. Telecomunicaciones para funciones de protección	32
1.17.1.2. Red de Telefonía	32
1.17.1.3. Red de fibra óptica en la subestación	33
1.17.1.4. Telegestión de protecciones, sistemas de telecontrol y equipos de comunicaciones	33
1.18. Ingeniería	33
1.19. Iluminación	33
1.19.1. Edificios y casetas	33
1.19.2. Calles	34
1.19.3. Alumbrado de emergencia	34
1.20. Sistema antiintrusismo y contraincendios	34
1.20.1. Sistema antiintrusismo	34
1.20.2. Sistema contraincendios	34
1.21. Impacto medioambiental	35
1.21.1. Normativa vigente	35
1.21.1.1. Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental	35
1.21.1.2. Calificación urbanística en base al tipo de suelo	35
1.21.1.3. Protección de la avifauna	35
1.21.1.4. Contaminación de la atmósfera	36
1.21.1.5. Gestión de residuos peligrosos	36
1.21.1.6. Contaminación del suelo	36
1.21.1.7. Cartografía ambiental	37
1.21.1.8. Elementos medioambientales considerados en la herramienta	37
1.22. Condiciones de mejora	38
1.23. Prueba de la herramienta	38
1.24. Conclusiones	40
Bibliografía	41
II. Cálculos	43
1.	45
1.1. Puesta a tierra	45
III. Manual de usuario	49
1.	51
1.1. Objeto del documento	51
1.2. Requisitos	51
1.3. Manual de usuario	51

IV. Código fuente	57
1. Programa I	59
1.1. main.c	59

List of Figures

1. Evolución de las subestaciones	11
2. Pantalla cuando se inicia el programa.	51
3. Elección del número de parques.	52
4. Consecuencias de no elegir una de las opciones	52
5. Tensiones disponibles en base a la ubicación	53
6. Configuración y posiciones	53
7. Elección para el segundo parque	54
8. Elección de transformadores	54
9. Clasificación por comunidades	54
10. Dimensionamiento puesta a tierra	55
11. Preguntas relacionadas con la puesta a tierra	55
12. Preguntas para el análisis medioambiental	56
13. Resultados en hoja de texto	56

List of Tables

1. Número de posiciones de subestaciones peninsulares y no peninsulares de Red Eléctrica	13
2. Características de los transformadores incluidos en la herramienta	17
3. Características de la configuración Simple barra partida	18
4. Características de la configuración Doble barra	18
5. Características de la configuración Interruptor y medio	19
6. Características de la configuración Doble barra y doble interruptor	19
7. Características de la configuración Anillo	19
8. Características en función de la naturaleza del terreno	29
9. Porcentajes de los precios de una subestación AIS en función de las configuraciones y de sus partes	39
10. Precio total de la subestación con tecnología AIS en función de la configuración . . .	39
11. Porcentajes de los precios de una subestación GIS en función de las configuraciones y de sus partes	39
12. Precio total de la subestación con tecnología GIS en función de la configuración . . .	40
13. Tabla para determinar las tensiones	45

PART I



MEMORIA



Chapter 1

Memoria descriptiva

1.1. Diseño de las subestaciones

La elección de la tecnología de aprovechamiento del espacio es uno de los factores que más influyen en el diseño de las subestaciones eléctricas. Se ha podido comprobar una evolución de estas tecnologías durante los últimos 60 años.

En 1960 la única tecnología existente al construir las subestaciones era la tecnología AIS. Esta situación suponía que cada vez que se hacía una subestación se requiriera una gran superficie de terreno. Las subestaciones con esta tecnología se tienen que construir siempre al aire libre incluso en terrenos urbanos con todos los problemas que esto supone. La tecnología GIS se inventó en los años 60. Esta tecnología permitía reducir el tamaño de las subestaciones un 60% respecto a las AIS y permitía que la subestación estuviera cubierta. La principal desventaja de la tecnología GIS respecto a las AIS es que el precio de la aparatada de las GIS es superior a la AIS.

La tecnología HIS surgió en las décadas siguientes. Esta tecnología requería una superficie inferior a la utilizada por la tecnología AIS, pero superior a la GIS. Su aislamiento puede ser en gas o en aire. La tecnología HIS es utilizada principalmente en subestaciones móviles de emergencia de hasta 66 kV o cuando se desea transformar una subestación de tipo AIS a una de tipo GIS.

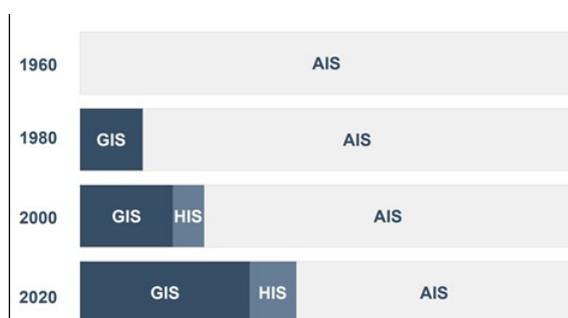


Figure 1. Evolución de las subestaciones

Se puede comprobar en la gráfica que el número de subestaciones GIS y HIS está incrementando sobre el porcentaje total de las subestaciones. Esta tendencia se debe a motivos

como que las subestaciones en terreno urbano deben de estar cubiertas. Esto hace que las subestaciones urbanas que eran antes del tipo AIS se hayan tenido que convertir en subestaciones del tipo GIS.

La existencia de todas estas tecnologías hace que sea necesario realizar un análisis técnico-económico en el momento de construir una subestación para determinar la tecnología que se utilizará. Estos análisis consisten en determinar cuál de las tecnologías es la opción más apropiada respecto a las características que posee la subestación. El principal problema al realizar estos análisis es que no existe ninguna herramienta que ayude a realizarlos.

1.2. Situación actual

No se dispone actualmente de ninguna herramienta que permita, a priori, saber qué tecnología se deba de usar para obtener el mejor resultado técnico-económico. Se tienen conceptos sobre qué tecnología habría que usar en determinadas situaciones.

Un ejemplo de esto sería sobre el uso de los equipos con aislamiento en aire (AIS). Las AIS al ser las subestaciones de alta tensión más económicas, son la solución más indicada cuando las restricciones de espacio y ambientales no son muy severas. Las subestaciones aisladas en gas (GIS), gracias a su diseño compacto y al poder construirse en espacios cubiertos hacen posible su instalación en los centros de consumo de las zonas urbanas o industriales.

Es un error basarse únicamente en donde se va a ubicar una subestación y en el precio del terreno para seleccionar con que tecnología se va a construir la subestación. Esto es debido a que se simplifica demasiado el proceso para la elección de la tecnología, ya que hay numerosos factores que afectan a la elección de la tecnología.

Algunos de los más representativos son:

- Accesibilidad del terreno.
- Entorno (urbano o rural).
- Normativa local (medioambiental o de otro tipo).
- Potencia de cortocircuito del nudo.
- Nivel de tensión.
- Necesidades técnicas de la red (configuración de la subestación).

Es necesario considerar todos estos factores al realizar el análisis técnico-económico de una subestación. La recopilación y gestión de la información relacionada a todos los factores que afectan a la elección de la tecnología no es sencillo. Muchos de estos factores están relacionados entre sí y es necesario una gran cantidad de tiempo para poder realizar correctamente el análisis. También hay que tener en cuenta que cada subestación supone que los factores que la afectan sean totalmente distintos.

Esta situación causa la necesidad de la existencia de una herramienta que recopile estos factores y ayude a hacer todo este proceso más sencillo, permitiendo optimizar y simplificar la elaboración de los análisis.

1.3. Motivación

La motivación de este trabajo de fin de grado se basa en que actualmente no hay una herramienta que permita realizar análisis técnico-económicos de una forma sencilla y objetiva. Hay una cantidad inmensa de factores a tener en cuenta cuando se realiza el análisis técnico-económico de una subestación. Actualmente, no se dispone de ninguna herramienta que tenga en cuenta todo lo relacionado con estos factores (aspectos técnicos, costes aplicables a cada solución, normativa e incluso la relación que puede haber entre estos factores), y que indique cuáles de estos factores han sido los más influyentes.

La elaboración de esta herramienta permitirá que cualquier usuario que desee realizar un análisis pueda hacerlo de una manera sencilla y rápida. El usuario no se tendrá que preocupar por tener que hacer una recopilación de todos los factores que van a influir en el análisis para después tener que gestionar esa información, sino que la herramienta tendrá incluido esos factores y gestionará toda la información relacionada con los factores.

Al haber seleccionado todos los factores que influyen en la subestación, la herramienta dará como resultado cuál es la mejor tecnología de aprovechamiento del espacio para esa situación y mostrará el coste total de la subestación en función de la tecnología utilizada. La herramienta también mostrará sobre el precio final, los porcentajes correspondientes a los factores (obra civil, movimiento de tierras, apartamento) que afectan a la subestación. Por último, en los casos de que haya algún factor técnico que implique la utilización de una tecnología, por ejemplo: se selecciona que la ubicación de la subestación será en terreno urbano. La herramienta indicará que debido a esa elección se tendrá que emplear una tecnología específica. La herramienta explicaría en el caso del ejemplo que por el tipo de suelo se debe de utilizar la tecnología GIS.

Una herramienta así permitirá hacer unas evaluaciones de manera rápida y eficiente sin tener que preocuparse por tener que hacer una recopilación de todos los costes que influyen de una manera directa e indirecta, facilitando optimizar el proceso para la elección de la tecnología.

Número de posiciones					
Nivel de tensión	2013	2014	2015	2016	2017
400 KV	1374	1394	1441	1458	1484
220 KV	3026	3077	3124	3152	3180
150 - 132 - 110kV	52	52	84	84	110
<110 KV	745	769	789	797	827

Table 1. Número de posiciones de subestaciones peninsulares y no peninsulares de Red Eléctrica

La tabla anterior muestra la evolución del número de posiciones en las subestaciones eléctricas de muy alta tensión de España. El número de posiciones existentes aumenta cada año, mostrando que actualmente en España cada año se amplían las subestaciones existentes o que se construyen nuevas subestaciones. Esto demuestra que la herramienta tiene aplicación real e inmediata y que ayudará a la mejora del servicio eléctrico en España.

1.4. Objetivos del proyecto

Con la elaboración de este trabajo se espera obtener:

- Diseñar y programar una herramienta que sea capaz de elegir la tecnología de aprovechamiento del espacio óptima para cada situación mediante la realización de análisis técnico-económico. La herramienta será capaz de realizar los análisis de una manera rápida y objetiva y también mostrará cuáles han sido los factores más influyentes en dicho cálculo con el porcentaje de mejora respecto a las otras soluciones posibles.
- La herramienta debe facilitar la gestión de información. Esto implica que el usuario no tendrá que preocuparse por gestionar todas las posibilidades relacionadas con la subestación. La herramienta será la que tenga en cuenta cuáles son los factores más determinantes y será la que relacione los distintos factores entre sí. Consiguiendo que el usuario al utilizar la herramienta no sea saturado con demasiada información.
- La usabilidad de la herramienta permitirá su uso por cualquier tipo de usuario. El usuario solo necesitará saber los factores más determinantes relacionados a las subestaciones.

1.5. Recursos utilizados

Los recursos que se han empleado para realizar la herramienta han sido:

- **Informes técnicos:** Se han utilizado diversos métodos para la recopilación de los datos económicos relacionados con ciertas cuestiones técnicas (necesidades técnicas de la red). Uno de los métodos que se usará será basarse en los proyectos técnicos realizados por varias compañías eléctricas que reciben el nombre de PTA (proyecto técnico administrativo). Se consultará también a fabricantes y suministradores de equipos o servicios para la subestación.
- **Normativa:** Se seleccionarán las normativas que influyan a los factores incluidos en la herramienta. Se nombrará cuál normativa ha sido utilizada en los apartados concretos donde se haya aplicado alguna.
- **Software de programación:** Se consideraron varias opciones para la elección del programa informático que se utilizará para programar la herramienta. Estas opciones fueron: Excel, programación del programa a partir de C y MATLAB. La herramienta estará programada en C debido a su sencillez de programación. El C permite realizar de manera muy sencilla comandos que aseguran que se elijan las opciones establecidas en la herramienta. Esto permite que sea más seguro que las otras opciones de programación. La herramienta estará programada para permitir traspasar los resultados a un archivo de texto, haciendo posible guardar los resultados y traspasarlos a otros equipos.

1.6. Alcance del proyecto

La herramienta ha sido diseñada para tener en cuenta los numerosos factores que afectan a una subestación. Algunos de estos factores variaran notablemente según la tecnología que se utilice y, por tanto, ha sido necesario definir en el programa las diferencias existentes. Los costes económicos de cada factor también están incluidos en la herramienta. Ha sido necesario incluir en el programa los cálculos correspondientes a algunos elementos para su correcta integración (puesta a tierra, coordinación de aislamiento). La herramienta contempla los siguientes factores:

- Ubicación geográfica de la subestación.
- Número total de parques.
- Nivel de tensión.
- Configuración de la subestación.
- Transformadores de potencia.
- Puesta a tierra.
- Sistemas de control y protección.
- Servicios auxiliares.
- Movimiento de tierras.
- Obra civil.
- Cuestiones medioambientales.

1.7. Sistema eléctrico de muy alta tensión

Se ha decidido dividir en la herramienta el sistema eléctrico de muy alta tensión de España en 3 ubicaciones: la península, las islas baleares y las islas canarias. Esta decisión está condicionada a que los valores de muy alta tensión existentes en la red eléctrica no son iguales entre las distintas ubicaciones. Mientras que en la península los valores de muy alta tensión son de 400 y 220 *KV*, en el archipiélago balear y canario son de 220, 132 y 60 *KV*. La herramienta está diseñada para que se muestren los valores de muy alta tensión posibles en función de la ubicación elegida por el usuario. Esto permite que el usuario pueda elegir la tensión que más le interese para el parque de la subestación.

La separación en distintas ubicaciones no solo se ha realizado debido a la diferencia de los valores de tensión existente entre las distintas ubicaciones, sino que la ubicación de la subestación también afecta a otros factores técnicos como es el uso de ciertas configuraciones. Un ejemplo de esto sería la configuración de interruptor y medio. Esta configuración se utiliza en la península ibérica a partir de niveles de tensión superiores a 220 *KV*, mientras que en el archipiélago balear y canario, esta configuración se utiliza a partir de los 132 *KV*.

Además de factores técnicos, la ubicación también afecta a factores económicos. Esto se puede comprobar con la aparamenta. Debido a los gastos extras relacionados con el transporte, el precio de la aparamenta aumenta cuando se decide construir la subestación en los archipiélagos. En el caso del archipiélago canario, la existencia de aduanas también aumenta el precio final de la aparamenta. Las superficies existentes en los archipiélagos donde se permite la construcción de las subestaciones son más escasas y, por tanto, el precio medio de terreno es superior.

Todos estos hechos son los que han favorecido a que se haya decidido que en la herramienta la red eléctrica esté dividida en 3 ubicaciones. Esta división en ubicaciones también ha implicado en tener que programar la herramienta para considerar las diferencias técnicas existentes, evitando así que el usuario que utilice la herramienta tenga que considerar estos factores.

1.8. Parques

La herramienta está diseñada para preguntar el número de parques existentes que tendrá la subestación. Basándose en las subestaciones existentes en España, se ha comprobado la existencia de subestaciones que poseen hasta 3 parques, pero se ha decidido que no compensa analizar esta opción debido a que son casos muy peculiares y, por tanto, no se incluirán en la herramienta. Se ha decidido programar la herramienta para que el número máximo de parques existentes al realizar el análisis técnico-económico sea de 2.

Al usar de la herramienta, se dará la opción al usuario de la elección del número total de parques en la subestación. En caso de que se seleccione la opción de 1 parque, se hará la elección de tensiones y configuraciones correspondientes para dicho parque, pero no se incluirá en el análisis técnico-económico la existencia de los transformadores de potencia en la subestación.

En los casos de elección de 2 parques, la herramienta está diseñada para que se seleccione la tensión y configuración para cada parque. La primera tensión elegida será la del parque principal, la siguiente tensión elegida será la correspondiente al parque secundario. Se ha programado la herramienta para evitar la selección de la misma tensión en los 2 parques. La elección de 2 parques implica que la herramienta incluirá en el análisis técnico-económico la existencia de transformadores en la subestación.

1.9. Transformadores de potencia

1.9.1. Características generales

La elección de transformadores de potencia en el programa está condicionada a los casos en los que se haya introducido la opción de los 2 parques durante la selección del número de parques que posee la subestación. La herramienta está diseñada para que el programa seleccione el transformador cuya relación de transformación coincida con los valores de tensión de los parques. Conseguimos de esta manera que el usuario no necesite elegir las tensiones del transformador.

1.9.2. Análisis de los transformadores

Las características de los transformadores que se han incluido en la herramienta han sido basadas en las características de los transformadores utilizados en las subestaciones de las PTA. La herramienta permite la elección del número de transformadores que se deseen en la subestación. En los casos en que para una relación de transformación haya más de una opción posible correspondiente a la potencia del transformador, se mostrarán las potencias posibles correspondientes a ese nivel de transformación para que el usuario elija la opción que más se adecue a lo que necesita.

A continuación, se adjunta una tabla con los valores típicos de potencia utilizado en los transformadores en base a la relación de transformación. La tabla también incluye la composición de los transformadores, es decir, si el transformador está formado por bancos monofásicos o por bancos trifásicos.

Clasificación transformadores		
Relación de transformación	Potencia (MVA)	Tipo de transformador
400/220	600	Monofásicos
400/220	450	Trifásicos
220/132	150	Trifásicos
220/132	120	Trifásicos
220/66	100	Trifásicos
132/66	80	Trifásicos

Table 2. Características de los transformadores incluidos en la herramienta

Respecto a los valores de potencia de los transformadores que tienen la relación de transformación: 220/66 y 132/66, hay mucha variación en lo referente a la potencia instalada que pueden tener los transformadores con estas relaciones de transformación. Basándose en numerosas PTA, se ha decidido incluir en la herramienta los valores medios de las potencias instaladas de los transformadores correspondientes a esas relaciones de transformación. Esta decisión está condicionada a que siempre se busca la máxima sencillez para el usuario.

1.10. Configuraciones eléctricas

1.10.1. Configuraciones en base al nivel de tensión:

Basándose en la bibliografía técnica especializada, se han recogido en la herramienta las diferentes configuraciones eléctricas más utilizadas en función de las tensiones de servicio. La herramienta se ha programado para que después de la elección de la tensión que tendrá el parque, se de a elegir la configuración que desea el usuario para el parque.

A continuación, se nombrarán las configuraciones por nivel de tensión. Se indicará los casos en que una configuración se utilice únicamente en las islas para un específico nivel de tensión.

Configuraciones para 400 KV:

- Interruptor y medio.
- Doble barra.
- Anillo.

Configuraciones para 220 KV:

- Interruptor y medio.
- Doble barra.
- Anillo.
- Doble barra y doble interruptor.
- Simple barra partida.

Configuraciones para 132 KV:

- Interruptor y medio (únicamente en el archipiélago canario y balear).

- Doble barra.
- Anillo.
- Simple barra partida.

Configuraciones para 66 KV:

- Interruptor y medio.
- Doble barra.
- Anillo.

1.10.2. Características de las configuraciones:

Al hacer la elección de la configuración, será necesario indicar el número de posiciones que tendrá el parque de la subestación. Estarán incluidos las posiciones conectadas con el transformador en el número total de posiciones. El número de posiciones influirá de manera notable en el precio total de la aparamenta, el montaje de la subestación y del terreno necesario para la instalación de la subestación. Se ha programado en la herramienta los precios relacionados con la aparamenta y montaje en función de la configuración y la tecnología de construcción.

Ha sido necesario incluir los precios de los distintos tipos de aparamenta en función de la tensión y la configuración para la correcta inclusión de la tecnología AIS. También ha sido necesario el estudio de las distancias de seguridad en función de la tensión. Se ha podido dimensionar la superficie de las configuraciones basándose en las distancias de seguridad. Se ha introducido en la herramienta los precios de las celdas GIS en función de la configuración y valor de tensión. El precio de montaje de las celdas también se ha incluido en la herramienta.

Las características de las configuraciones son:

Simple barra partida	
Tipo de Aparamenta	Número por posición
Seccionador	3 por posición + 2
Interruptor	1 por posición +1
Transformador tensión	1 por posición +2
Transformador intensidad	1 por posición
Barra	1

Table 3. Características de la configuración Simple barra partida

Doble barra	
Tipo de Aparamenta	Número por posición
Seccionador	4 por posición + 2
Interruptor	1 por posición + 1
Transformador tensión	1 por posición + 2
Transformador intensidad	1 por posición
Barra	2

Table 4. Características de la configuración Doble barra

Interruptor y medio	
Tipo de Aparamenta	Número por posición
Seccionador	5 por posición
Interruptor	1.5 por posición + 2
Transformador tensión	1 por posición + 2
Transformador intensidad	1.5 por posición
Barra	2

Table 5. Características de la configuración Interruptor y medio

Doble Barra Doble interruptor	
Tipo de Aparamenta	Número por posición
Seccionador	5 por posición
Interruptor	2 por posición
Transformador tensión	1 por posición + 2
Transformador intensidad	2 por posición
Barra	2

Table 6. Características de la configuración Doble barra y doble interruptor

Anillo	
Tipo de Aparamenta	Número por posición
Seccionador	3 por posición
Interruptor	1 por posición
Transformador tensión	1 por posición
Transformador intensidad	1 por posición
Barra	0

Table 7. Características de la configuración Anillo

El número de aparamenta por posición está expresada en función de las posiciones de líneas, es decir, no se tienen en cuenta las posiciones a transformadores de potencia. En lo referente al número de seccionadores, en los seccionadores por posición están incluidos los seccionadores con puesta a tierra.

1.11. Magnitudes eléctricas y distancias

Las magnitudes eléctricas básicas de diseño adoptadas en la herramienta han sido basadas en el *Real Decreto 337/2014*, de 9 de mayo. El decreto indica las garantías técnicas y seguridad en instalaciones eléctricas. Se ha determinado que las magnitudes para los parques en función de su tensión sean:

1.11.1. Parque de 400 KV

Tensión nominal	400 KV
Tensión más elevada para el material (Ve)	420 kV
Frecuencia nominal.....	50 Hz

Neutro	Rígido a tierra
Intensidad de cc trifásico (valor eficaz)	50 kA (aparamenta convencional)
Intensidad de cc trifásico (valor eficaz)	63.5 kA (módulos blindados)
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo rayo 1,2/5 μ .S	
a.1 A tierra y entre fases	1425 kV
b) Tensión nominal a frecuencia industrial 50 Hz/1 min	
b.1 A tierra	1050 kV
b.2 Entre fases.....	1575 kV
Valor de cresta de corriente admisible	125 kA
Intensidad de cortocircuito de corta duración	50 kA
Duración de corto circuito	Determinado por el usuario.
Intensidad nominal de barras	4000 A

1.11.2. Parque de 220 KV

Tensión nominal	220 KV
Tensión más elevada para el material (Ve)	245 kV
Frecuencia nominal.....	50 Hz
Neutro	Rígido a tierra
Intensidad de cc trifásico (valor eficaz)	50 kA (aparamenta convencional)
Intensidad de cc trifásico (valor eficaz)	63.5 kA (módulos blindados)
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo rayo 1,2/5 μ .S	
a.1 A tierra	1050 kV
b) Tensión nominal a frecuencia industrial 50 Hz/1 min	
b.1 A tierra y entre fases	460 kV
Valor de cresta de corriente admisible	125 kA
Intensidad de cortocircuito de corta duración	50 kA
Duración de corto circuito	Determinado por el usuario.
Intensidad nominal de barras	4000 A

1.11.3. Parque de 132 KV

Tensión nominal	132 KV
Tensión más elevada para el material (Ve)	145 kV
Frecuencia nominal.....	50 Hz
Neutro	Rígido a tierra
Intensidad de cc trifásico (valor eficaz)	31.5 kA (aparamenta convencional)
Intensidad de cc trifásico (valor eficaz)	40 kA (módulos blindados)
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo rayo 1,2/5 μ .S	
a.1 A tierra y entre fases	650 kV
b) Tensión nominal a frecuencia industrial 50 Hz/1 min	
b.1 A tierra	185 kV
Valor de cresta de corriente admisible	100 kA
Intensidad de cortocircuito de corta duración	40 kA

Duración de corto circuitoDeterminado por el usuario.
 Intensidad nominal de barras3150 A

1.11.4. Parque de 66 KV

Tensión nominal66 KV
 Tensión más elevada para el material (Ve)72 kV
 Frecuencia nominal.....50 Hz
 NeutroRígido a tierra
 Intensidad de cc trifásico (valor eficaz)31.5 kA (aparamenta convencional)
 Intensidad de cc trifásico (valor eficaz)40 kA (módulos blindados)
 Nivel de aislamiento:
 a) Tensión soportada a impulso tipo rayo 1,2/5 μ .S
 a.1 A tierra y entre fases325 kV
 b) Tensión nominal a frecuencia industrial 50 Hz/1 min
 b.1 A tierra140 kV
 Valor de cresta de corriente admisible125 kA
 Intensidad de cortocircuito de corta duración40 kA
 Duración de corto circuitoDeterminado por el usuario.
 Intensidad nominal de barras3150 A

1.11.5. Distancias

A partir de las magnitudes eléctricas de los parques y la normativa aplicable se ha determinado las distancias mínimas para la aparamenta convencional en la intemperie, por tanto, estas distancias afectan principalmente a la tecnología AIS. Respecto a los valores de tensión soportada por el aislamiento, había varias opciones para algunas tensiones de los parques (400-220-132 KV). Se eligieron siempre las opciones que implicasen unos mayores niveles de tensión. Esto se hizo debido a que al dimensionar las distancias en la herramienta, los mayores niveles de tensión exigían tener distancias mínimas de mayor tamaño para la aparamenta. Esto hace que las dimensiones establecidas en la herramienta fueran las más conservativas posibles y, por consiguiente, que las distancias siempre respetasen la normativa.

1.11.5.1. Distancias mínimas por aislamiento

Parque de 400 KV

Distancias fase-tierra:

- Conductor-estructura.....2.600 mm
- Punta-conductor.....3.400 mm

Distancias fase-fase:

- Conductor-estructura.....3.600 mm
- Punta-conductor.....4.200 mm

Parque de 220 KV

- Distancias fase-tierra.....2.100 mm
- Distancias fase-fase.....2.100 mm

Parque de 132 KV

- Distancias fase-tierra.....1.300 mm
- Distancias fase-fase.....1.300 mm

Parque de 66 KV

- Distancias fase-tierra.....650 mm
- Distancias fase-fase.....650 mm

1.11.5.2. Distancias en los parques

Los conductores en los parques se verán sometidos a ciertas condiciones como pueden ser las condiciones climatológicas que harán que durante algunos momentos, los conductores se aproximen entre sí. Esto es un riesgo debido a que si la distancia de los conductores ha sido dimensionada en base a las distancias mínimas, puede ocurrir que los conductores se acerquen hasta unas distancias inferiores a las normalizadas, poniendo en riesgo la seguridad de la subestación y de los empleados. Por esta razón, para evitar esto, las distancias utilizadas en la herramienta serán superiores a las distancias establecidas en la normativa.

Las distancias incluidas en la herramienta estarán condicionadas para permitir el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque a la intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno. Las distancias también deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de las calles de la subestación cuando estas están en descargo.

Se han tenido en consideración para el dimensionamiento de las distancias, los casos en la que los operarios realicen trabajos de mantenimiento y conservación mientras las subestaciones siguen en funcionamiento. Se ha establecido en la herramienta las siguientes distancias en función de las tensiones de los parques:

Parque de 400 kV:

Entre ejes de aparellaje	5.000 mm
Entre ejes de conductores tendidos	6.000 mm
Anchura de calle	20.000 mm
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos	7.500 mm
Altura de embarrados principales altos	13.500 mm
Altura de tendidos altos	20.000 mm

Parque de 220 kV:

Entre ejes de aparellaje	4.000 mm
Entre ejes de conductores tendidos	4.000 mm
Anchura de calle	13.500 mm
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos	6.000 mm
Altura de embarrados principales altos	10.500 mm

Altura de tendidos altos15.000 mm

Parque de 132 kV:

Entre ejes de aparellaje2.500 mm
 Entre ejes de conductores tendidos2.500 mm
 Anchura de calle8.000 mm
 Altura de embarrados de interconexión entre aparatos5.000 mm
 Altura de embarrados principales altos8.000 mm
 Altura de tendidos altos12.500 mm

Parque de 66 kV:

Entre ejes de aparellaje2.000 mm
 Entre ejes de conductores tendidos2.000 mm
 Anchura de calle6.500 mm
 Altura de embarrados de interconexión entre aparatos4.000 mm
 Altura de embarrados principales altos6.000 mm
 Altura de tendidos altos9.500 mm

Observando las distancias utilizadas, se puede comprobar que las distancias utilizadas son muy superiores a las establecidas por la normativa. Se ha dimensionado en la herramienta las superficies de las configuraciones al utilizar la tecnología AIS basándose en estas distancias.

1.12. Sistemas de protección y control

1.12.1. Sistema de protección

En lo referente a las protecciones que se han incluido en la herramienta, se ha utilizado la ITC-RAT-09 y los “Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular” como referencias. Las protecciones incluidas en la herramienta buscan que el sistema de protección sea: seguro, fiable, selectivo, rápido, que proteja a todas las zonas de la subestación y que en caso de fallo de alguna protección, esta tenga un respaldo, buscando que así el sistema de protecciones sea lo más real posible.

La herramienta ha sido programada para que según los valores introducidos durante su uso (número de parques, número de transformadores, configuración eléctrica y número de posiciones), sea capaz de calcular automáticamente las protecciones totales necesarias para la subestación. Se han incluido en la herramienta los siguientes sistemas de protección:

1.12.1.1. Embarrados

Para cada parque se ha previsto la instalación de los siguientes sistemas de protección independientes de embarrados. Los sistemas de protección tienen las siguientes funciones:

- 87B-1: protección primaria para cada barra de la configuración. Por cada barra, se define una zona de protección independiente.
- 87B-2: protección secundaria para cada barra de la configuración. Por cada barra, se define una zona de protección independiente.

1.12.1.2. Sistema de protección de interruptor

El sistema de protección de interruptor dispone de las siguientes funciones:

- Discordancia de polos (2).
- Comprobación de sincronismo y acoplamiento de redes (25-25AR).
- Protección por mínima tensión (27).
- Oscilografía.
- Fallo de interruptor (50S-62).
- Vigilancia de los circuitos de disparo (3).

1.12.1.3. Protecciones de línea

El sistema de protección de líneas dispone de las siguientes funciones:

- Protección de principio diferencial (87).
- Sobreintensidad direccional de neutro (67N), para la detección de faltas altamente resistivas.
- Reenganche (79).
- Localizador de faltas y oscilografía.
- Protección de distancia (21) como respaldo.
- Protección contra sobretensiones (59).

1.12.1.4. Protecciones transformador

El sistema de protección de transformador dispone de las siguientes funciones:

- Protección primaria de principio diferencial (87).
- Protección secundaria de principio diferencial (87).
- Protección de mínima tensión (27).
- Oscilografía.

En el sistema de protecciones también están incluidas las protecciones del propio transformador. Estas protecciones consisten en las propias protecciones del transformador contra los cortocircuitos y los defectos internos. Las protecciones del transformador son: relés Buchholz, válvulas de sobrepresión, imágenes térmicas, sensor térmico para el aceite e indicador del nivel de aceite.

1.12.2. Sistema de control

El sistema de control incluido en la herramienta será el mismo para todas las subestaciones tanto para las AIS y las GIS. Este sistema está formado por una unidad central, puesto de operación duplicado y unidades locales distribuidas. El sistema de control estará situado en el edificio de mando y control.

La unidad central será la encargada de comunicarse con las unidades locales de control de la subestación. Cada unidad local está asociada a una posición en la que se podrá recoger la información referente al a los niveles eléctricos y al telecontrol. Esto permitirá la funcionalidad del control (mando, alarmas y señalizaciones) para los casos en los que sea necesario realizar mantenimiento.

1.13. Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares de una subestación de alta tensión incluidos en la herramienta están constituidos fundamentalmente por las fuentes de alimentación y los sistemas de distribución de energía eléctrica que son necesarios para asegurar el funcionamiento de la instalación con una calidad de servicio y una seguridad que aseguren que el funcionamiento de la subestación sea fiable. Los servicios auxiliares pueden dividirse en: servicios auxiliares de corriente alterna y servicios auxiliares de corriente continua.

Para el sistema de la corriente continua distinguimos dos sistemas. El sistema de 125 V de corriente continua es el encargado de la alimentación a las protecciones y a los sistemas de control y señalización. Este sistema también alimenta a las tomas de fuerza de corriente continua. El sistema de 48 V de corriente continua es el que alimenta a los equipos de telecomunicaciones y a los equipos de telecontrol.

Los Servicios auxiliares de corriente alterna tendrán como tensión de distribución 400/230V, 50Hz. En lo referente a las alimentaciones de los servicios auxiliares en corriente alterna, se ha incluido en la herramienta las siguientes posibles fuentes de alimentación:

- Alimentación mediante una línea de media tensión y/o desde un centro de transformación MT/BT.
- Alimentación desde el terciario del transformador de potencia.
- Alimentación mediante un grupo electrógeno.

El programa da la opción de que el usuario pueda seleccionar cualquier combinación de las fuentes de alimentación. En los casos que se haya seleccionado un único parque, no aparecerá la opción de alimentación desde el terciario del transformador de potencia.

Las características incluidas en la herramienta de la **alimentación desde una línea de media tensión y centro de transformación MT/BT** son que se ha de alimentar a la subestación mediante una línea de 20 KV conectado a un centro de transformación exclusivo de la subestación. Esta opción considera que no hay un centro de transformación ni una línea de media tensión próxima por lo que se deben de construir para poder alimentar a la subestación.

Las características incluidas en la herramienta de la **alimentación desde el terciario del transformador de potencia** son que en los casos en los que la subestación tenga al menos un transformador, se utilizará un arrollamiento terciario para que se aproveche su potencia como fuente de alimentación auxiliar.

Las características incluidas en la herramienta de la **alimentación mediante un grupo electrógeno** son las de que el grupo electrógeno debe de ser el encargado de suministrar la energía eléctrica para la alimentación de los servicios auxiliares en el caso de una emergencia ante la pérdida de la alta tensión (tensiones superiores a 1 KV) en la instalación. Se exige que el grupo electrógeno tenga una autonomía de 24 horas. Para no tener problemas con la autonomía, las características del grupo electrógeno son: potencia de 200 kVA, 400/230V, autonomía de 24 horas. El grupo electrógeno funcionará por diésel.

Las fuentes de alimentación de alterna que se equipen, alimentarán un cuadro principal de corriente alterna. Este cuadro consiste dos barras unidas mediante un interruptor de acoplamiento. Las fuentes de alimentación principales se podrán conmutar de una manera automática. Este proceso se realizará mediante un autómatas programable que realizará las conmutaciones cuando sea necesario.

La alimentación del sistema de continua será distinto para los casos de 125 V de 48 V. La alimentación del sistema de 125 V consiste en la utilización de equipos rectificador-batería con entrada de 400 V trifásicos y salida de 125 V de continua. El sistema de alimentación para 48 V consiste en equipos rectificador-batería con entrada de 400 V trifásicos y salida de 48 V de continua. En la herramienta estarán incluidos estos equipos.

1.14. Movimiento de tierra

El movimiento de tierra de la herramienta ha sido considerado como el conjunto de procedimientos que se realizan sobre los terrenos naturales con el objetivo de modificar el terreno lo suficiente para permitir la construcción de la subestación. Se ha supuesto que los movimientos de tierra nunca serán lo suficientemente grandes para considerar que causan alteraciones notables en el relieve, es decir, que nunca supondrán un impacto ambiental sobre la geografía del lugar. Tanto la tecnología GIS como la tecnología AIS tendrán los mismos movimientos de tierra. La principal diferencia es que debido a que el tamaño de las GIS es inferior, el coste total del movimiento de tierras será inferior.

1.14.1. Limpieza de terreno

Se ha predefinido en la herramienta que siempre será necesario limpiar el terreno en donde se construirá la subestación. Esta limpieza de terreno consistirá en que unas máquinas se encarguen del arranque de las especies vegetales silvestres que se encuentren dentro de la superficie de la subestación. También se eliminarán en el caso de existir los caminos de tierra y se subsolará a 50 cm para permitir una buena base para las estructuras. La limpieza de terreno también incluye eliminar restos de basuras, raíces, piedras y todo tipo de materiales que empeoran la calidad de la tierra y dificultan la construcción.

1.14.2. Nivelación del terreno

En lo referente al movimiento de tierras, uno de los factores que más influyen en el presupuesto es la nivelación del terreno. La herramienta da la posibilidad de elegir el desnivel del terreno. Este desnivel será introducido sabiendo que la pendiente viene expresada por el porcentaje y no por grados. El desnivel del terreno en ciertas situaciones puede hacer que sea necesario realizar un movimiento de tierra para que se alcance un nivel admisible por la normativa. Los valores que se han establecido en la herramienta han sido:

- Desnivel inferior al 2%.
- Desnivel entre 2% y 6%.
- Desnivel superior al 6%.

Será necesario aumentar el desnivel del terreno para los valores en los que el desnivel sea inferior al 2%. Esto es debido a que en esos casos se considera que el poco desnivel del terreno dificultará el drenaje. Será necesario crear un desnivel de al menos 2%.

No será necesario hacer una nivelación del terreno en los valores de desnivel entre 2% y 6%. Se considera que el terreno tiene un desnivel que es correcto para ayudar al drenaje del agua y también para permitir las construcciones.

Será necesario reducir el desnivel del terreno para los valores de desnivel superiores al 6%. Se considera que a partir de ese porcentaje el desnivel de terreno es demasiado elevado para permitir las construcciones de las subestaciones. Será necesario realizar una nivelación del terreno hasta que se alcance un desnivel del 6%.

Se han asumido varios supuestos respecto a la nivelación del terreno. El tipo de terreno no afecta al coste, es decir, la composición del suelo no se tendrá en cuenta. El desnivel se considerará uniforme a lo largo del terreno. Esto implica que siempre se pueda compensar el movimiento de tierras, es decir, todos los metros cúbicos de tierra excavados se utilizarán para rellenar otras zonas de la superficie. A la vez que se realiza el movimiento de tierras, se instalará la malla de la puesta a tierra de las instalaciones.

1.14.3. Drenajes

Los drenajes incluidos en la herramienta serán los necesarios para evitar que haya zonas la subestación donde se acumule el agua. Para conseguir esto, se instalarán los tubos de drenaje necesarios que permitan evacuar el agua, evitando así que se acumule el agua en las distintas zonas de la subestación. Los drenajes conseguirán evitar que se produzca un efluente demasiado grande, además de difundir el agua en las zonas diseñadas para ello.

Los drenajes tendrán unos colectores que estarán colocados en las zanjas donde se evacuarán las aguas. Estos colectores llevarán el agua hasta un depósito de desagües que estará conectado a un pozo exterior próximo a la subestación. La entrada del desagüe general dispondrá de una malla metálica que servirá para evitar la entrada de animales. El sistema de drenajes también incorpora una cuneta perimetral por el exterior del cerramiento. Esta cuneta se ha realizado para impedir que las aguas afecten al cerramiento de la subestación. La cuneta estará conectada al depósito de recogida general de la subestación.

En los sótanos de los edificios se colocarán tubos de drenaje. Estos tubos se conectarán al pozo exterior y conseguirán evitar acumulaciones de agua.

La recogida de las aguas residuales de la subestación consiste en un depósito hermético de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Este depósito es capaz de almacenar las aguas residuales por un periodo determinado de tiempo. Este depósito también está equipado con una tapa para su vaciado.

1.14.4. Compactación de terreno

La compactación del terreno también se ha considerado en la herramienta. La compactación de terreno consiste en la utilización de maquinaria pesada para compactar la tierra. Esta compactación facilita la construcción de estructuras, vías para los vehículos, etc. Se ha predefinido en la herramienta que las máquinas siempre compacten 80 *cm* del suelo.

1.15. Puesta a tierra

1.15.1. Red de tierras inferior

En la herramienta, con el fin de obtener tensiones de paso y contacto seguras, ha sido necesario el diseño de una malla de tierras inferior formada por cable de cobre, enterrada en el terreno y ordenada para formar retículas para la subestación. Esta malla de cobre se extiende por todas las zonas ocupadas por las instalaciones de la subestación, incluyendo cimentaciones, edificaciones y cerramiento. El cable de cobre estará protegido para dotar a la puesta a tierra de una elevada resistencia a la corrosión. La puesta a tierra de la tecnología GIS tendrá incluida picas de cobre de 2 metros. Estas picas ayudarán a que la sección del cable de cobre utilizado sea menor y a que el dimensionamiento de la puesta a tierra sea más sencillo para la tecnología GIS.

Se cumplen dos objetivos imprescindibles con el diseño adecuado de la puesta a tierra: garantizar la seguridad de las personas situadas en el terreno de la subestación y proteger las instalaciones. Las funciones principales de la puesta a tierra son:

- Forzar la derivación al terreno de las corrientes de cualquier naturaleza que se puedan originar, proporcionando un circuito de baja impedancia que ayuda a proteger a las personas.
- Establecer un potencial de referencia permanente, evitando diferencias de potencial entre diferentes puntos de la malla por la circulación de corrientes, es decir, que la malla sea equipotencial.

Las diferencias de potencial a controlar son las tensiones de paso y de contacto, definidas en el apartado de cálculos. Como se comprueba en dicho apartado, se ha diseñado la herramienta para que las tensiones de paso y de contacto sean inferiores a las admisibles según la norma IEC y, por tanto, que el diseño de la puesta a tierra sea siempre válido. Se han definido ciertos valores como constantes en la programación de la puesta a tierra con el objetivo de facilitar al máximo el uso de la herramienta al usuario. Estos valores serían: la separación de las retículas, la profundidad donde está enterrada la malla, el grosor de la capa de hormigón correspondiente a la tecnología GIS y de la capa de grava en lo correspondiente a la AIS.

Respecto al dimensionamiento de la puesta a tierra, el usuario tiene el grado de libertad de introducir la corriente que irá por la puesta a tierra y elegir la naturaleza del terreno donde estará

ubicada la subestación. Se ha supuesto que el terreno donde estará ubicada la subestación tendrá las mismas cualidades en toda la superficie, es decir, solo habrá una naturaleza del terreno. Las opciones que da el programa sobre la naturaleza del terreno son:

Características puesta a tierra	
Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Arcilloso	50
Arenoso	300
Pedregoso	1000
Caliza	400
No se sabe	800

Table 8. Características en función de la naturaleza del terreno

1.16. Obra civil

La herramienta hace una distinción entre la obra civil correspondiente a la tecnología AIS y la tecnología GIS. Las edificaciones que necesita una subestación dependen de la tecnología de aprovechamiento del espacio que se vaya a usar para construir la subestación. Se han empleado las características de las edificaciones de las PTA para las edificaciones incluidas en la herramienta.

1.16.1. AIS

1.16.1.1. Edificaciones existentes

Las edificaciones incluidas en la herramienta respecto a esta tecnología son: las casetas de relés, el edificio de control y mando y el cerramiento de la subestación.

1.16.1.2. Caseta

Se construirán casetas de relés de dimensiones interiores adecuadas para albergar los equipos necesarios. Estas dimensiones serán casetas de 4 metros de ancho por 6 metros de largo. Se ha diseñado la herramienta para que el número total de casetas de relés dependa del tamaño de la subestación. Se ha programado la herramienta para que haya una caseta de relés por cada calle del parque. En las casetas de relés se ubicarán los bastidores de protecciones, cuadros de servicios auxiliares y armarios de comunicaciones.

Estas casetas serán fabricadas a partir de paneles de hormigón armado y cubierta plana. El diseño de las casetas permitirá el paso de los cables de conexión a través de las paredes para que estén conectados a los armarios y a los bastidores.

Para la climatización de cada caseta, la instalación contará con dos equipos de aire acondicionado, además de radiadores eléctricos con termostato para la calefacción. Los edificios de relés tienen incluido un automatismo de control debido a que es imprescindible que ante un corte de corriente los equipos continúen funcionando.

1.16.1.3. Edificio de mando y control

La herramienta tiene predefinido un edificio de mando y control para todos los análisis realizados. Este edificio tendrá las mismas características tanto para las subestaciones GIS como AIS. El tamaño total de la subestación no influirá en lo respectivo a las dimensiones de este edificio.

El edificio incluido en la herramienta dispone de sala de mando y control, sala de comunicaciones, sala de servicios auxiliares, aseos, una habitación de entrada, archivo y un almacén. El edificio ha sido incluido en la herramienta debido a que es el lugar donde están los equipos de comunicaciones de toda la subestación, la unidad central y monitores del sistema de control digital, equipos cargador-batería cuadros de servicios auxiliares de corriente continua y corriente alterna y las centrales de alarmas de los sistemas de seguridad y antiintrusismo.

Respecto al diseño del edificio, se trata de un edificio rectangular de una sola planta con una cimentación de hormigón, cerramiento prefabricado con voladizo superior, falso techo, peto y cubierta plana con placas alveolares e impermeabilización.

Las salas de control, de comunicaciones y servicios auxiliares contarán con falso suelo. En la parte inferior de este suelo se habilitarán huecos para el paso de cables. Para la climatización del edificio se instalarán equipos de aire acondicionado solo frío en la sala de control y comunicaciones, y se instalará uno más en la sala de servicios auxiliares; además se instalarán radiadores eléctricos con termostato para calefacción en todas las dependencias.

El edificio tiene incluido un automatismo de control debido a que es imprescindible que ante un corte de corriente los equipos continúen funcionando. La conmutación será automática para los sistemas de alimentación del cuadro principal de corriente alterna. El resto de conmutaciones serán manuales. Los servicios esenciales están redundados y se alimentan en continua desde las baterías para que no sea necesario realizar muchas conmutaciones automáticas. Por último, en caso de que cualquier problema en la climatización haga que la temperatura de ciertas salas suba demasiado, el edificio tendrá incluido una alarma.

1.16.1.4. Cerramientos

Se realizará un cerramiento de toda la subestación mediante una valla metálica fabricada con acero galvanizado. El cerramiento se utiliza para delimitar y proteger la subestación. Este cerramiento consistirá en una valla de dos metros de altura que estará acabado con alambrada y con postes metálicos. La valla metálica estará construida sobre un murete corrido de hormigón de 0,5 m de altura. La altura del cerramiento ha sido seleccionada para cumplir con la MIE-RAT ITC 15.

Este cerramiento dispondrá de las siguientes puertas de entrada al recinto:

- Puerta corredera de 6 metros de anchura para el acceso de vehículos. La puerta dispone de la anchura necesaria para permitir la entrada de los vehículos de mantenimiento en la subestación.
- Puerta de acceso de 1 metro de anchura para permitir la entrada a peatones.

1.16.2. GIS

1.16.2.1. Edificaciones existentes

Las edificaciones incluidas en la herramienta respecto a esta tecnología son el cerramiento de la subestación, el edificio de mando y el edificio GIS. Se ha decidido no volver a explicar las características del edificio de control y mando y del cerramiento al tener las mismas características tanto para AIS y GIS.

1.16.2.2. Edificio GIS

El número total de edificios GIS que dispondrá la subestación dependerá del número de parques. La herramienta está diseñada para que haya un edificio GIS por cada parque. En este edificio está ubicado la sala de equipos GIS, además de los equipos encapsulados, los bastidores integrados para control y protección de las posiciones. En los casos en los que haya 2 parques, los transformadores estarán incluidos en uno de los edificios GIS.

El edificio GIS predefinido en la herramienta cuenta de una planta bajo rasante de las mismas dimensiones que la planta baja para facilitar el tendido de los cables. También dispone de un sótano que tiene de dos salidas a la planta baja, una a través de unas escaleras convencionales y otra mediante una trampilla con escalera de pates. Este edificio está construido en base a una estructura de hormigón armado, placa alveolar y cerramientos con paneles de hormigón armado con aislamiento térmico de poliestireno expandido tipo sandwich.

La cubierta será plana y se formará mediante piezas prefabricadas de placa alveolar pretensada con capa de compresión, con formación de pendiente mediante hormigón de pendiente armado con malla de gallinero, y membrana impermeabilizante. Los cerramientos estarán formados por paneles, de 20 cm de grueso, de hormigón armado, con malla doble de acero electrosoldada. En los paneles que se precise se dejarán los huecos necesarios para puertas, entrada de cables, aire acondicionado, etc., y se armarán convenientemente. Los pilares correspondientes al local donde van a ir dispuestos los equipos GIS dispondrán de una ménsula de apoyo para una viga carril de puente grúa de 2,5 t de capacidad, necesaria para la instalación y mantenimiento de dichos equipos.

El diseño del edificio será el adecuado para que la estructura y el cerramiento dispongan de una resistencia al incendio RI-120. En la zona de los equipos GIS se construirá un sótano visitable para facilitar el tendido de los cables y la entrada y salida de líneas. El techo de este sótano (suelo de la planta baja) se solucionará mediante una losa de hormigón armado apoyada sobre los muros de sótano perimetrales y sobre un entramado de vigas y pilares de hormigón armado. En esta losa de forjado se dejarán previstos los huecos necesarios para el paso de cables de potencia y de control de los equipos, así como para el hueco de escaleras (compartimentado) que faciliten la salida del sótano.

En la zona de servicios del edificio se realizará una solera de hormigón armada a distintos niveles en función de la dependencia en que se encuentre, colocada sobre una capa de encachado de grava. En la sala de armarios de control se dispondrán canales de sección rectangular para el paso y distribución de cables eléctricos que irán posteriormente tapados con paneles de permali registrables. La sala de armarios de control contará con falso suelo. El paso de los cables de unas dependencias a otras se realizará mediante tubos. La solera del local en caso de albergar el grupo electrógeno irá independizada del resto para evitar que se transmitan las vibraciones, además

este local estará convenientemente aislado e insonorizado. Llevará un sistema para recogida de fluidos en caso de fugas.

Se dispondrán equipos de aire acondicionado solo frío en la sala de armarios de control. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores. También se instalará un sistema de ventilación forzada controlado por termostato en la sala GIS y con una toma principal en el sótano bajo la sala GIS. En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

La correcta inclusión de este edificio en la herramienta ha necesitado que se consideren numerosos factores. Cada edificio GIS a diferencia del edificio de control y mando, tiene una superficie total que no es constante ya que depende de varios factores como es el número de posiciones totales que tendrá el parque o la tensión del parque. Estos factores influyen en la superficie de la apartamenta GIS. Cada vez que se realiza un análisis técnico-económico se obtiene un edificio con unas dimensiones distintas y por tanto el precio de la obra civil cambia. Se ha tenido que pedir presupuesto de edificaciones con las mismas características pero con superficies diferentes a constructoras para que la herramienta pudiese dar de manera objetiva un presupuesto que se aproxime a la realidad. Se ha programado la herramienta en función de los presupuestos para saber cuáles factores son proporcionales en la construcción y cuáles son constantes.

1.17. Sistema de comunicaciones

1.17.1. Características generales

Los sistemas de comunicaciones también han sido incluidos en la herramienta. El sistema comunicación será común tanto para las subestaciones GIS como para las AIS. El tamaño de la subestación no influirá en el sistema de comunicaciones. Se ha querido que el sistema de comunicaciones incluido en la herramienta sea capaz de complementar la red de telecomunicaciones con equipos precisos que permitan integrar las subestaciones en la red, de modo que se asegure el correcto funcionamiento del telecontrol y del telemando, de los sistemas de protección y de las necesidades de telegestión remota de los equipos de la ampliación. Este sistema de telecomunicación asegurará un mínimo de dos vías de transporte de información independiente para la subestación. Las funciones del sistema de comunicaciones serán:

1.17.1.1. Telecomunicaciones para funciones de protección

Se han previsto enlaces digitales para la comunicación que requieren las funciones de protecciones de línea. Estos están respaldados por la red de equipos de transmisión de tecnología SDH. Esta tecnología es utilizada debido a que permite: el mantenimiento centralizado y rápido, la exacta localización de averías, la monitorización permanente de la calidad del circuito, etc.

Las protecciones de distancia, de diferencial de línea, interruptor y otras que requieran el teledisparo estarán conectadas a teleprotecciones.

1.17.1.2. Red de Telefonía

El sistema de comunicaciones incluirá una red de telefonía que será desplegada en las subestaciones incluidas en la herramienta. La red de telefonía funcionará gracias al uso de

equipos y terminales que permitan comunicaciones de voz. La red de telefonía incluida en la herramienta contiene la instalación del cableado necesario para las comunicaciones. La red de telefonía estará presente en todas las edificaciones de la subestación.

1.17.1.3. Red de fibra óptica en la subestación

El sistema de comunicaciones incluye una red de fibra óptica con una configuración de doble estrella formada de cables de fibra multimodo. La fibra óptica estará conectada a las dependencias que requieren servicios de comunicación de protecciones, servicios de telecontrol, telegestión y sincronización horaria, dando con ello servicio a las nuevas posiciones.

1.17.1.4. Telegestión de protecciones, sistemas de telecontrol y equipos de comunicaciones

Todos los equipos de protecciones, telecontrol y comunicaciones incluidos en la herramienta serán telegestionados mediante su conexión a una red de servicios.

1.18. Ingeniería

La función de la ingeniería es esencial para la elaboración de las subestaciones. La ingeniería es la encargada de la realización del proyecto. Las ingenierías también realizan el PTA para obtener los trámites administrativos que permitan la construcción de la subestación. Entre las funciones que tienen que hacer destacan esquemas de obra civil, electromecánica, esquema del cableado de la subestación, los cálculos para el ajuste de las protecciones, el tarado de los relés, etc.

El técnico encargado de la dirección y del control de la ejecución de la obra a lo largo de la misma forma parte de la ingeniería. La ingeniería incluiría todos los ensayos e inspecciones técnicas de la aparamenta eléctrica y la respectiva a la obra civil para la comprobación del correcto funcionamiento de la subestación. La ingeniería en la herramienta también realizará un estudio geotécnico en los casos en los que el usuario no sepa las propiedades del terreno donde estará ubicada la subestación. Este estudio permitirá saber de manera exacta las características geológicas de la zona donde estará ubicada la subestación.

Las funciones que desempeña la ingeniería se han tenido en cuenta en la herramienta y también se han incluido los precios correspondientes para que la ingeniería realice estas funciones.

1.19. Iluminación

Se ha implementado el coste de la iluminación en la herramienta. La iluminación correspondiente a los edificios y casetas formará parte del precio de la obra civil. La iluminación de exteriores y de emergencia formará parte del precio de los servicios varios. El lugar donde está ubicada la iluminación influye, puesto que las características de las luminarias variarán.

1.19.1. Edificios y casetas

Las luminarias de los edificios y casetas son lámparas fluorescentes cuyos valores de iluminación serán de 500 lux para las salas de control y de comunicaciones y de 300 lux

en sala de servicios auxiliares, taller y casetas de relés. Estas lámparas fluorescentes tendrán una potencia de 32 W y estarán alimentadas mediante corriente alterna procedente del cuadro de corriente alterna del edificio.

1.19.2. Calles

De acuerdo con la normativa, el alumbrado respecto a las calles y otras zonas a la intemperie se realizará mediante proyectores orientables. Estos proyectores estarán montados a menos de 3 m de altura. Serán de haz semi-extensivo y estarán diseñadas para que otorguen una iluminación de 50 lux en cualquier zona a la intemperie de la subestación.

1.19.3. Alumbrado de emergencia

La iluminación de emergencia tendrá unos valores de iluminación de al menos 5 lux. Este alumbrado no dependerá de fuentes externas a la subestación. El alumbrado de emergencia tendrá una autonomía de al menos una hora. El cambio entre alumbrado de uso normal y el de emergencia se hará de manera automática.

1.20. Sistema antiintrusismo y contraincendios

Los sistemas de antiintrusismo y contraincendios formarán parte de una central mixta, es decir, estarán integrados en un mismo sistema de control, transmitiéndose alarmas y acciones programadas entre una parte y la otra. Las centrales de alarma de estos sistemas estarán ubicados en el edificio de mando y control y tendrán las mismas características tanto para las subestaciones GIS como las AIS.

1.20.1. Sistema antiintrusismo

El sistema antiintrusismo contará con cámaras de seguridad en las puertas de acceso y en el edificio de mando y control. También habrá cámaras de seguridad que vigilen la aparamenta y transformadores. El sistema incluye unos detectores volumétricos para el reconocimiento e identificación de los intrusos. El sistema de antiintrusismo también incluye una alarma para alertar a la policía en el caso de detectar intrusos.

1.20.2. Sistema contraincendios

El sistema contraincendios tiene la función de detectar de manera automática los incendios que se produzcan en la subestación, alertar de ellos y de disponer aparatos para ayudar a apagar los incendios hasta la llegada de los bomberos. Este sistema ha sido diseñado para cumplir con las especificaciones de la ITC-RAT-14 y ITC-RAT-15. Estas normativas explican las especificaciones que se deben de tomar en las zonas interiores y exteriores de la subestación.

El sistema contraincendios tiene incluido detectores de incendios que estarán instalados en todos los edificios (incluyendo las casetas para relés). El sistema también incluye extintores. Los extintores serán de CO_2 con un peso de 10 kg y habrá incluido un extintor de polvo de 50 Kg por cada parque de la subestación.

1.21. Impacto medioambiental

1.21.1. Normativa vigente

Respecto a la normativa medioambiental, no hay una normativa que establezca las condiciones específicas para la construcción de subestaciones en base a la ubicación, construcción en recinto cerrado o superficie máxima de ocupación pero sí hay varios puntos a tener en cuenta a la hora de valorar la instalación de una nueva actividad desde el punto de vista del medio ambiente.

1.21.1.1. Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental

Las subestaciones se encuentran incluidas, tanto en el Anexo I como en el Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, estando por tanto sometidas al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario o simplificado, según el caso. Sea cual sea el tipo de procedimiento de evaluación ambiental en el que se encuadre la actividad, la empresa que vaya a realizarla, como promotor, presentaría ante el órgano sustantivo (el Ayuntamiento donde se ubique), junto con la documentación exigida por la legislación sectorial, una solicitud de inicio de la evaluación de impacto ambiental que corresponda, acompañada de la documentación exigida por la mencionada ley 21/2013.

El procedimiento ordinario finaliza con la declaración de impacto ambiental que es el informe preceptivo y determinante, donde sí se incluirían condiciones específicas en las que puede desarrollarse el proyecto, así como las medidas correctoras y las medidas compensatorias. Por otro lado, el procedimiento simplificado finaliza en un informe de impacto ambiental donde se determina si el proyecto debe someterse a una evaluación de impacto ambiental ordinaria por tener efectos significativos sobre el medio ambiente o, por el contrario, no tiene efectos significativos sobre el medio ambiente.

1.21.1.2. Calificación urbanística en base al tipo de suelo

Si es suelo urbano, deberán atenerse a lo establecido en las normas urbanísticas del municipio. Las normativas urbanísticas establecen que las instalaciones eléctricas estén cubiertas, haciendo que en estos casos la tecnología GIS sea la única admisible.

Si la actividad se va a realizar en suelo no urbanizable (suelo urbanizable no sectorizado, suelo no urbanizable común o suelo no urbanizable protegido), para llevar a cabo obras, instalaciones o actividades es requisito necesario la calificación urbanística. Este trámite se inicia en el Ayuntamiento y finaliza con la resolución de la calificación urbanística que, así mismo, podría establecer condiciones específicas para la instalación de la subestación eléctrica.

Dentro de este procedimiento se indicará si el proyecto está sometido a alguno de los procedimientos de evaluación ambiental antes mencionados, paralizando los plazos de su resolución, hasta obtener la declaración de impacto ambiental o el informe de impacto ambiental, según corresponda.

1.21.1.3. Protección de la avifauna

Asimismo, será necesario atenerse a aquello que le pueda ser de aplicación del Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, así como la resolución

del 6 de julio de 2017, de la Dirección General del Medio Ambiente, por la que se dispone la delimitación y la publicación de las zonas de protección existentes en España en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión recogidas en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto. Ambas normativas serán consideradas en el procedimiento de impacto ambiental correspondiente.

1.21.1.4. Contaminación de la atmósfera

Otro punto que deberá analizar es la consideración de la actividad como actividad potencialmente contaminadora de la atmósfera. En el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera. CAPCA-2010 (Anexo del Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación) figura como actividad incluida la construcción de edificaciones para generación de electricidad como la generación de electricidad para su distribución por la red pública.

La subestación durante su construcción causa una afección a la atmósfera debido a las máquinas de construcción que se utilizan para realizar el movimiento de tierra, obra civil, montaje de la apartamentada. Estas máquinas al tener motores de combustión interna emiten gases contaminantes a la atmósfera, entre ellos destaca las emisiones de CO_2 . En base a las emisiones emitidas durante la fabricación de la subestación se puede clasificar la actividad contaminante a la atmósfera dentro de unos grupos que se denominan A, B, C. de contaminación atmosférica. En base al nivel de clasificación, habrá mayores impedimentos de construcción.

1.21.1.5. Gestión de residuos peligrosos

Se debe tener en cuenta también que tanto en la construcción como en la explotación y mantenimiento de las instalaciones pueden generarse residuos peligrosos. Según el artículo 29 de la Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados, el trámite administrativo al que deberán someterse las entidades o empresas que realicen actividades que produzcan residuos peligrosos, independientemente de su cantidad, es la comunicación previa al inicio de sus actividades. Esta comunicación debe presentarse ante el órgano ambiental competente de la Comunidad Autónoma donde estén ubicadas.

Asimismo, en dicha ley 22/2011, así como en el Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado, y la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de residuos, figuran otra serie de obligaciones legales que deben cumplir los productores de residuos peligrosos y que debe tener en consideración.

1.21.1.6. Contaminación del suelo

Según la Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, las subestaciones eléctricas y transformadores de potencia o reactancias figuran entre las actividades potencialmente contaminadoras del suelo.

1.21.1.7. Cartografía ambiental

La cartografía ambiental es una herramienta que es capaz de dar información que puede ser de utilidad al estudiar la posición donde se va a ubicar una subestación. Esto es debido a que ayuda a saber si un terreno específico se encuentra afectado por alguna figura de protección ambiental respecto a la normativa de España. Esta herramienta permite centrar la búsqueda también por parcela de catastro, municipio, etc.

Las figuras de protección ambiental que aparecen en el visor ambiental son variadas: espacios naturales protegidos, montes preservados y de utilidad pública, embalses, humedales y vías pecuarias (en el visor se puede seleccionar por capas cada una de ellas, facilitando así la identificación de estas zonas); también muestra la ubicación de la actividad en un espacio afectado por una de estas figuras, lo que conlleva unas implicaciones específicas que se valorarán dentro del procedimiento ambiental concreto que le sea de aplicación.

Esta información ha de ser tratada sin perjuicio de que en el procedimiento de autorización de la actividad concreta, pudiera tener cabida alguna otra normativa de protección ambiental adicional, a la vista de un estudio detallado del terreno y del proyecto que se va a llevar a cabo. Además, dicha información no puede considerarse una interpretación oficial de la normativa vigente, teniendo meramente un carácter informativo.

1.21.1.8. Elementos medioambientales considerados en la herramienta

La generalización de la normativa medioambiental en la herramienta ha hecho que no se puedan considerar todos los factores medioambientales existentes. Hay normativas específicas para cada comunidad autónoma. Algunas de estas normativas tienen puntos comunes con la normativa nacional, pero en algunos casos tratan cuestiones medioambientales muy específicas. Se ha decidido incluir solo la normativa con carácter nacional para facilitar el uso de la herramienta.

El procedimiento de impacto ambiental no se ha podido incluir totalmente en la herramienta. Esto es debido a que la declaración de impacto ambiental requiere explicar detalladamente todo lo relacionado con emisiones a la atmósfera, el número de residuos que se van a crear por la subestación, la gestión de esos residuos, la posible contaminación acústica durante las obras y durante el funcionamiento de la subestación, los campos magnéticos, etc. El preguntar al usuario por todos estos factores hubiese ido en contra del objetivo del proyecto que consiste en que la herramienta sea fácil de usar y accesible.

Se ha decidido implementar las cuestiones medioambientales que no supongan una gran carga de preguntas al usuario. Las cuestiones medioambientales incluidas en la herramienta son: el tipo de suelo de la ubicación, la posible contaminación de los acuíferos, el nivel de contaminación del suelo y la existencia de zonas de protección de la avifauna en la ubicación.

La herramienta ha sido diseñada para que cuando se den los resultados del análisis técnico-económico, se explique si algunas de las cuestiones medioambientales han sido determinantes en la elección de la tecnología de aprovechamiento del espacio.

1.22. Condiciones de mejora

La herramienta ha sido diseñada para calcular el análisis técnico-económico basándose únicamente en el coste económico de la construcción de la subestación. La herramienta calcula un coste inmediato, es decir, no considera los costes relacionados con el funcionamiento de las subestaciones.

Una forma de mejorar la herramienta sería la consideración de los gastos por temas como mantenimiento, es decir, ver a cuánto se elevan los costes de la subestación después de un intervalo de años. La inclusión del mantenimiento implicaría que se tendrían que considerar elementos que no se han considerado en la herramienta. Estos elementos serían los costes derivados por estar cerca del mar o por estar en una zona desértica.

La inclusión de los elementos medioambientales incluidos en la herramienta se podría mejorar en caso de introducir las normativas medioambientales correspondientes a cada comunidad autónoma. También se podría considerar en la herramienta los costes derivados por la contaminación debido a la construcción en base a la tecnología de la subestación.

El ruido y los campos magnéticos son cuestiones técnicas que no se han incluido en la herramienta. Se ha asumido que sus valores siempre serían los adecuados. En caso de incluir todos los cálculos relacionados con estas cuestiones en la herramienta, se conseguiría que los análisis realizados por la herramienta fueran más realistas.

1.23. Prueba de la herramienta

La herramienta programada funciona correctamente, mostrando que no hay errores en su programación y que es capaz de realizar los análisis técnico-económicos. Los resultados del análisis variarán dependiendo de los factores elegidos por el usuario.

Se usará un caso concreto para probar la herramienta y se analizarán los resultados obtenidos. El caso concreto consiste en una subestación con un parque de 220 KV con 5 posiciones situada en un terreno rural de Castilla y León en la que los servicios auxiliares contarán con un grupo electrógeno y con la construcción de una línea de media tensión. El desnivel del terreno será de 9%.

Se compararán los porcentajes correspondientes a los factores que forman la subestación para realizar el análisis de los resultados. Se estudiará como varían estos porcentajes en base a configuración y la tecnología.

Se adjuntan unas tablas de cada tecnología en donde se realiza una comparativa de coste de las distintas configuraciones en función de las partes que forman la subestación (los sistemas varios que se muestran en las tablas se corresponden a los sistemas de mando, comunicación, antiintrusismo y contraincendios).

Subestación AIS					
	SB P	DB	IM	DB DI	A
Aparamenta	35.2%	37.1%	39.8%	41.8%	34.5%
Montaje	9.7%	10.0%	10.1%	10.2%	9.5%
Obra civil	6.1%	5.5%	4.6%	3.8 %	6.3%
Protecciones	3.7%	3.6%	3.6%	3.6%	3.5%
Ingeniería	5.5%	4.8%	3.3%	3.2%	5.7%
Sistemas auxiliares	15.4%	15.0%	14.4%	14.0%	15.7%
Movimiento de tierras	7.2 %	7.3%	7.3%	7.3%	7.2%
Puesta a tierra	0.1%	0.09%	0.09%	0.09%	0.11%
Terreno	0.5%	0.49%	0.48%	0.5%	0.5%
Sistemas varios	16,6%	16.21%	15.8%	15.5%	16.9%

Table 9. Porcentajes de los precios de una subestación AIS en función de las configuraciones y de sus partes

Precio total de la subestación AIS	
Configuración	Precio total (€)
Simple barra partida	2903003
Doble barra	3052097
Interruptor y medio	3174068
Doble barra doble interruptor	3324504
Anillo	2785534

Table 10. Precio total de la subestación con tecnología AIS en función de la configuración

Subestación GIS					
	SB P	DB	IM	DB DI	A
Aparamenta	52.2%	52.3%	52.7%	52.8%	52.1%
Montaje	9.8%	9.8%	9.7%	9.7%	9.8%
Obra civil	9.6%	9.6%	9.5%	9.5 %	9.7%
Protecciones	1.9%	1.9%	2%	2%	1.9%
Ingeniería	3.2%	3.2%	3.1%	3.1%	3.2%
Sistemas auxiliares	9.6%	9.6%	9.5%	9.5%	9.6%
Movimiento de tierras	3.2 %	3.2%	3.1%	3.1%	3.2%
Puesta a tierra	0.08%	0.07%	0.07%	0.07%	0.08%
Terreno	0.17%	0.16%	0.16%	0.16%	0.16%
Sistemas varios	10,25%	10.15%	10.15%	10.15%	10.35%

Table 11. Porcentajes de los precios de una subestación GIS en función de las configuraciones y de sus partes

Precio total de la subestación GIS	
Configuración	Precio total (€)
Simple barra partida	4557692
Doble barra	4634594
Interruptor y medio	4730567
Doble barra doble interruptor	4807692
Anillo	4595648

Table 12. Precio total de la subestación con tecnología GIS en función de la configuración

La herramienta ha determinado que la opción más viable es la tecnología AIS para este caso de estudio. No se ha indicado ningún elemento técnico que implique que se tenga que utilizar la tecnología GIS.

1.24. Conclusiones

Se han obtenido las siguientes conclusiones después de haber realizado múltiples casos de estudio con la herramienta.

La herramienta es capaz de hacer adecuadamente los análisis técnico-económicos en función de los factores elegidos por el usuario.

Los factores que más influyen en estos análisis son la aparamenta y los transformadores. La aparamenta en la tecnología AIS suele suponer más de un 30% del coste final de las subestaciones con un solo parque. La aparamenta puede alcanzar valores superiores al 50% en la tecnología GIS. Los transformadores aumentan de manera notable el precio final de las subestaciones y tienen un coste que puede llegar a suponer un 40% de la subestación.

La configuración elegida para la subestación influirá en el porcentaje final de varios factores (aparamenta, montaje, protecciones). Las diferencias en los porcentajes de estos factores debido a la configuración son más notables en la tecnología AIS que en la tecnología GIS. El porcentaje de la aparamenta en la tecnología AIS puede diferenciarse más de un 5% entre las distintas configuraciones. Los porcentajes de los sistemas varios y los sistemas auxiliares tendrán un porcentaje menor en las configuraciones que tengan mayor aparamenta debido a que esos sistemas tienen un mismo precio común en todas las configuraciones.

Respecto a la puesta a tierra, su porcentaje sobre el precio final de la subestación no suele alcanzar el 0.1%. Esto supone que a pesar de todos los esfuerzos para simular correctamente la puesta a tierra necesaria en las subestaciones, su impacto económico es ínfimo. La nivelación del terreno influye de manera notable en los análisis. La aproximación realizada en la herramienta hace que el movimiento de tierras pueda alcanzar grandes porcentajes en los análisis. Esto sucede en los casos donde la subestación este situada en un terreno con mucho desnivel.

La tecnología AIS suele ser la tecnología que tiene los análisis económicos más favorables. La tecnología GIS es la mejor opción en los casos donde hay cuestiones medioambientales o técnicas que afecten a la subestación (terreno urbano, zona de protección de pájaros).

Bibliography

- [1] **Sánchez Mingarro, M.**, *Subestaciones eléctricas de alta tensión*.
- [2] **Red eléctrica de España**, *Criterios generales de protección del Sistema Eléctrico Peninsular*. Noviembre 1995.
- [3] **Fernández Magester, G.**, *Apuntes de subestaciones eléctricas*. Curso 2017-2018.
- [4] **Red eléctrica de España**, *Página web sobre la gestión de la red*. Última consulta: 29/05/2018
<http://www.ree.es/es/actividades/gestor-de-la-red-y-transportista>
- [5] **Ministerio de Industria**, *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión*. ITC 01, 02, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 13, 14, 15. 9 de junio de 2014.
- [6] **Red eléctrica de España**, *Proyecto Técnico Administrativo: NUEVA SUBESTACIÓN DE GOZÓN*. Madrid, mayo de 2016
- [7] **Red eléctrica de España**, *NUEVA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE LA MATANZA (TENERIFE)*. Junio de 2011
- [8] **Ministerio de agricultura**, *Encuesta de los precios de la tierra 2016 (Base 2011)*. Octubre 2017.
- [9] **Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino**, *Guía de la normativa estatal sobre emisiones a la atmósfera*. Noviembre 2011.
- [10] **Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino**, *BOE-A-2013-12913. Ley de evaluación ambiental*. 9 de diciembre 2013.
- [11] **Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino**, *Real decreto 1432/2008. medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión*. 28 de agosto 2008.
- [12] **Consejería de Medio Ambiente**, *Real Decreto 100/2011, Actualización del catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación*. 28 de enero 2011.
- [13] **Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino**, *Real Decreto 180/2015, regulación del traslado de residuos en el interior del territorio del Estado*. 13 de agosto 2015.
- [14] **Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino**, *Orden PRA/1080/2017, se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados*. 2 de noviembre 2017.

PART II



CÁLCULOS



Chapter 1

1.1. Puesta a tierra

En el programa están incluidos todos los cálculos necesarios para el diseño de la puesta a tierra. Para la realización de estos cálculos se ha utilizado como referencia la IEEE Std 80-2000.

Para realizar el diseño de la puesta a tierra, es necesario determinar las resistividades superficiales aparentes del terreno y el coeficiente reductor, C_S :

$$C_S = 1 - 0.106 * \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2 * h_s + 0.106} \right) \quad (1)$$

Cuyos términos son:

- ρ \rightarrow Resistividad del terreno natural.
- ρ^* \rightarrow Resistividad del terreno artificial.
- h_s \rightarrow Espesor de la capa superficial, en metros.

Posteriormente se calculará las tensiones de paso y contacto de la subestación eléctrica. Estas marcarán los límites de las tensiones que se han de cumplir en el diseño de la puesta a tierra. Para su cálculo será necesario saber el tiempo de actuación de las protecciones. Estos tiempos dependen de si la subestación es considerada crítica o no.

Tensiones de contacto	
Tipo de subestación	Valor de tensión
Subestación crítica	420
Subestación no crítica	204

Table 13. Tabla para determinar las tensiones

Tensión de contacto:

$$U_c = U_{ca} * \left(1 + \frac{1000 + 1.5 * \rho_s}{1000} \right) \quad (2)$$

Tensión de paso:

$$U_p = U_{ca} * \left(1 + \frac{4000 + 6 * \rho_s}{1000} \right) \quad (3)$$

En base a los cálculos anteriores, es posible calcular la resistencia del electrodo que se va a enterrar. En función de si la puesta a tierra tiene picas, la ecuación para calcularla variara. En el caso de una puesta a tierra con picas, la resistencia del electrodo viene dada por la siguiente expresión:

$$R = \rho * \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}} * \left(1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right) \quad (4)$$

Cuyos términos son:

- ρ \mapsto Resistividad del terreno natural.
- h \mapsto Profundidad de la malla de tierra (m).
- L \mapsto Longitud total de las picas y del cable enterrado (m).
- A \mapsto Superficie cubierta por la malla de tierra (m^2).

Para comprobar que nuestro diseño a puesta tierra es correcto, es necesario calcular las tensiones de paso y de contacto según el modelo numérico, que deberán ser inferiores a las que se han obtenido de acuerdo a los tiempos de despeje de falta. Las expresiones para determinarlas son:

Tensión de contacto en la subestación:

$$U'_c = \frac{\rho * K_m * K_i * I_g}{L_m} \quad (5)$$

Tensión de paso en la subestación:

$$U'_p = \frac{\rho * K_s * K_i * I_s}{L_s} \quad (6)$$

Los términos correspondientes a estas 2 expresiones son:

- ρ \mapsto Resistividad del terreno natural.
- I_g \mapsto Intensidad que circular por la red de tierra de la subestación.
- K_m \mapsto Factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de contacto.
- K_i \mapsto Factor de corrección por efecto de mayor densidad de corriente en los extremos de la malla.
- K_s \mapsto Factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de paso.
- L_m \mapsto Longitud efectiva de la red de conductores enterrados para tensión de contacto.
- L_s \mapsto Longitud efectiva de la red de conductores enterrados para tensión de paso.

Para poder realizar el cálculo de estas tensiones, ha sido necesario calcular los factores: K_m , K_i , k_s y las distancias efectivas L_s y L_m . En el cálculo de estos términos también ha sido necesario calcular n , k_{ii} y k_h . El cálculo de los términos se ha realizado a partir de las siguientes expresiones:

Ecuación para el cálculo del número de conductores, n :

$$n = \frac{2 * L_c}{L_p} * \sqrt{\frac{L_p}{4 * \sqrt{A}}} \quad (7)$$

Cuyos términos son:

- L_c \rightarrow Longitud total de los conductores enterrados excepto picas(m).
- L_p \rightarrow Longitud perimetral (m).
- A \rightarrow Área de la malla de tierra de la subestación.

Ecuación del factor geométrico de la altura, K_h :

$$K_h = \sqrt{1 + h} \quad (8)$$

Ecuación del factor geométrico del número de conductores enterrados, K_{ii} :

$$K_{ii} = 1 \quad (9)$$

Ecuación para el cálculo del factor geométrico o de espaciado de conductores para tensión de contacto, K_m :

$$K_m = \frac{1}{2 * \pi} * \left(\ln\left(\frac{D^2}{16 * h * d} + \frac{(D + 2 * h)^2}{8 * D * d} - \frac{4}{4 * d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h} * \ln\left(\frac{8}{\pi * (2 * n - 1)}\right) \right) \quad (10)$$

Ecuación para el cálculo de factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de paso, K_s :

$$K_s = \frac{1}{\pi} * \left(\frac{1}{2 * h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} * (1 - 0.5^{n-2}) \right) \quad (11)$$

Ecuación para el cálculo del Factor de corrección por efecto de mayor densidad de corriente en los extremos de la malla. K_i :

$$K_i = 0.644 + 0.148 * n \quad (12)$$

Los términos correspondientes a las expresiones de K_h, K_i, K_s, K_m y K_s son:

- $D \mapsto$ Separación media entre conductores de la red de tierras (m).
- $d \mapsto$ Diámetro de los conductores de la red de tierras (m).
- $h \mapsto$ Profundidad de la malla de tierra (m).
- $n \mapsto$ Número de conductores en paralelo.

Ecuación para el cálculo de Longitud efectiva de la red de conductores enterrados para tensión de contacto, L_m :

$$L_m = L_c + (1.55 + 1.22 * (\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}})) * L_r \quad (13)$$

Ecuación para el cálculo de Longitud efectiva de la red de conductores enterrados para tensión de paso, L_s :

$$L_s = 0.75 * L_c + 0.85 * L_r \quad (14)$$

Los terminos correspondientes a las expresiones de L_m y L_s son:

- $L_x \mapsto$ Máxima longitud de la malla en dirección X (m).
- $L_y \mapsto$ Máxima longitud de la malla en dirección Y (m).
- $L_c \mapsto$ Longitud total de los conductores enterrados excepto picas (m).
- $L_r \mapsto$ Longitud total de las picas (m).

En el caso de que la tensión de contacto o la tensión de paso de la subestación sean superior a las tensiones de despeje de falta, será necesario volver a rediseñar la puesta a tierra. Esto se hará cambiando factores como: D, d . Respecto a los resultados, no se ha adjuntado ninguna tabla de resultados debido a que el programa en función de los requisitos del usuario, hace que las características de la subestación sean completamente diferentes, consiguiendo resultados distintos para cada caso.

PART III



MANUAL DE USUARIO



Chapter 1

1.1. Objeto del documento

El presente documento pretende mostrar al usuario el funcionamiento de la herramienta para el análisis comparativo de costes de subestaciones eléctricas de muy alta tensión entre diferentes tecnologías.

1.2. Requisitos

La herramienta está programada en C. Para poder utilizar la herramienta, es necesario disponer de un compilador que permita *correr* el programa. En caso de no disponer en el ordenador ningún compilador, se puede descargar codelite de la siguiente página web: <https://codelite.org/>. Codelite es un compilador gratuito por lo que no supondrá problemas para la descarga en el ordenador.

En el caso de que el usuario quiera que los resultados del programa vayan a un archivo de texto. En el programa esta predefinido que los los resultados del análisis se guardan en una carpeta con el nombre “Subestacion” en la memoria “c:” del ordenador. Dentro de la carpeta tiene que haber un archivo de texto(.txt) con el nombre “Resultados”. En caso de querer los resultados es necesario seguir estas indicaciones. Se pueden crear carpetas con otros nombres pero en esos casos será necesario cambiar el código del programa para que se corresponda con lo deseado por el usuario.

Estos son los requisitos necesarios para la utilización de la herramienta. Una vez cumplidos, no habrá problemas para usarla.

1.3. Manual de usuario

Al iniciar el programa este indica que sirve para realizar análisis comparativos para las subestaciones.

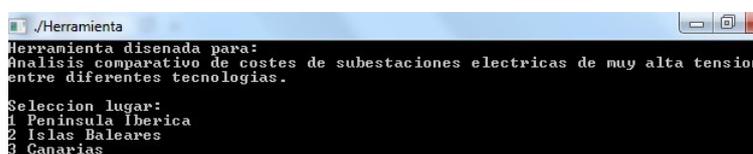
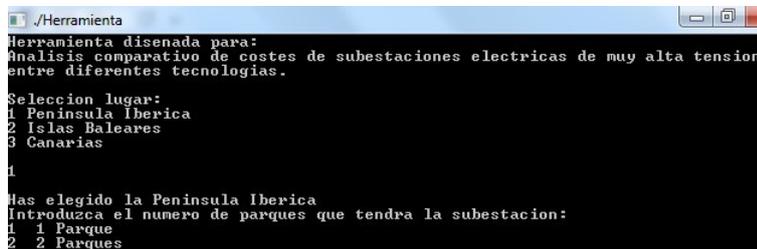


Figure 2. Pantalla cuando se inicia el programa.

La primera opción que se da al usuario es la elección del lugar donde estará la subestación. El usuario tiene que elegir una de las 3 opciones. Una vez introducida la elección, tendrá que elegir el número de parques.



```

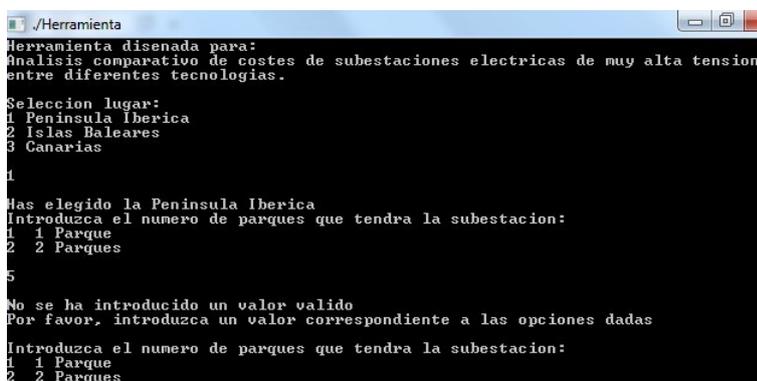
./Herramienta
Herramienta diseñada para:
Análisis comparativo de costes de subestaciones eléctricas de muy alta tensión
entre diferentes tecnologías.

Selección lugar:
1 Península Ibérica
2 Islas Baleares
3 Canarias
1
Has elegido la Península Ibérica
Introduzca el número de parques que tendrá la subestación:
1 1 Parque
2 2 Parques

```

Figure 3. Elección del número de parques.

Al igual que el caso anterior, el usuario tiene que elegir la opción que desee. Esta decisión influirá para elecciones dentro del programa.



```

./Herramienta
Herramienta diseñada para:
Análisis comparativo de costes de subestaciones eléctricas de muy alta tensión
entre diferentes tecnologías.

Selección lugar:
1 Península Ibérica
2 Islas Baleares
3 Canarias
1
Has elegido la Península Ibérica
Introduzca el número de parques que tendrá la subestación:
1 1 Parque
2 2 Parques
5
No se ha introducido un valor válido
Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones dadas
Introduzca el número de parques que tendrá la subestación:
1 1 Parque
2 2 Parques

```

Figure 4. Consecuencias de no elegir una de las opciones

El programa ha sido diseñado para que siempre se tenga que elegir entre las opciones establecidas. Como se ha podido comprobar en la imagen anterior, se ha introducido una opción que no estaba disponible (5), en esos casos el programa indica que el valor introducido no es válido y que se debe introducir un valor correspondiente a las opciones dadas por el programa. Este mensaje aparecerá cada vez que se cometa un error en el programa, cuando se introduzca un valor válido el programa saldrá del bucle y seguirá funcionando como siempre. En el ejemplo se puede ver que la opción de los parques es 2, esto influirá en el programa para futuras selecciones, como ya se explicará. Respecto a las medidas introducidas para aumentar la seguridad del programa, todas las opciones del programa disponen de estas medidas para así conseguir siempre valores válidos.

```

./Herramienta
Herramienta diseñada para:
Análisis comparativo de costes de subestaciones electricas de muy alta tension
entre diferentes tecnologías.

Selección lugar:
1 Península Iberica
2 Islas Baleares
3 Canarias
1

Has elegido la Península Iberica
Introduzca el número de parques que tendrá la subestación:
1 1 Parque
2 2 Parques
5

No se ha introducido un valor válido
Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones dadas

Introduzca el número de parques que tendrá la subestación:
1 1 Parque
2 2 Parques
2

Seleccione la tensión principal
1 400 KV
2 220 KV
1

```

Figure 5. Tensiones disponibles en base a la ubicación

Después de la elección del número de parque, llega la elección de la tensión del parque principal. Como se puede ver en la figura 4, se eligió la península ibérica para situar la subestación. Esto implica que los valores posibles para las subestaciones son 400 y 220 KV. Si se hubiera elegido las otras opciones, hubiesen aparecido las tensiones disponibles correspondientes a dichos lugares.

```

./Herramienta
Herramienta diseñada para:
Análisis comparativo de costes de subestaciones electricas de muy alta tension
entre diferentes tecnologías.

Selección lugar:
1 Península Iberica
2 Islas Baleares
3 Canarias
1

Has elegido la Península Iberica
Introduzca el número de parques que tendrá la subestación:
1 1 Parque
2 2 Parques
5

No se ha introducido un valor válido
Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones dadas

Introduzca el número de parques que tendrá la subestación:
1 1 Parque
2 2 Parques
2

Seleccione la tensión principal
1 400 KV
2 220 KV
1

Has elegido 400 KV como tensión primaria

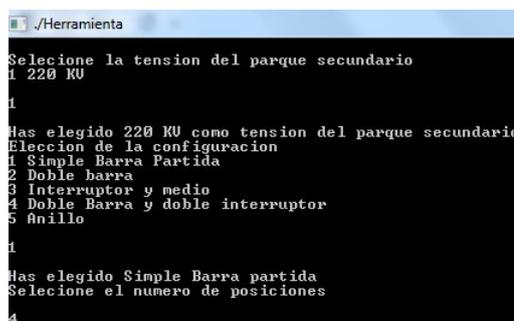
Elección de la configuración
1 Doble Barra
2 Interruptor y medio
3 Anillo
1

Has elegido Doble Barra
Seleccione el número de posiciones
1

```

Figure 6. Configuración y posiciones

El programa después de la elección del valor de tensión indica que se seleccione la configuración para el parque. Las opciones disponibles son las correspondientes al valor de tensión elegido anteriormente. Después de la elección de la configuración, se elige el número de posiciones para dicha posición. El programa según estas elecciones calculará de manera automática, el precio correspondiente a la aparamenta, montaje y la superficie que están relacionadas con las decisiones tomadas.



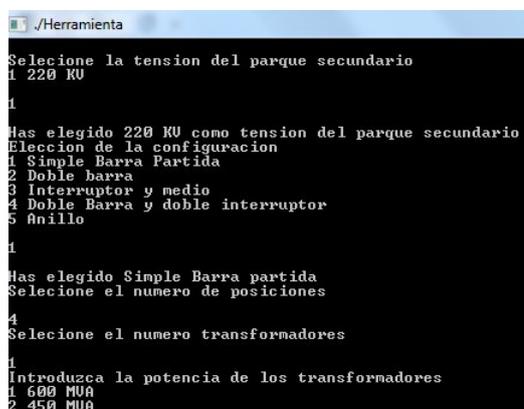
```

./Herramienta
Seleccione la tension del parque secundario
1 220 KV
1
Has elegido 220 KV como tension del parque secundario
Eleccion de la configuracion
1 Simple Barra Partida
2 Doble barra
3 Interruptor y medio
4 Doble Barra y doble interruptor
5 Anillo
1
Has elegido Simple Barra partida
Seleccione el numero de posiciones
4

```

Figure 7. Elección para el segundo parque

Como se ha explicado anteriormente, al haber sido introducida la opción de 2 parques, implica que el programa solicite la información para el segundo parque. Como se puede comprobar en la imagen, el programa no da como opción posible la primera tensión seleccionada.



```

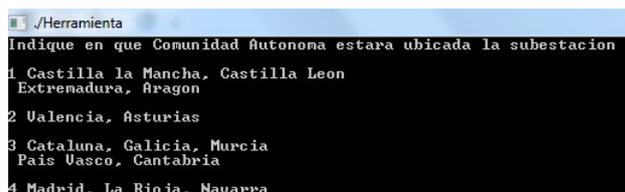
./Herramienta
Seleccione la tension del parque secundario
1 220 KV
1
Has elegido 220 KV como tension del parque secundario
Eleccion de la configuracion
1 Simple Barra Partida
2 Doble barra
3 Interruptor y medio
4 Doble Barra y doble interruptor
5 Anillo
1
Has elegido Simple Barra partida
Seleccione el numero de posiciones
4
Seleccione el numero transformadores
4
Introduzca la potencia de los transformadores
1 600 MVA
2 450 MVA

```

Figure 8. Elección de transformadores

Habiendo realizado la configuración de los parques, comienza la elección de los transformadores, se tiene que elegir cuantos transformadores tendrá el parque. Esta elección ocurre debido a que se ha seleccionado que la subestación tendría 2 parques. En los casos de selección de un solo parque, esta parte del programa no aparecerá para el usuario.

El programa en función de las tensiones elegidas, identifica la relación de transformación. Para esta relación de tensiones, hay 2 valores de potencia posible para el transformador por lo que el usuario debe elegir cual es la que desea para el transformador de la subestación. Según la relación de tensiones y la potencia del transformador, el programa calculará el coste total derivado de los transformadores de manera automática.



```

./Herramienta
Indique en que Comunidad Autonoma estara ubicada la subestacion
1 Castilla la Mancha, Castilla Leon
Extremadura, Aragon
2 Valencia, Asturias
3 Cataluna, Galicia, Murcia
Pais Vasco, Cantabria
4 Madrid, La Rioja, Navarra

```

Figure 9. Clasificación por comunidades

En los casos que la subestación se ubique en la península ibérica, se tendrá que elegir en que comunidad está. Esto es debido a que los precios del terreno dependerán de la comunidad. Se han agrupado en el programa las comunidades cuyos precios medio de terreno son parecidos.

```

./Herramienta
Indique en que Comunidad Autonoma estara ubicada la subestacion
1 Castilla la Mancha, Castilla Leon
  Extremadura, Aragon
2 Valencia, Asturias
3 Cataluna, Galicia, Murcia
  Pais Vasco, Cantabria
4 Madrid, La Rioja, Navarra
1
Indique como es la composicion principal del tipo de terreno
1 Arcilloso
2 Arenoso
3 Pedregoso
4 Caliza
5 No se sabe
1
Introduzca si se considera la subestacion critica
(Tiempo de actuacion de las protecciones inferior a 500 ms)
1 Si
2 No
1
Introduzca la intensidad de cortocircuito
Introduzcase el valor en Amperios
5000

```

Figure 10. Dimensionamiento puesta a tierra

Para el proceso del dimensionamiento a tierra, se ha querido facilitar lo máximo posible las elecciones para el usuario. Las preguntas que debe responder el usuario son: si la subestación es crítica y la intensidad de cortocircuito que ira por la malla de tierra. Todo el dimensionamiento del cable se hará en función de parámetros como el distanciamiento de las retículas, la profundidad donde estará enterrada la malla de tierra. Estos parámetros serán unas constantes de las que el usuario no tendrá que preocuparse.

```

./Herramienta
Indique en que Comunidad Autonoma estara ubicada la subestacion
1 Castilla la Mancha, Castilla Leon
  Extremadura, Aragon
2 Valencia, Asturias
3 Cataluna, Galicia, Murcia
  Pais Vasco, Cantabria
4 Madrid, La Rioja, Navarra
1
Indique como es la composicion principal del tipo de terreno
1 Arcilloso
2 Arenoso
3 Pedregoso
4 Caliza
5 No se sabe
1
Introduzca si se considera la subestacion critica
(Tiempo de actuacion de las protecciones inferior a 500 ms)
1 Si
2 No
1
Introduzca la intensidad de cortocircuito
Introduzcase el valor en Amperios
5000
Indice desnivel del terreno:
5
El desnivel del terreno es adecuado

```

Figure 11. Preguntas relacionadas con la puesta a tierra

Correspondiente al movimiento de tierra, el usuario solo debe responder a la pregunta correspondiente al desnivel de donde estará ubicada la subestación. El resto de aspectos relacionados con el movimiento de tierras se calcularán en función de la superficie que ocupará la subestación.

```

Introduzca si se considera la subestacion critica
(Tiempo de actuacion de las protecciones inferior a 500 ms)
1 Si
2 No
1
Introduzca la intensidad de cortocircuito
Introduzcase el valor en Amperios
6000
Indice desnivel del terreno:
5
El desnivel del terreno es adecuado
Introduzca como sera el sistema de alimentacion a.c de la subestacion
1 Grupo electrogeno
2 Grupo electrogeno + linea de Mt
3 Grupo electrogeno + terciario de transformador
4 Grupo electrogeno + linea de Mt + terciario transformador
2
Introduzca el numero de lineas de alimentacion
2
Seleccione si el terreno se encuentra cerca del mar
1 Si
2 No
1
Preguntas de impacto medioambiental
Seleccione si el terreno se encuentra en una zona de proteccion de pajaros
1 Si
2 No
1

```

Figure 12. Preguntas para el análisis medioambiental

La última parte de la herramienta consiste en las preguntas relacionadas con el impacto medioambiental, en función de las respuestas el programa seleccionara si es más recomendable el uso de una tecnología u otra.

```

Resultados de la herramienta tras la realización del analisis técnico-económico:
El precio total de la subestacion tipo AIS es 8645752.0
El cual se divide segun los siguientes porcentajes:
un 21.971910 % se corresponde a la apararamta
un 3.583899 % se corresponde a la ingenieria
un 7.034992 % se corresponde al montaje
un 2.151791 % se corresponde a la obra civil
un 0.149533 % se corresponde al terreno
un 0.048207 % se corresponde a la puesta a tierra
un 4.042211 % se corresponde al movimiento de tierras
un 40.482311 % se corresponde a los transformadores
un 2.336407 % se corresponde a las protecciones
un 5.731115 % se corresponde a sistemas de:
control,comunicacion, antirrobo,contrainendios
un 12.467626 % se corresponde a los sistemas de alimentación.

```

Figure 13. Resultados en hoja de texto

Una vez finalizadas todas las preguntas, el programa realiza el análisis técnico-económico. Se ha programado la herramienta para que guarde los resultados en la dirección descrita en requisitos. Mientras que se realiza el análisis, el programa calcula de manera automática los presupuestos correspondientes a las protecciones y los otros sistemas que forman parte de la subestación.

En la hoja de texto se pueden comprobar cuál ha sido el coste total de la subestación en función de las tecnologías. Se muestra el porcentaje correspondiente a cada parte que ha tenido una influencia en el precio final. La ventaja de tener los resultados guardados en un archivo de texto es que permite guardarlos y traspasarlos a otros ordenadores. Cabe decir, que el programa esta realizado de tal manera que el archivo de texto se sobrescribe con cada análisis realizado por lo que en caso de que interese guardar unos resultados, se deberán guardarlos en otro archivo de texto.

PART IV



CÓDIGO FUENTE



Chapter 1

Programa I

1.1. main.c

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
/*Definicion de las constantes*/
#define PI 3.141592

/*Definicion de las funciones*/
void SimplebarraPA (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void DoblebarraA (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void IntmedioA (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void DobleintA (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void AnilloA (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void SimplebarraPG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void DoblebarraG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void IntmedioG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void DobleintG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void AnilloG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
 *preciomontaje);
void PuestatierraA (float tipoter, float tamterre, float *tcable, float *mcable, float
 *hhorm, float *htierra, float critc, float intc);
void PuestatierraG (float tipoter, float tamterre, float *tcable, float *mcable, float
 *hhorm, float *htierra, float critc, float intc);
void MovimientotierraA (float desniv, float tamter, float *preciomovimientot);
void MovimientotierraG (float desniv, float tamter, float *preciomovimientot);
void Ingenieria (float *precioingenieriat, float post);
void ObracivilA (float *precioobracivilt, float post);
void ObracivilG (float *precioobracivilt, float post, float parques, float met1, float met2);
void TransformadoresP (float *preciotransformadort, float ten1, float ten2, float
 *mtranf, float *numtran);
void TransformadoresI (float *preciotransformadort, float ten1, float ten2, float
 *mtranf, float *numtran, float ubi);
void Protecciones (float *precioprotect, float post, float trant, float numbarra, float parques,
 float numint);
void SistemaConRobInc (float *preciosistemast);
void Alimentacion (float *precioalimentaciont, float parques);

int main(void)
{
    int lugar;
    int ubicacion;
    int parque;
```

```

int tension1; int tension2;
int tension1I; int tension2I;
int terreno;
int posicion1; int posicion2; int posiciot;
int configuracion1;
int aves;
int mar; float multmar;
int vt;
int e;

FILE *pfich;
/*Variables relacionadas con el montaje, superficie y aparamenta, teniendo en cuenta los
transformadores*/
float papp1A; float papp2A;
float papp1G; float papp2G;
float mt1;
float mtA1; float mtA2; float mtAt;
float mtG1; float mtG2; float mtGt;
float mtGa; float mtGpt;
float pml;
float mtr; float mttr;
/*Variables relacionadas con la puesta a tierra*/
float subcrit; float intcort;
float tipterr; float dencob;
float tcable; float htierra;
float hhorm; float mcable;
float tamcabA; float tamcabG;
float HhormA; float HhormG;
float lcablA; float lcablG;
float preccob;
/*Variables relacionadas con los transformadores */
float numtr;
float numtrt;
/*Variables relacionadas con las protecciones */
float numbar1; float numbar2; float numbart;
float inter1; float inter2; float intert;

/*Variables relacionadas con los porcentajes*/
float porappA; float porappG;
float poringA; float poringG;
float porobraA; float porobraG;
float pormovtA; float pormovtG;
float porterrA; float porterrG;
float pormontA; float pormontG;
float porcabtA; float porcabtG;
float portranA; float portranG;
float porprotA; float porprotG;
float porsistA; float porsistG;
float poralimA; float poralimG;

/*Variables relacionadas con el precio*/
float papp; float papptA; float papptG;
float pmA1; float pmA2; float pmAt;
float pmG1; float pmG2; float pmGt;
float pterr; float pterrA; float pterrG;
float preccabtA; float preccabtG;
float preciomovtierra; float preciomovtierraA; float preciomovtierraG;
float precioingenieria; float precioingenieriaA; float precioingenieriaG;
float precioobracivil; float precioobracivilA; float precioobracivilG;
float preciototalA; float preciototalG;
float preciotransformador; float preciotransformadorA; float preciotransformadorG;
float precioprotecciones; float precioproteccionesA; float precioproteccionesG;
float preciosistemacontra; float preciosistemacontraA; float preciosistemacontraG;
float precioalimentacion; float precioalimentacionA; float precioalimentacionG;

/*Definicion de las constantes existentes en el programa*/
preccob=7.1; /*El precio esta en base a kg */
dencob=8620;
/*Asignacion de valores a ciertas constantes por seguridad*/
inter2=0;
numbar2=0;

```

```

posicion2=0;
papp2A=0;
papp2G=0;
mtA2=0; mtG2=0;
pmA2=0; pmG2=0;
numtrt=0;

/*Codigo para seleccion de lugar, numero de parques, tension y configuracion*/

printf("Herramienta disenada para:\n");
printf("Análisis comparativo de costes de subestaciones electricas de muy alta tension\nentre
diferentes tecnologias.\n\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones dadas\n\n");
}
printf("Seleccion lugar:\n");
printf("1 Peninsula Iberica\n");
printf("2 Islas Baleares\n");
printf("3 Canarias\n\n");
scanf("%d",&lugar);
e++;
}while(lugar != 1 && lugar !=2 && lugar !=3);

switch(lugar){
case 1: printf("\nHas elegido la Peninsula Iberica \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones dadas\n\n");
}
printf("Introduzca el numero de parques que tendra la subestacion:\n");
printf("1 1 Parque\n");
printf("2 2 Parques\n\n");
scanf("%d",&parque);
e++;
}while(parque!= 1 && parque !=2);

if(parque>=1){
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones dadas\n\n");
}
printf("\nSeleccione la tension principal \n");
printf("1 400 KV\n");
printf("2 220 KV\n\n");
scanf("%d",&tension1);
e++;
}while(tension1!= 1 && tension1 !=2);

switch(tension1){
case 1: printf("\n Has elegido 400 KV como tension primaria \n");
vt=1;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a
las opciones dadas\n\n");
}
printf("\nEleccion de la configuracion \n");
printf("1 Doble Barra\n");
printf("2 Interruptor y medio\n");
printf("3 Anillo \n\n");
scanf("%d",&configuracion1);
e++;
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 &&
configuracion1 !=3);
switch(configuracion1){

```

```

case 1: printf("\nHas elegido Doble Barra
\n");

e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);
DoblebarraA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
paplA=papp;
mtAl=mt1;
pmAl=pml;

DoblebarraG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
paplG=papp;
mtGl=mt1;
pmGl=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter1=1+posicion1+1;
numbar1=2;
break;

case 2: printf("\nHas elegido Interruptor y
medio \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

IntmedioA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
paplA=papp;
mtAl=mt1;
pmAl=pml;

IntmedioG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
paplG=papp;
mtGl=mt1;
pmGl=pml;

/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter1=1.5*posicion1;
numbar1=2;

break;

case 3: printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");

```

```

printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);
numbar1=0;
AnilloG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
papplA=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

AnilloG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
papplG=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=1*posicion1;
numbar1=0;

break;

default:printf("La opcion no es
              correcta\n\n");
        }
        break;
case 2: printf("Has elegido 220 KV como tension del parque
principal \n");
        vt=2;
        e=0;
        do{
        if(e >= 1){
        printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
        printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a
              las opciones dadas\n\n");
        }
        printf("Eleccion de la configuracion \n");
        printf("1 Simple Barra Partida\n");
        printf("2 Doble barra\n");
        printf("3 Interruptor y medio\n");
        printf("4 Doble Barra y doble interruptor\n");
        printf("5 Anillo\n");
        scanf("%d",&configuracion1);
        e++;
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4
&& configuracion1 !=5);

switch(configuracion1){
case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
partida\n");
        e=0;
        do{
        if(e >= 1){
        printf("\nNo se ha introducido un valor
              valido\n");
        printf("El numero de posiciones debe ser
              mayor que 0\n\n");
        }
        printf("Seleccione el numero de
              posiciones\n\n");
        scanf("%d",&posicion1);
        e++;
        }while(posicion1<=0);
        SimplebarraPA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papplA=papp;
        mtA1=mt1;
        pmA1=pml;

        SimplebarraPG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papplG=papp;
        mtG1=mt1;
        pmG1=pml;

```

```

        /*Constantes relacionadas con la
           configuracion*/
        inter1=1*posicion1+1;
        numbar1=1;
        break;

case 2: printf("\nHas elegido Doble barra
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);
DoblebarraA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

DoblebarraG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracio*/
inter1=2*posicion1+1;
numbar1=2;
break;

case 3: printf("Has elegido Interruptor y
medio \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);
IntmedioA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

IntmedioG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracio*/
inter1=1.5*posicion1;
numbar1=2;
break;

case 4: printf("Has elegido Doble Barra y
doble interruptor \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");

```

```

printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);
DobleintA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

DobleintG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=2;
break;

case 5: printf("Has elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
      valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);
AnilloA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

AnilloG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracio*/
inter1=1*posicion1;
numbar1=0;
break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");
}
break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");

}

}

if(parque>=2){
e=0;
if(tension1==2){
do{
if(e >= 1){
printf("No se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
      dadas\n\n");
}
printf("\nSeleccione la tension del parque secundario \n");

```

IV. CÓDIGO FUENTE 1. PROGRAMA I

```

printf("1 400 KV\n\n");
scanf("%d",&tension2);
e++;
}while(tension2!= 1);
}
if(tension1==1){
do{
if(e >= 1){
printf("No se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
dadas\n\n");
}
printf("\nSelecione la tension del parque secundario \n");
printf("1 220 KV\n\n");
scanf("%d",&tension2);
e++;
}while(tension2!= 1);
tension2=tension2+1;
}
switch(tension2){
case 1: printf("\nHas elegido 400 KV como tension para el parque
secundario \n");
vt=1;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
dadas\n\n");
}
printf("\nEleccion de la configuracion \n");
printf("1 Doble Barra\n");
printf("2 Interruptor y medio\n");
printf("3 Anillo \n\n");
scanf("%d",&configuracion1);
e++;
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1
!=3);
switch(configuracion1){
case 1: printf("\nHas elegido Doble Barra \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Selecione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);
DoblebarraA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;
DoblebarraG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracio*/
inter2=1+posicion2+1;
numbar2=2;
break;
case 2: printf("\nHas elegido Interruptor y medio
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){

```

```

printf("\nNo se ha introducido un valor
      valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d", &posicion2);
e++;
}while (posicion2<=0);

IntmedioA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

IntmedioG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracio*/
inter2=1.5*posicion2;
numbar2=2;
break;

case 3: printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
      valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d", &posicion2);
e++;
}while (posicion2<=0);

AnilloG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

AnilloG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracio*/
inter2=1*posicion2;
numbar2=0;
break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");
}
break;

case 2: printf("\nHas elegido 220 KV como tension del parque
      secundario\n");
vt=2;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");

```

IV. CÓDIGO FUENTE 1. PROGRAMA I

```
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las
opciones dadas\n\n");
}
printf("Eleccion de la configuracion \n");
printf("1 Simple Barra Partida\n");
printf("2 Doble barra\n");
printf("3 Interruptor y medio\n");
printf("4 Doble Barra y doble interruptor\n");
printf("5 Anillo\n\n");
scanf("%d",&configuracion1);
e++;
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4
&& configuracion1 !=5);

switch(configuracion1){

case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
partida\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

SimplebarraPA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

SimplebarraPG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracio*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=1;
break;

case 2: printf("\nHas elegido Doble barra \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);
DoblebarraA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

DoblebarraG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracio*/
inter2=1*posicion2+1;
```

```

numbar2=2;

break;

case 3: printf("\nHas elegido Interruptor y medio
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);
IntmedioA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

IntmedioG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracio*/
inter2=15*posicion2+1;
numbar2=2;

break;

case 4: printf("Has elegido Doble Barra y doble
interruptor \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);
DobleintA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

DobleintG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracio*/
inter2=2*posicion2;
numbar2=2;
break;

case 5: printf("Has elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
}

```

```

printf("Selecione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

AnilloA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pm1);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pm1;

AnilloG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pm1);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pm1;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracio*/
inter2=1*posicion2;
numbar2=0;

break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");
}
break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");

}
}
break;

case 2: printf("Has elegido Baleares \n");
pterr=2.05;
e=0;

do{
  if(e >= 1){
    printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
    printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
      dadas\n\n");
  }
  printf("Introduzca el numero de parques que tendra la subestacion:\n");
  printf("1 1 Parque\n");
  printf("2 2 Parques\n\n");
  scanf("%d",&parque);
  e++;
}while(parque!= 1 && parque !=2);

if(parque>=1){

e=0;
do{

if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones dadas\n\n");
}
printf("\nSeleccion de la tension del parque primario\n");
printf("1 220 KV\n");
printf("2 132 KV\n");
printf("3 66 KV\n\n");
scanf("%d",&tension1);
e++;

```

```

}while(tension1!= 1 && tension1 !=2 && tension1 !=3);
tension1=tension1+1;

switch(tension1){

case 1: printf("\nHas elegido 220 KV como tension del parque principal
\n");
vt=2;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las
opciones dadas\n\n");
}
printf("Eleccion de la configuracion \n");
printf("1 Simple Barra Partida\n");
printf("2 Doble barra\n");
printf("3 Interruptor y medio\n");
printf("4 Doble Barra y doble interruptor\n");
printf("5 Anillo\n\n");
scanf("%d",&configuracion1);
e++;
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4
&& configuracion1 !=5);

switch(configuracion1){

case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
partida\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

SimplebarraPA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

SimplebarraPG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=1;
break;

case 2: printf("\nHas elegido Doble barra
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);

```

```

e++;
}while(posicion1<=0);

DoblebarraA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplA=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

DoblebarraG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplG=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=2;

break;

case 3: printf("\nHas elegido Interruptor
y medio \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe
ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

IntmedioA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplA=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

IntmedioG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplG=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=1.5*posicion1;
numbar1=2;

break;

case 4: printf("\nHas elegido Doble Barra
y doble interruptor \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe
ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

DobleintA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplA=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

DobleintG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);

```

```

papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=2*posicion1;
numbar1=2;
break;

case 5: printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
  valor valido\n");
printf("El numero de posiciones
  debe ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
  posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

AnilloA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

AnilloG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=1*posicion1;
numbar1=0;

break;

default:printf("La opcion no es
  correcta\n");
}

break;

case 2: printf("\nHas elegido 132 KV como tension del parque principal
\n");
vt=3;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las
  opciones dadas\n\n");
}
printf("Eleccion de la configuracion \n");
printf("1 Simple Barra Partida\n");
printf("2 Doble barra\n");
printf("3 Interruptor y medio\n");
printf("4 Anillo\n\n");
scanf("%d",&configuracion1);
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4);
switch(configuracion1){

case 1: printf("\nHas elegido Simple
  Barra Partida \n");
e=0;
do{

```

```

if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe
ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

SimplebarraPA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
papplA=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

SimplebarraPG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
papplG=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=1;

break;

case 2: printf("\nHas elegido Doble barra
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe
ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

DoblebarraA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
papplA=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

DoblebarraG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
papplG=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=2;
break;

case 3: printf("\nHas elegido Interruptor
y medio \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe
ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}

```

```

        }while(posicion1<=0);

        IntmedioA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1A=papp;
        mtA1=mt1;
        pmA1=pml;

        IntmedioG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1G=papp;
        mtG1=mt1;
        pmG1=pml;
        /*Constantes relacionadas con la
        configuracion*/
        inter1=1.5*posicion1;
        numbar1=2;
        break;

    case 4: printf("\nHas elegido Anillo \n");
        e=0;
        do{
            if(e >= 1){
                printf("\nNo se ha introducido un
                valor valido\n");
                printf("El numero de posiciones debe
                ser mayor que 0\n\n");
            }
            printf("Seleccione el numero de
            posiciones\n\n");
            scanf("%d", &posicion1);
            e++;
        }while(posicion1<=0);

        AnilloA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1A=papp;
        mtA1=mt1;
        pmA1=pml;

        AnilloG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1G=papp;
        mtG1=mt1;
        pmG1=pml;
        /*Constantes relacionadas con la
        configuracion*/
        inter1=1*posicion1;
        numbar1=0;
        break;

        default:printf("La opcion no es
        correcta\n");
    }

    break;

case 3: printf("\nHas elegido 66 KV como tension del parque principal
\n");
    vt=4;
    e=0;
    do{
        if(e >= 1){
            printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
            printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las
            opciones dadas\n\n");
        }
        printf("Eleccion de la configuracion \n");
        printf("1 Simple Barra Partida\n");
        printf("2 Doble barra\n");
        printf("3 Anillo\n\n");
        scanf("%d", &configuracion1);
    }while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3);

    switch(configuracion1){

```

```

case 1: printf("\nHas elegido Simple
Barra Partida \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe
ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

SimplebarraPA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplA=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

SimplebarraPG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplG=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=1;
break;

case 2: printf("\nHas elegido Doble barra
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe
ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

DoblebarraA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplA=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

DoblebarraG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papplG=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=2;
break;

case 3:printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un
valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe
ser mayor que 0\n\n");
}
}

```

```

printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

AnilloA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

AnilloG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=1*posicion1;
numbar1=0;
break;

default:printf("La opcion no es
              correcta\n");
}

break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");

}

}

if(parque>=2){
e=0;
if(tension1==3){
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
      dadas\n\n");
}
printf("\nSeleccion de la tension del parque secundario\n");
printf("1 220 KV\n");
printf("2 132 KV\n");
scanf("%d",&tension2);
e++;
}while(tension2!= 1 && tension2 !=2);
}

if(tension1==1){
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
      dadas\n\n");
}
printf("\nSeleccion de la tension del parque secundario\n");
printf("1 132 KV\n");
printf("2 66 KV\n");
scanf("%d",&tension2);
e++;
}while(tension2!= 1 && tension2 !=2);
tension2=tension2+1;
}

if(tension1==2){
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
      dadas\n\n");
}
printf("\nSeleccion de la tension del parque secundario\n");

```

IV. CÓDIGO FUENTE 1. PROGRAMA I

```

printf("1 220 KV\n");
printf("2 66 KV\n");
scanf("%d",&tension2);
e++;
}while(tension2!= 1 && tension2 !=2);
if(tension2==2){
    tension2=tension2+1;
}
}

tension2I=tension2+1;
switch(tension2){

    case 1: printf("\nHas elegido 220 KV como tension del parque secundario
\n");
        vt=2;
        e=0;
        do{
            if(e >= 1){
                printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
                printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las
opciones dadas\n\n");
            }
            printf("Eleccion de la configuracion \n");
            printf("1 Simple Barra Partida\n");
            printf("2 Doble barra\n");
            printf("3 Interruptor y medio\n");
            printf("4 Doble Barra y doble interruptor\n");
            printf("5 Anillo\n\n");
            scanf("%d",&configuracion1);
            e++;
        }while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4
&& configuracion1 !=5);

        scanf("%d",&configuracion1);
        switch(configuracion1){

            case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
partida\n");
                e=0;
                do{
                    if(e >= 1){
                        printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
                        printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
                    }
                    printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
                    scanf("%d",&posicion2);
                    e++;
                }while(posicion2<=0);

                SimplebarraPA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
                papp2A=papp;
                mtA2=mt1;
                pmA2=pm1;

                SimplebarraPG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
                papp2G=papp;
                mtG2=mt1;
                pmG2=pm1;
                /*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
                inter2=1*posicion2+1;
                numbar2=1;
                break;

            case 2: printf("\nHas elegido Doble barra \n");

```

```

e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

DoblebarraA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

DoblebarraG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=2;

break;

case 3: printf("\nHas elegido Interruptor y medio
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

IntmedioA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

IntmedioG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter2=1.5*posicion2;
numbar2=2;

break;

case 4: printf("\nHas elegido Doble Barra y doble
interruptor \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");

```

IV. CÓDIGO FUENTE 1. PROGRAMA I

```

scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

DobleintA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

DobleintG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
   configuracion*/
inter2=2*posicion2;
numbar2=2;

break;

case 5: printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);
AnilloA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

AnilloG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
   configuracion*/
inter2=1*posicion2;
numbar2=0;

break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");
}
break;

case 2: printf("\nHas elegido 132 KV como tension del parque secundario
\n");
vt=3;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las
opciones dadas\n\n");
}
printf("Eleccion de la configuracion \n");
printf("1 Simple Barra Partida\n");
printf("2 Doble barra\n");
printf("3 Interruptor y medio\n");
printf("4 Anillo\n\n");
scanf("%d",&configuracion1);
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4);
switch (configuracion1){

```

```

case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
Partida \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

SimplebarraPA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

SimplebarraPG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=1;
break;

case 2: printf("\nHas elegido Doble barra
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

DoblebarraA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

DoblebarraG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=2;
break;

case 3: printf("\nHas elegido Interruptor y
medio \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
}

```

```

printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

IntmedioA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pMA2=pml;

IntmedioG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1.5*posicion2;
numbar2=2;
break;

case 4: printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
      valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

AnilloA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pMA2=pml;

AnilloG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1*posicion2;
numbar2=0;
break;

default:printf("La opcion no es
      correcta\n");
}
break;

case 3: printf("\nHas elegido 66 KV como tension del parque secundario \n");
vt=4;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
      dadas\n\n");
}
printf("Eleccion de la configuracion \n");
printf("1 Simple Barra Partida\n");
printf("2 Doble barra\n");
printf("3 Anillo \n\n");
scanf("%d",&configuracion1);
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3);
switch(configuracion1){

```

```

case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
Partida \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

SimplebarraPA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

SimplebarraPG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=1;
break;

case 2: printf("\nHas elegido Doble barra
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

DoblebarraA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

DoblebarraG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=2;
break;

case 3: printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");

```

```

scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

AnilloA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pm1);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pm1;

AnilloG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pm1);
papp1G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pm1;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1*posicion2;
numbar2=0;
break;

default:printf("La opcion no es
  correcta\n");
}
break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");

}

}

break;

case 3: printf("\nHas elegido Canarias \n");
pterr=6.02;
e=0;

do{
  if(e >= 1){
    printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
    printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
      dadas\n\n");
  }
  printf("Introduzca el numero de parques que tendra la subestacion:\n");
  printf("1 1 Parque\n");
  printf("2 2 Parques\n\n");
  scanf("%d",&parque);
  e++;
}while(parque!= 1 && parque !=2);
if(parque>=1){
  e=0;
  do{

    if(e >= 1){
      printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
      printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones dadas\n\n");
    }
    printf("\nSeleccion de la tension del parque primario\n");
    printf("1 220 KV\n");
    printf("2 132 KV\n");
    printf("3 66 KV\n\n");
    scanf("%d",&tension1);
    e++;
  }while(tension1!= 1 && tension1 !=2 && tension1 !=3);

  switch(tension1){

    case 1: printf("\nHas elegido 220 KV como la tension del parque principal
      \n");
      vt=2;

```

```

e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las
opciones dadas\n\n");
}
printf("Eleccion de la configuracion \n");
printf("1 Simple Barra Partida\n");
printf("2 Doble barra\n");
printf("3 Interruptor y medio\n");
printf("4 Doble Barra y doble interruptor\n");
printf("5 Anillo\n");
scanf("%d",&configuracion1);
e++;
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4
&& configuracion1 !=5);

switch(configuracion1){

case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
partida\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

SimplebarraPA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

SimplebarraPG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=1;
break;

case 2: printf("\nHas elegido Doble barra \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

DoblebarraA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

DoblebarraG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);

```

```

papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=1*posicion1+1;
numbar1=2;

break;

case 3: printf("\nHas elegido Interruptor y medio
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);
IntmedioA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

IntmedioG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=1.5*posicion1;
numbar1=2;

break;

case 4: printf("\nHas elegido Doble Barra y doble
interruptor \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion1);
e++;
}while(posicion1<=0);

DobleintA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1A=papp;
mtA1=mt1;
pmA1=pml;

DobleintG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
papp1G=papp;
mtG1=mt1;
pmG1=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter1=2*posicion1;
numbar1=2;
break;

```

```

        case 5: printf("\nHas elegido Anillo \n");
            e=0;
            do{
                if(e >= 1){
                    printf("\nNo se ha introducido un valor
                        valido\n");
                    printf("El numero de posiciones debe ser
                        mayor que 0\n\n");
                }
                printf("Seleccione el numero de
                    posiciones\n\n");
                scanf("%d",&posicion1);
                e++;
            }while(posicion1<=0);
            AnilloA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
            papp1A=papp;
            mtA1=mt1;
            pmA1=pml;

            AnilloG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
            papp1G=papp;
            mtG1=mt1;
            pmG1=pml;
            /*Constantes relacionadas con la
                configuracion*/
            inter1=1*posicion1;
            numbar1=0;

            break;

        default:printf("La opcion no es correcta\n");
            }
        break;

    case 2: printf("Has elegido 132 KV como tension del parque principal \n");
        vt=3;
        e=0;
        do{
            if(e >= 1){
                printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
                printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
                    dadas\n\n");
            }
            printf("Eleccion de la configuracion \n");
            printf("1 Simple Barra Partida\n");
            printf("2 Doble barra\n");
            printf("3 Interruptor y medio\n");
            printf("4 Anillo\n\n");
            scanf("%d",&configuracion1);
        }while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4);

        switch(configuracion1){

            case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
                Partida \n");
                e=0;
                do{
                    if(e >= 1){
                        printf("\nNo se ha introducido un valor
                            valido\n");
                        printf("El numero de posiciones debe ser
                            mayor que 0\n\n");
                    }
                    printf("Seleccione el numero de
                        posiciones\n\n");
                    scanf("%d",&posicion1);
                    e++;
                }while(posicion1<=0);
                SimplebarraPA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
                papp1A=papp;
                mtA1=mt1;

```

```

        pmA1=pml;

        SimplebarraPG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1G=papp;
        mtG1=mt1;
        pmG1=pml;
        /*Constantes relacionadas con la
        configuracion*/
        inter1=1*posicion1+1;
        numbar1=1;
        break;

    case 2: printf("\nHas elegido Doble barra \n");
        e=0;
        do{
            if(e >= 1){
                printf("\nNo se ha introducido un valor
                valido\n");
                printf("El numero de posiciones debe ser
                mayor que 0\n\n");
            }
            printf("Seleccione el numero de
            posiciones\n\n");
            scanf("%d", &posicion1);
            e++;
        }while(posicion1<=0);
        DoblebarraA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1A=papp;
        mtA1=mt1;
        pmA1=pml;

        DoblebarraG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1G=papp;
        mtG1=mt1;
        pmG1=pml;
        /*Constantes relacionadas con la
        configuracion*/
        inter1=2*posicion1+1;
        numbar1=2;
        break;

    case 3: printf("Has elegido Interruptor y medio
    \n");
        e=0;
        do{
            if(e >= 1){
                printf("\nNo se ha introducido un valor
                valido\n");
                printf("El numero de posiciones debe ser
                mayor que 0\n\n");
            }
            printf("Seleccione el numero de
            posiciones\n\n");
            scanf("%d", &posicion1);
            e++;
        }while(posicion1<=0);
        IntmedioA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1A=papp;
        mtA1=mt1;
        pmA1=pml;

        IntmedioG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
        papp1G=papp;
        mtG1=mt1;
        pmG1=pml;
        /*Constantes relacionadas con la
        configuracion*/
        inter1=1.5*posicion1;
        numbar1=2;
        break;

    case 4: printf("\nHas elegido Anillo \n");
        e=0;
        do{

```

```

        if(e >= 1){
        printf("\nNo se ha introducido un valor
            valido\n");
        printf("El numero de posiciones debe ser
            mayor que 0\n\n");
        }
        printf("Seleccione el numero de
            posiciones\n\n");
        scanf("%d",&posicion1);
        e++;
    }while(posicion1<=0);
    AnilloA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
    papp1A=papp;
    mtA1=mt1;
    pmA1=pml;

    AnilloG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
    papp1G=papp;
    mtG1=mt1;
    pmG1=pml;
    /*Constantes relacionadas con la
        configuracion*/
    inter1=1*posicion1;
    numbar1=0;
    break;

    default:printf("La opcion no es correcta\n");
    }
    break;

case 3: printf("\nHas elegido 66 KV como tension del parque principal \n");
    vt=4;
    e=0;
    do{
    if(e >= 1){
    printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
    printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
        dadas\n\n");
    }
    printf("Eleccion de la configuracion \n");
    printf("1 Simple Barra Partida\n");
    printf("2 Doble barra\n");
    printf("3 Anillo \n\n");
    scanf("%d",&configuracion1);
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3);

    switch(configuracion1){

        case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
            Partida \n");
            e=0;
            do{
            if(e >= 1){
            printf("\nNo se ha introducido un valor
                valido\n");
            printf("El numero de posiciones debe ser
                mayor que 0\n\n");
            }
            printf("Seleccione el numero de
                posiciones\n\n");
            scanf("%d",&posicion1);
            e++;
            }while(posicion1<=0);
            SimplebarraPA(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
            papp1A=papp;
            mtA1=mt1;
            pmA1=pml;

            SimplebarraPG(vt,posicion1,&papp,&mt1,&pml);
            papp1G=papp;
            mtG1=mt1;
            pmG1=pml;
            /*Constantes relacionadas con la
                configuracion*/
            inter1=1*posicion1+1;

```

IV. CÓDIGO FUENTE 1. PROGRAMA I

```
        numbar1=1;
        break;

    case 2: printf("\nHas elegido Doble barra \n");
            printf("Seleccione el número de
                posiciones\n");
            scanf("%d", &posicion1);
            DoblebarraA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
            papp1A=papp;
            mtA1=mt1;
            pmA1=pml;

            DoblebarraG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
            papp1G=papp;
            mtG1=mt1;
            pmG1=pml;
            /*Constantes relacionadas con la
                configuracion*/
            inter1=1*posicion1+1;
            numbar1=2;
            break;

    case 3: printf("\nHas elegido Anillo \n");
            e=0;
            do{
                if(e >= 1){
                    printf("\nNo se ha introducido un valor
                        valido\n");
                    printf("El numero de posiciones debe ser
                        mayor que 0\n\n");
                }
                printf("Seleccione el numero de
                    posiciones\n\n");
                scanf("%d", &posicion1);
                e++;
            }while(posicion1<=0);
            AnilloA(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
            papp1A=papp;
            mtA1=mt1;
            pmA1=pml;

            AnilloG(vt, posicion1, &papp, &mt1, &pml);
            papp1G=papp;
            mtG1=mt1;
            pmG1=pml;
            /*Constantes relacionadas con la
                configuracion*/
            inter1=1*posicion1;
            numbar1=0;
            break;

        default:printf("La opcion no es correcta\n");
    }
    break;

    default:printf("La opcion no es correcta\n");

}

}

if(parque>=2) {
    e=0;
    if(tension1==3) {
        do{
            if(e >= 1){
                printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
                printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
                    dadas\n\n");
            }
        }
    }
}
```

```

printf("\nSeleccion de la tension del parque secundario\n");
printf("1 220 KV\n");
printf("2 132 KV\n");
scanf("%d",&tension2);
e++;
}while(tension2!= 1 && tension2 !=2);
}

if(tension1==1){
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
dadas\n\n");
}
printf("Seleccion de la tension del parque secundario\n");
printf("1 132 KV\n");
printf("2 66 KV\n");
scanf("%d",&tension2);
e++;
}while(tension2!= 1 && tension2 !=2);
tension2=tension2+1;
}
if(tension1==2){
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
dadas\n\n");
}
printf("\nSeleccion de la tension del parque secundario\n\n");
printf("1 220 KV\n");
printf("2 66 KV\n");
scanf("%d",&tension2);
e++;
}while(tension2!= 1 && tension2 !=2);
if(tension2==2){
tension2=tension2+1;
}
}
tension2I=tension2+1;
switch(tension2){

case 1: printf("\nHas elegido 220 KV como tension parque secundario \n");
vt=2;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las
opciones dadas\n\n");
}
printf("Eleccion de la configuracion \n");
printf("1 Simple Barra Partida\n");
printf("2 Doble barra\n");
printf("3 Interruptor y medio\n");
printf("4 Doble Barra y doble interruptor\n");
printf("5 Anillo\n\n");
scanf("%d",&configuracion1);
e++;
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4
&& configuracion1 !=5);

scanf("%d",&configuracion1);
switch(configuracion1){

case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
partida\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
}
}
}

```

```

printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

SimplebarraPA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

SimplebarraPG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=1;
break;

case 2: printf("Has elegido Doble barra \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
      valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

DoblebarraA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

DoblebarraG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=2;
break;

case 3: printf("\nHas elegido Interruptor y medio
      \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
      valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
      mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
      posiciones\n\n");
scanf("%d",&posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

IntmedioA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;

```

```

pmA2=pm1;

IntmedioG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pm1;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1.5*posicion2;
numbar2=2;

break;

case 4: printf("\nHas elegido Doble Barra y doble
  interruptor \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
  valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
  mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
  posiciones\n\n");
scanf("%d", &posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

DobleintA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pm1;

DobleintG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pm1;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=2*posicion2;
numbar2=2;
break;

case 5: printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
  valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
  mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
  posiciones\n\n");
scanf("%d", &posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

AnilloA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pm1;

AnilloG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pm1;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1*posicion2;
numbar2=0;

break;

```

```

        default:printf("La opcion no es correcta\n");
                }
        break;

case 2: printf("\nHas elegido 132 KV como tension del parque secundario \n");
        vt=3;
        e=0;
        do{
        if(e >= 1){
        printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
        printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
        dadas\n\n");
        }
        printf("Eleccion de la configuracion \n");
        printf("1 Simple Barra Partida\n");
        printf("2 Doble barra\n");
        printf("3 Interruptor y medio\n");
        printf("4 Anillo\n\n");
        scanf("%d",&configuracion1);
}while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3 && configuracion1 !=4);
        switch(configuracion1){

        case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
        Partida \n");
        e=0;
        do{
        if(e >= 1){
        printf("\nNo se ha introducido un valor
        valido\n");
        printf("El numero de posiciones debe ser
        mayor que 0\n\n");
        }
        printf("Seleccione el numero de
        posiciones\n\n");
        scanf("%d",&posicion2);
        e++;
        }while(posicion2<=0);

        SimplebarraPA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
        papp2A=papp;
        mtA2=mt1;
        pmA2=pml;

        SimplebarraPG(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
        papp2G=papp;
        mtG2=mt1;
        pmG2=pml;
        /*Constantes relacionadas con la
        configuracion*/
        inter2=1*posicion2;
        numbar2=1;
        break;

        case 2: printf("\nHas elegido Doble barra \n");
        e=0;
        do{
        if(e >= 1){
        printf("\nNo se ha introducido un valor
        valido\n");
        printf("El numero de posiciones debe ser
        mayor que 0\n\n");
        }
        printf("Seleccione el numero de
        posiciones\n\n");
        scanf("%d",&posicion2);
        e++;
        }while(posicion2<=0);

        DoblebarraA(vt,posicion2,&papp,&mt1,&pml);
        papp2A=papp;
        mtA2=mt1;

```

```

        pmA2=pm1;

        DoblebarraG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
        papp2G=papp;
        mtG2=mt1;
        pmG2=pm1;
        /*Constantes relacionadas con la
           configuracion*/
        inter2=1*posicion2+1;
        numbar2=2;
        break;

case 3: printf("\nHas elegido Interruptor y medio
\n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d", &posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);
IntmedioA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pm1;

IntmedioG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pm1;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter2=1.5*posicion2;
numbar2=2;
break;

case 4: printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
posiciones\n\n");
scanf("%d", &posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

AnilloA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pm1;

AnilloG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pm1;
/*Constantes relacionadas con la
configuracion*/
inter2=1*posicion2;
numbar2=0;
break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");
}
break;

```

```

case 3: printf("\nHas elegido 66 KV como tension del parque secundario \n");
        vt=4;
        e=0;
        do{
            if(e >= 1){
                printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
                printf("Por favor, introduzca un valor correspondiente a las opciones
                    dadas\n\n");
            }
            printf("Eleccion de la configuracion \n");
            printf("1 Simple Barra Partida\n");
            printf("2 Doble barra\n");
            printf("3 Anillo \n\n");
            scanf("%d",&configuracion1);
        }while(configuracion1!= 1 && configuracion1 !=2 && configuracion1 !=3);
        switch(configuracion1){

            case 1: printf("\nHas elegido Simple Barra
                Partida \n");
                    e=0;
                    do{
                        if(e >= 1){
                            printf("\nNo se ha introducido un valor
                                valido\n");
                            printf("El numero de posiciones debe ser
                                mayor que 0\n\n");
                        }
                        printf("Seleccione el numero de
                            posiciones\n\n");
                        scanf("%d",&posicion2);
                        e++;
                    }while(posicion2<=0);

                    SimplebarraPA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
                    papp2A=papp;
                    mtA2=mt1;
                    pmA2=pm1;

                    SimplebarraPG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
                    papp2G=papp;
                    mtG2=mt1;
                    pmG2=pm1;
                    /*Constantes relacionadas con la
                        configuracion*/
                    inter2=1*posicion2+1;
                    numbar2=1;
                    break;

            case 2: printf("\nHas elegido Doble barra \n");
                    e=0;
                    do{
                        if(e >= 1){
                            printf("\nNo se ha introducido un valor
                                valido\n");
                            printf("El numero de posiciones debe ser
                                mayor que 0\n\n");
                        }
                        printf("Seleccione el numero de
                            posiciones\n\n");
                        scanf("%d",&posicion2);
                        e++;
                    }while(posicion2<=0);

                    DoblebarraA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pm1);
                    papp2A=papp;
                    mtA2=mt1;
                    pmA2=pm1;

```

```

DoblebarraG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pml);
papp2G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1*posicion2+1;
numbar2=2;
break;

case 3:printf("\nHas elegido Anillo \n");
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor
  valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser
  mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero de
  posiciones\n\n");
scanf("%d", &posicion2);
e++;
}while(posicion2<=0);

AnilloA(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pml);
papp2A=papp;
mtA2=mt1;
pmA2=pml;

AnilloG(vt, posicion2, &papp, &mt1, &pml);
papp1G=papp;
mtG2=mt1;
pmG2=pml;
/*Constantes relacionadas con la
  configuracion*/
inter2=1*posicion2;
numbar2=0;
break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");
}

break;

default:printf("La opcion no es correcta\n");

}

break;

default: printf("Opcion no correcta");

}

/*Parametros totales*/
posiciont=posicion1+posicion2;
numbart=numbar1+numbar2;
intert=inter1+inter2;

/*Cogido de transformadores*/
if(parque==2){
if(lugar==1){
TransformadoresP (&preciotransformador, tension1,tension2, &mtr, &numtr);

```

IV. CÓDIGO FUENTE 1. PROGRAMA I

```

    mttr=mtr;
    preciotransformadorA=preciotransformador;
    preciotransformadorG=preciotransformador;
    numtrt=numtr;
}
if(lugar==2 || lugar==3){
    TransformadoresI (&preciotransformador, tension1I,tension2I, &mtr, &numtr,lugar);
    mttr=mtr;
    preciotransformadorA=preciotransformador;
    preciotransformadorG=preciotransformador;
    numtrt=numtr;
}

}

/*Codigo relacionado con las protecciones de la subestacion*/

/* Calculo de los precios relacionados con el terreno de la subestacion*/

    mtAt=mtA1+mtA2+mttr;
    mtGt=mtG1+mtG2+mttr;
    mtGa=mtG2+mttr;
    mtGpt=mtGt*4;
    pmAt=pmA1+pmA2;
    pmGt=pmG1+pmG2;
    /*printf("La superficie total de la AIS es %.1f \n",mtAt);
    printf("La superficie total de la GIS es %.1f \n",mtGt);*/

    /*Codigo relacionado con las protecciones*/
    Protecciones(&precioprotecciones,posiciont,numtrt,numbart, parque,intert);

    precioproteccionesA=precioprotecciones;
    precioproteccionesG=precioprotecciones;

/* Toma de datos relacionados con el terreno donde se situara la subestacion */
if(lugar==1){

    e=0;
    do{
        if(e >= 1){
            printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
            printf("Introduzca alguna de las opciones establecidas\n\n");
        }
        printf("Indique en que Comunidad Autonoma estara ubicada la subestacion\n\n");
        printf("1 Castilla la Mancha, Castilla Leon\n Extremadura, Aragon\n\n");
        printf("2 Valencia, Asturias\n\n");
        printf("3 Cataluna, Galicia, Murcia \n Pais Vasco, Cantabria\n\n");
        printf("4 Madrid, La Rioja, Navarra\n\n");
        scanf("%d",&ubicacion);
    }while(ubicacion!= 1 && ubicacion !=2 && ubicacion !=3 && ubicacion !=4);

    if(ubicacion==1){
        pterr=0.62; /*Precio por metro cuadrado*/
    }
    if(ubicacion==2){
        pterr=1.98;
    }
    if(ubicacion==3){
        pterr=1.46;
    }
    if(ubicacion==4){
        pterr=1.23;
    }
}

/*Calculo del precio total del terreno*/
pterrtA=pterr*mtAt;
pterrtG=pterr*mtGpt;

/*Codigo relacionada con la puesta a tierra*/

```

```

e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Introduzca alguna de las opciones establecidas\n\n");
}
printf("Indique como es la composicion principal del tipo de terreno\n");
printf("1 Arcilloso\n");
printf("2 Arenoso\n");
printf("3 Pedregoso\n");
printf("4 Caliza\n");
printf("5 No se sabe\n\n");
scanf("%f",&tipterr);
}while(tipterr!= 1 && tipterr !=2 && tipterr !=3 && tipterr !=4 && tipterr !=5);

e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Introduzca alguna de las opciones establecidas\n\n");
}
printf("Introduzca si se considera la subestacion critica\n (Tiempo de actuacion de las
protecciones inferior a 500 ms)\n\n");
printf("1 Si\n");
printf("2 No\n");
scanf("%f",&subcrit);
}while(subcrit != 1 && subcrit !=2);

e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("El numero de posiciones debe ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Introduzca la intensidad de cortocircuito\n Introduzcase el valor en
Amperios\n\n");
scanf("%f",&intcort);
e++;
}while(intcort<=0);

PuestatierraA (tipterr, mtAt, &tcable, &mcable, &hhorm, &htierra,subcrit,intcort);
tamcabA=tcable;
HhormA=hhorm;

lcablA=mcable;
preccabtA=lcablA*tamcabA*preccob*dencob;
printf("El tamaño del cable es de %f.1 m^2",tamcabA);

PuestatierraG(tipterr, mtGpt, &tcable, &mcable, &hhorm, &htierra,subcrit,intcort);
tamcabG=tcable;
HhormG=hhorm;
lcablG=mcable;
printf("La altura de A es %.2f y la G es %.2f",HhormA,HhormG);
preccabtG=lcablG*tamcabG*preccob*dencob;

/*Comandos relacionados con el movimiento de obra*/
printf("Índice desnivel del terreno:\n");
scanf("%d",&terreno);

MovimientotierraA(terreno,mtAt, &preciomovtierra);
preciomovtierraA=preciomovtierra;
MovimientotierraG (terreno,mtGt, &preciomovtierra);
preciomovtierraG=preciomovtierra;
/*Funciones relacionadas con la Ingenieria*/
Ingenieria (&precioingenieria,posicion);
precioingenieriaA=precioingenieria;
precioingenieriaG=precioingenieria;
/*Funciones relacionadas con la obra civil*/
ObracivilA (&precioobracivil,posicion);
precioobracivilA=precioobracivil;
ObracivilG (&precioobracivil,posicion,parque, mtG1, mtGa);

```

IV. CÓDIGO FUENTE 1. PROGRAMA I

```

precioobracivilG=precioobracivil;
/*Funciones relacionadas con las protecciones*/
Protecciones(&precioprotecciones,posiciont,numtrt, numbart, parque,intert);
precioproteccionesA=precioprotecciones;
precioproteccionesG=precioprotecciones;
SistemaConRobInc(&preciosistemacontra);
preciosistemacontraA=preciosistemacontra;
preciosistemacontraG=preciosistemacontra;
Alimentacion(&precioalimentacion, parque);
precioalimentacionA=precioalimentacion;
precioalimentacionG=precioalimentacion;

do{
printf("Seleccione si el terreno se encuentra cerca del mar\n");
printf("1 Si\n");
printf("2 No\n");
scanf("%d",&mar);
}while(mar!= 1 && mar !=2);
do{
printf("Preguntas de impacto medioambiental\n");
printf("Seleccione si el terreno se encuentra en una zona de proteccion de pajaros\n");
printf("1 Si\n");
printf("2 No\n");
scanf("%d",&aves);
}while(aves!= 1 && aves !=2);
/* Calculo de los precios totales de la subestacion*/
papptA=pappt1A+pappt2A;
papptG=pappt1G+pappt2G;
printf("El precio total de la apartamenta AIS es %f",papptA);
printf("El precio total de la apartamenta GIS es %f",papptG);
/*Calculo del precio total*/
preciototalA=papptA+precioingenieriaA+pmAt+preciomovtierraA+precioobracivilA+pterrtA+preciotransformadorA+preccab
preciototalG=papptG+precioingenieriaG+pmAt+preciomovtierraG+precioobracivilG+pterrtG+preciotransformadorG+preccab
/*Calculo de los porcentajes */
porappA=(papptA/preciototalA)*100;
poringA=(precioingenieriaA/preciototalA)*100;
porobraA=(precioobracivilA/preciototalA)*100;
pormovtA=(preciomovtierraA/preciototalA)*100;
porterrA=(preciomovtierraA/preciototalA)*100;
pormontA=(pmAt/preciototalA)*100;
porterrA=(pterrtA/preciototalA)*100;
porcabtA=(preccabtA/preciototalA)*100;
portranA=(preciotransformadorA/preciototalA)*100;
porprotA=(precioproteccionesA/preciototalA)*100;
porsistA=(preciosistemacontraA/preciototalA)*100;
poralimA=(precioalimentacionA/preciototalA)*100;

porappG=(papptG/preciototalG)*100;
poringG=(precioingenieriaG/preciototalG)*100;
porobraG=(precioobracivilG/preciototalG)*100;
pormovtG=(preciomovtierraG/preciototalG)*100;
porterrG=(preciomovtierraG/preciototalG)*100;
pormontG=(pmGt/preciototalG)*100;
porterrG=(pterrtG/preciototalG)*100;
porcabtG=(preccabtG/preciototalG)*100;
portranG=(preciotransformadorG/preciototalG)*100;
porprotG=(precioproteccionesG/preciototalG)*100;
porsistG=(preciosistemacontraG/preciototalG)*100;
poralimG=(precioalimentacionG/preciototalG)*100;

printf("En base a los parametros elegidos\n\n");
printf("El precio total de la subestacion tipo AIS es %.1f \n",preciototalA);
printf("El cual se divide segun los siguientes porcentajes: \n");
printf("Un %f %% se corresponde a la apartamenta\n",porappA);
printf("Un %f %% se corresponde a la ingenieria\n",poringA);
printf("Un %f %% se corresponde al montaje\n",pormontA);
printf("Un %f %% se corresponde a la obra civil\n",porobraA);
printf("Un %f %% se corresponde al terreno\n \n",porterrA);
printf("Un %f %% se corresponde a la puesta a tierra\n \n",porcabtA);

```

```

printf("Un %f %% se corresponde al movimiento de tierras\n \n",pormovtA);
printf("Un %f %% se corresponde a los transformadores\n \n",portranA);
printf("Un %f %% se corresponde a las protecciones\n \n",porprotA);
printf("Un %f %% se corresponde a sistemas de:\ncontrol,comunicacion,
    antirobo,contrainendios\n \n",porsistA);
printf("Un %f %% se corresponde a los sistemas de alimentacion.\n \n",poralimA);

printf("El precio total de la subestacion tipo GIS es %.1f \n",preciototalG);
printf("El cual se divide segun los siguientes porcentajes: \n");
printf("Un %f %% se corresponde a la apartamenta\n",porappG);
printf("Un %f %% se corresponde a la ingenieria\n",poringG);
printf("Un %f %% se corresponde al montaje\n",pormontG);
printf("Un %f %% se corresponde a la obra civil\n",porobraG);
printf("Un %f %% se corresponde a la obra civil\n \n",porterrG);
printf("Un %f %% se corresponde a la puesta a tierra\n \n",porcabtG);
printf("Un %f %% se corresponde al movimiento de tierras\n \n",pormovtG);
printf("Un %f %% se corresponde a los transformadores\n \n",portranG);
printf("Un %f %% se corresponde a las protecciones\n \n",porprotG);
printf("Un %f %% se corresponde a sistemas de:\ncontrol,comunicacion,
    antirobo,contrainendios\n \n",porsistG);
printf("Un %f %% se corresponde a los sistemas de alimentacion.\n \n",poralimG);

if(aves==1){
    printf("\nDebido a que la subestacion se encuentra en una zona de proteccion de
        pajaros se debe construir una subestacion GIS\n");
}

/*Codigo para llamar al archivo de texto */
pfich = fopen("c:\\Subestacion\\Resultado.txt", "r+");
if (pfich == NULL){
    printf("Error: No se puede abrir el fichero \"hola\"\n");
} else{
    fprintf(pfich,"\n\n Resultados de la herramienta tras la realizacion del analisis
        tecnico-economico: \n\n");

    fprintf(pfich,"El precio total de la subestacion tipo AIS es %.1f \n",preciototalA);
    fprintf(pfich,"El cual se divide segun los siguientes porcentajes: \n");
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la apartamenta\n",porappA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la ingenieria\n",poringA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde al montaje\n",pormontA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la obra civil\n",porobraA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde al terreno \n",porterrA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la puesta a tierra \n",porcabtA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde al movimiento de tierras \n",pormovtA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a los transformadores \n",portranA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a las protecciones\n",porprotA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a sistemas de:\ncontrol,comunicacion,
        antirobo,contrainendios \n",porsistA);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a los sistemas de alimentacion.\n \n",poralimA);

    fprintf(pfich,"El precio total de la subestacion tipo GIS es %.1f \n",preciototalG);
    fprintf(pfich,"El cual se divide segun los siguientes porcentajes: \n");
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la apartamenta\n",porappG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la ingenieria\n",poringG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde al montaje\n",pormontG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la obra civil\n",porobraG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la obra civil\n",porterrG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a la puesta a tierra \n",porcabtG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde al movimiento de tierras \n",pormovtG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a los transformadores \n",portranG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a las protecciones \n",porprotG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a sistemas de:\ncontrol,comunicacion,
        antirobo,contrainendios \n",porsistG);
    fprintf(pfich,"Un %f %% se corresponde a los sistemas de alimentacion.\n \n",poralimG);

    fprintf(pfich,"Eso es todo! \n");

    if( fclose(pfich) != 0){ printf("Error al cerrar el fichero\n");
    }

}
}

```

```

    return 0;
}

void SimplebarraPA (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
*preciomontaje){

    /* Enumeracion de las variables relacionadas con el numero de componentes */
    float numint;
    float numsec;
    float numtt;
    float numta;
    float numbarra;
    /* Enumeracion de las variables relacionadas con el precio de componentes */
    float pint;
    float psec;
    float ptt;
    float pta;
    float pbarra;
    /*Enumeracion de las variables relacionadas con movimiento de tierra*/
    float tamanoterren;
    /*Enumeracion de las variables relacionadas con el montaje*/
    float mint; float pmint;
    float msec; float pmsec;
    float mtt; float pmtt;
    float mta; float pmta;
    float mhierro;
    /* Especificaciones genericas de la configuracion simple barra en base al numero de
    posiciones */

    numint=1*npos+1;
    numsec=2*npos+2;
    numtt=3*npos+1;
    numta=3*npos;
    numbarra=1;

    /*Especificaciones genericas de los precios de la configuracion simple barra en funcion
    de las tensiones*/
    /*400 KV*/
    if(vat==1){
        pint=numint*82456;
        psec=numsec*25854;
        ptt=numtt*10271;
        pta=numta*12254;
        pbarra=(numbarra*41200)*(npos/6);
        *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
        tamanoterren=2896;
    /*Precio unitario por montaje*/
        mint= 4000;
        msec= 3000;
        mtt= 720;
        mta= 720;
        mhierro= (400*1000/6)*npos;
    /*Precio total por montaje*/
        pmint= mint*numint;
        pmsec= msec*numsec;
        pmtt= mtt*numtt;
        pmta= mta*numta;
        *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
    }
    /*220 KV*/
    if(vat==2){
        pint=numint*38436;
        psec=numsec*12153;
        ptt=numtt*10271;
        pta=numta*12254;
        pbarra=(numbarra*35200)*(npos/6);
        *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
        tamanoterren=2317;
    /*Precio unitario por montaje*/
        mint= 2340;
        msec= 1864;
        pmtt= 720;

```

```

        mta= 720;
        mhierro= (325*1000/6)*npos;
    /*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
    }
    /*132*/
    if(vat==3){
        pint=numint*25794;
        psec=numsec*9851;
        ptt=numtt*4567;
        pta=numta*4477;
        pbarra=(numbarra*26784)*(npos/6);
        *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
        tamanoterren=1506;
    /*Precio unitario por montaje*/
        mint= 1502;
        msec= 1103;
        pmtt= 417;
        mta= 417;
        mhierro= (214*1000/6)*npos;
    /*Precio total por montaje*/
        pmint= mint*numint;
        pmsec= msec*numsec;
        pmtt= mtt*numtt;
        pmta= mta*numta;
        *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
    }

    if(vat==4){
        pint=numint*21925;
        psec=numsec*8373;
        ptt=numtt*4567;
        pta=numta*4477;
        pbarra=(numbarra*22775)*(npos/6);
        *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
        tamanoterren=1280;
    /*Precio unitario por montaje*/
        mint= 1277;
        msec= 1103;
        pmtt= 417;
        mta= 417;
        mhierro= (171*1000/6)*npos;
    /*Precio total por montaje*/
        pmint= mint*numint;
        pmsec= msec*numsec;
        pmtt= mtt*numtt;
        pmta= mta*numta;
        *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
    }
    *tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void DoblebarraA (float vat, float npos,float *precioap, float *tamterreno, float
*preciomontaje){

    /* Enumeracion de las variables relacionadas con el numero de componentes */
    float numint;
    float numsec;
    float numtt;
    float numta;
    float numbarra;
    /* Enumeracion de las variables relacionadas con el precio de componentes */
    float pint;
    float psec;
    float ptt;
    float pta;
    float pbarra;
    /*Enumeracion de las variables relacionadas con movimiento de tierra*/

```

```

float tamanoterren;
/*Enumeracion de las variables relacionadas con el montaje*/
float mint; float pmint;
float msec; float pmsec;
float mtt; float pmtt;
float mta; float pmta;
float mhierro;
/* Especificaciones genericas de la configuracion simple barra en base a las posicion */

numint=2*npos+1;
numsec=3*npos+2;
numtt=1*npos+2;
numta=1*npos+1;
numbarra=2;

/*Especificaciones genericas de los precios de la configuracion simple barra en funcion
de las tensiones*/

/*400 KV*/
if(vat==1){
    pint=numint*82456;
    psec=numsec*25854;
    ptt=numtt*10271;
    pta=numta*12254;
    pbarra=(numbarra*41200)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=2896;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 4000;
    msec= 3000;
    mtt= 720;
    mta= 720;
    mhierro= (400*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}
/*220 KV*/
if(vat==2){
    pint=numint*38436;
    psec=numsec*12153;
    ptt=numtt*10271;
    pta=numta*12254;
    pbarra=(numbarra*35200)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=2317;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 2340;
    msec= 1864;
    pmtt= 720;
    mta= 720;
    mhierro= (325*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}
/*132*/
if(vat==3){
    pint=numint*25794;
    psec=numsec*9851;
    ptt=numtt*4567;
    pta=numta*4477;
    pbarra=(numbarra*26784)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=1506;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 1502;
    msec= 1103;

```

```

        pmtt= 417;
        mta= 417;
        mhierro= (214*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
        pmint= mint*numint;
        pmsec= msec*numsec;
        pmtt= mtt*numtt;
        pmta= mta*numta;
        *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
    }

    if(vat==4){
        pint=numint*21925;
        psec=numsec*8373;
        ptt=numtt*4567;
        pta=numta*4477;
        pbarra=(numbarra*22775)*(npos/6);
        *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
        tamanoterren=1280;
/*Precio unitario por montaje*/
        mint= 1277;
        msec= 1103;
        pmtt= 417;
        mta= 417;
        mhierro= (171*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
        pmint= mint*numint;
        pmsec= msec*numsec;
        pmtt= mtt*numtt;
        pmta= mta*numta;
        *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
    }
    *tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void IntmedioA (float vat, float npos,float *precioap, float *tamterreno, float
*preciomontaje){

/* Enumeracion de las variables relacionadas con el numero de componentes */
float numint;
float numsec;
float numtt;
float numta;
float numbarra;
/* Enumeracion de las variables relacionadas con el precio de componentes */
float pint;
float psec;
float ptt;
float pta;
float pbarra;
/*Enumeracion de las variables relacionadas con movimiento de tierra*/
float tamanoterren;
/*Enumeracion de las variables relacionadas con el montaje*/
float mint; float pmint;
float msec; float pmsec;
float mtt; float pmtt;
float mta; float pmta;
float mhierro;
/* Especificaciones genericas de la configuracion simple barra en base a las posicion */

numint=1.5*npos;
numsec=4*npos;
numtt=1*npos+2;
numta=1.5*npos;
numbarra=2;

/*Especificaciones genericas de los precios de la configuracion simple barra en funcion
de las tensiones*/

/*400 KV*/
if(vat==1){
    pint=numint*82456;

```

```

    psec=numsec*25854;
    ptt=numtt*10271;
    pta=numta*12254;
    pbarra=(numbarra*41200)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=2896;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 4000;
    msec= 3000;
    mtt= 720;
    mta= 720;
    mhierro= (400*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}
/*220 KV*/
if(vat==2){
    pint=numint*38436;
    psec=numsec*12153;
    ptt=numtt*10271;
    pta=numta*12254;
    pbarra=(numbarra*35200)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=2317;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 2340;
    msec= 1864;
    pmtt= 720;
    mta= 720;
    mhierro= (325*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}
/*132*/
if(vat==3){
    pint=numint*25794;
    psec=numsec*9851;
    ptt=numtt*4567;
    pta=numta*4477;
    pbarra=(numbarra*26784)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=1506;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 1502;
    msec= 1103;
    pmtt= 417;
    mta= 417;
    mhierro= (214*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}

if(vat==4){
    pint=numint*21925;
    psec=numsec*8373;
    ptt=numtt*4567;
    pta=numta*4477;
    pbarra=(numbarra*22775)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=1280;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 1277;
    msec= 1103;

```

```

        pmitt= 417;
        mta= 417;
        mhierro= (171*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
        pmint= mint*numint;
        pmsec= msec*numsec;
        pmitt= mtt*numitt;
        pmta= mta*numta;
        *preciomontaje=pmint+pmsec+pmitt+pmta+mhierro;
    }

    *tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void DobleintA (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
    *preciomontaje){

/* Enumeracion de las variables relacionadas con el numero de componentes */
float numint;
float numsec;
float numitt;
float numta;
float numbarra;
/* Enumeracion de las variables relacionadas con el precio de componentes */
float pint;
float psec;
float ptt;
float pta;
float pbarra;
/*Enumeracion de las variables relacionadas con movimiento de tierra*/
float tamanoterren;
/*Enumeracion de las variables relacionadas con el montaje*/
float mint; float pmint;
float msec; float pmsec;
float mtt; float pmitt;
float mta; float pmta;
float mhierro;
/* Especificaciones genericas de la configuracion doble barra doble interruptor en base a
    las posiciones */

numint=2*npos;
numsec=4*npos;
numitt=1*npos+2;
numta=2*npos;
numbarra=2;

/*Especificaciones genericas de los precios de la configuracion doble barra doble
    interruptor en funcion de las tensiones*/

/*400 KV*/
if(vat==1){
    pint=numint*82456;
    psec=numsec*25854;
    ptt=numitt*10271;
    pta=numta*12254;
    pbarra=(numbarra*41200)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=2896;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 4000;
    msec= 3000;
    mtt= 720;
    mta= 720;
    mhierro= (400*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmitt= mtt*numitt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmitt+pmta+mhierro;
}
/*220 KV*/
if(vat==2){

```

```

    pint=numint*38436;
    psec=numsec*12153;
    ptt=numtt*10271;
    pta=numta*12254;
    pbarra=(numbarra*35200)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=2317;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 2340;
    msec= 1864;
    pmtt= 720;
    mta= 720;
    mhierro= (325*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}
/*132*/
if(vat==3){
    pint=numint*25794;
    psec=numsec*9851;
    ptt=numtt*4567;
    pta=numta*4477;
    pbarra=(numbarra*26784)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=1506;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 1502;
    msec= 1103;
    pmtt= 417;
    mta= 417;
    mhierro= (214*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}

if(vat==4){
    pint=numint*21925;
    psec=numsec*8373;
    ptt=numtt*4567;
    pta=numta*4477;
    pbarra=(numbarra*22775)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=1280;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 1277;
    msec= 1103;
    pmtt= 417;
    mta= 417;
    mhierro= (171*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}
*tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void AnilloA (float vat, float npos,float *precioap, float *tamterreno, float
*preciomontaje){

/* Enumeracion de las variables relacionadas con el numero de componentes */
float numint;
float numsec;
float numtt;

```

```

float numta;
float numbarra;
/* Enumeracion de las variables relacionadas con el precio de componentes */
float pint;
float psec;
float ptt;
float pta;
float pbarra;
/*Enumeracion de las variables relacionadas con movimiento de tierra*/
float tamanoterren;
/*Enumeracion de las variables relacionadas con el montaje*/
float mint; float pmint;
float msec; float pmsec;
float mtt; float pmtt;
float mta; float pmta;
float mhierro;
/* Especificaciones genericas de la configuracion simple barra en base a las posicion */

numint=1*npos;
numsec=3*npos;
numtt=1*npos;
numta=1*npos;
numbarra=0;

/*Especificaciones genericas de los precios de la configuracion simple barra en funcion
de las tensiones*/

/*400 KV*/
if(vat==1){
    pint=numint*82456;
    psec=numsec*25854;
    ptt=numtt*10271;
    pta=numta*12254;
    pbarra=(numbarra*41200)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=2896;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 4000;
    msec= 3000;
    mtt= 720;
    mta= 720;
    mhierro= (400*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}
/*220 KV*/
if(vat==2){
    pint=numint*38436;
    psec=numsec*12153;
    ptt=numtt*10271;
    pta=numta*12254;
    pbarra=(numbarra*35200)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=2317;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 2340;
    msec= 1864;
    pmtt= 720;
    mta= 720;
    mhierro= (325*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}
/*132*/
if(vat==3){
    pint=numint*25794;

```

```

    psec=numsec*9851;
    ptt=numtt*4567;
    pta=numta*4477;
    pbarra=(numbarra*26784)*(npos/6);
    *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
    tamanoterren=1506;
/*Precio unitario por montaje*/
    mint= 1502;
    msec= 1103;
    pmtt= 417;
    mta= 417;
    mhierro= (214*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
    pmint= mint*numint;
    pmsec= msec*numsec;
    pmtt= mtt*numtt;
    pmta= mta*numta;
    *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
}

    if(vat==4){
        pint=numint*21925;
        psec=numsec*8373;
        ptt=numtt*4567;
        pta=numta*4477;
        pbarra=(numbarra*22775)*(npos/6);
        *precioap= pint+psec+ptt+pta+pbarra;
        tamanoterren=1280;
/*Precio unitario por montaje*/
        mint= 1277;
        msec= 1103;
        pmtt= 417;
        mta= 417;
        mhierro= (171*1000/6)*npos;
/*Precio total por montaje*/
        pmint= mint*numint;
        pmsec= msec*numsec;
        pmtt= mtt*numtt;
        pmta= mta*numta;
        *preciomontaje=pmint+pmsec+pmtt+pmta+mhierro;
    }
    *tamterreno=tamanoterren*npos;

    return;
}
void SimplebarraPG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
*preciomontaje){

/* Enumeracion de las variables relacionadas los precios */
float precioceld;
float pmceld;
float tamanoterren;

    if(vat==1){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;

    }

    if(vat==2){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;
    }

    if(vat==3){
        precioceld=100000;

```

```

    pmceld=100000;
    *precioap=precioceld*npos;
    *preciomontaje=pmceld*npos;
    tamanoterren=100;
}

    if(vat==4){
    precioceld=100000;
    pmceld=100000;
    *precioap=precioceld*npos;
    *preciomontaje=pmceld*npos;
    tamanoterren=100;
    }
    *tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void DoblebarraG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
    *preciomontaje){

    /* Enumeracion de las variables relacionadas los precios */
    float precioceld;
    float pmceld;
    float tamanoterren;

    if(vat==1){
    precioceld=100000;
    pmceld=100000;
    *precioap=precioceld*npos;
    *preciomontaje=pmceld*npos;
    tamanoterren=100;

    }

    if(vat==2){
    precioceld=100000;
    pmceld=100000;
    *precioap=precioceld*npos;
    *preciomontaje=pmceld*npos;
    tamanoterren=100;

    }

    if(vat==3){
    precioceld=100000;
    pmceld=100000;
    *precioap=precioceld*npos;
    *preciomontaje=pmceld*npos;
    tamanoterren=100;
    }

    if(vat==4){
    precioceld=100000;
    pmceld=100000;
    *precioap=precioceld*npos;
    *preciomontaje=pmceld*npos;
    tamanoterren=100;
    }
    *tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void IntmedioG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
    *preciomontaje){

    /* Enumeracion de las variables relacionadas los precios */
    float precioceld;
    float pmceld;
    float tamanoterren;

```

```

    if(vat==1){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;

    }

    if(vat==2){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;
    }

    if(vat==3){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;
    }

    if(vat==4){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;
    }
    *tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void DobleintG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
    *preciomontaje){

    /* Enumeracion de las variables relacionadas los precios */
    float precioceld;
    float pmceld;
    float tamanoterren;

    if(vat==1){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;

    }

    if(vat==2){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;
    }

    if(vat==3){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;
    }

    if(vat==4){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
    }
}

```

```

        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;
    }
    *tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void AnilloG (float vat, float npos, float *precioap, float *tamterreno, float
    *preciomontaje){

    /* Enumeracion de las variables relacionadas los precios */
    float precioceld;
    float pmceld;
    float tamanoterren;

    if(vat==1){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;

    }

    if(vat==2){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;

    }

    if(vat==3){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;

    }

    if(vat==4){
        precioceld=100000;
        pmceld=100000;
        *precioap=precioceld*npos;
        *preciomontaje=pmceld*npos;
        tamanoterren=100;

    }
    *tamterreno=tamanoterren*npos;

return;
}
void PuestatierraA (float tipoter, float tamterre, float *tcable, float *mcable, float
    *hhorm, float *htierra, float critc, float intc){
    float terren;
    float lx; float ly; float l;
    float Dm;
    float dcab; float acabl;
    float perim; float ltot;
    float lm; float ls;
    float resist; float resnat; float ressup;
    float hcab; float hart;
    float vcont; float ucont; float ucontr;
    float vpa; float upa; float upar;
    float Rmalla;
    float km; float ki; float kii; float ks; float kh;
    float n;
    float sepm;
    int i;

    i=0;

```

```

/* Definicion de las constantes*/
hart=0.1; hcab=0.8; /*Se mide en metros*/

ressup=3000;
sepm=5;

if(tipoter==1){
    resnat=50;
}
if(tipoter==2){
    resnat=300;
}
if(tipoter==3){
    resnat=1000;
}
if(tipoter==4){
    resnat=400;

}
if(tipoter==5){
    resnat=800;
}

if(critic==1){
    vcont=420;
}
if(critic==2){
    vcont=204;
}

vpa=10*vcont;

terren=6400;
l=sqrt(terren);
ly=1*1.25;
lx=1*0.8;
Dm=sqrt(pow(ly,2)+pow(lx,2));
perim=2*lx+2*ly;
ltot=((lx/sepm)+1)*ly+((ly/sepm)+1)*lx;
do{
    /*Seccion cables*/
    if(i==0){
        acabl=25;
    }
    if(i==1){
        acabl=35;
    }
    if(i==2){
        acabl=35;
    }
    if(i==3){
        acabl=50;
    }
    if(i==4){
        acabl=70;
    }
    if(i==5){
        acabl=95;
    }
    if(i==6){
        acabl=120;
    }
    if(i==7){
        acabl=150;
    }
    if(i==8){
        acabl=185;
    }
}

```

```

}
if(i==9){
acabl=240;
}
if(i==10){
acabl=300;
}
if(i==11){
acabl=400;
}
if(i==12){
acabl=500;
}
if(i==13){
acabl=630;
}
if(i==14){
acabl=800;
}
if(i==15){
acabl=1000;
}
if(i>15){
acabl=100*i;
}

dcab=2*sqrt(acabl/PI);
dcab=(dcab)/1000;

/*Inicio de los calculos para la puesta a tierra*/
resist=ressup*(1-0.106*((1-(resnat/ressup))/(2*hart+0.106)));
/*printf("\n\nEl valor de la resistencia equivalente para la puesta a tierra AIS es
%.2f\n\n",resist);*/
ucont=vcont*(1+(1000+1.5*resist)/1000);
upa=vpa*(1+(4000+6*resist)/1000);
/*printf("El valor de la tension de paso es %.2f el valor de la tension de contacto es
%.2f",upa,ucont);*/

/*Se calcula la resistividad de la malla*/
Rmalla=resnat*((1/ltot)+(1/sqrt(20*terren))*(1+(1/(1+hcab*sqrt((20/terren))))));

/*Calculo de los elementos geometricos*/
n=(2*ltot/perim)*sqrt(perim/(4*sqrt(terren)))*pow((lx*ly)/terren,(0.7*terren)/(lx*ly))*(Dm/sqrt(pow(ly,2)+
/*printf("El numero de
conductores paralelos es %.2f
\n",n);*/

kh=sqrt(1+hcab);
/*printf("La Kh vale %f \n",kh);*/
kii=1/pow(2*n,2/n);
/*printf("La Kii vale %f
\n",kii);*/

km=(1/(2*PI))*(log((pow(sepm,2)/(16*hcab*dcab))+ (pow(sepm+2*hcab,2)/(8*dcab*sepm))-(hcab/(4*dcab)))+(kii/kh
ks=(1/PI)*(1/(2*hcab))+1/(sepm+hcab)+(1/sepm)*(1-pow(0.5,n-2)));
/*printf("La Km vale %f \n",km);
printf("La Ks vale %f
\n",ks);*/

ki=0.644+0.148*n;
/* printf("La Ki vale %f
\n",ki);*/

lm=ltot;
/* printf("La lm vale %f
\n",lm);*/

ls=0.75*ltot;
ucontr=(resnat*km*ki*intc)/lm;
upar=(resnat*ks*ki*intc)/ls;
/*printf("La Ucontacto real vale %f \n",ucontr);
printf("La Ucontacto maxima admisible vale %f \n",ucont);
printf("La Upaso real vale %f \n",upar);
printf("La Upaso maxima admisible vale %f \n",upa);*/

i++;
}while(upar>upa || ucontr>ucont);

```

```

printf("\nPuesta a tierra para tecnologia AIS:\n");
printf("la seccion del cable para la subestacion es %f\n",acabl);
printf("La resistencia total de la puesta a tierra para la subestacion AIS es igual a
      =%.3f\n",Rmalla);

*tcable=acabl/(pow(10,6));
*mcable=ltot;
*htierra=hcab;
*hhorm=hart;

return ;

}
void PuestatierraG (float tipoter, float tamterre, float *tcable, float *mcable, float
      *hhorm, float *htierra, float critc, float intc){
float terren;
float lx; float ly; float l;
float Dm;
float dcab; float acabl;
float perim; float ltot;
float lm; float ls;
float resist; float resnat; float ressup;
float hcab; float hart;
float vcont; float ucont; float ucontr;
float vpa; float upa; float upar;
float Rmalla;
float km; float ki; float kii; float ks; float kh;
float n; int i;
float sepm;

/* Definicion de las constantes*/
hart=0.15; hcab=0.9; /*Se mide en metros*/

ressup=3000;
sepm=5;
dcab=0.0095;
*htierra=hcab;
*hhorm=hart;

if(tipoter==1){
    resnat=50;
}
if(tipoter==2){
    resnat=300;
}
if(tipoter==3){
    resnat=1000;
}
if(tipoter==4){
    resnat=400;
}

if(tipoter==5){
    resnat=800;
}

i=0;

if(critc==1){
    vcont=420;
}
if(critc==2){

```

```

vcont=204;
}

vpa=10*vcont;
/*printf("La tension de paso es de %.0f \n",vpa);*/
terren=6400;
l=sqrt(terren);
ly=l*1.25;
lx=l*0.8;
Dm=sqrt(pow(ly,2)+pow(lx,2));

perim=2*lx+2*ly;
ltot=((lx/sepm)+1)*ly+((ly/sepm)+1)*lx;
do{

    /*Seccion cables*/
    if(i==0){
        acabl=25;
    }
    if(i==1){
        acabl=35;
    }
    if(i==2){
        acabl=35;
    }
    if(i==3){
        acabl=50;
    }
    if(i==4){
        acabl=70;
    }
    if(i==5){
        acabl=95;
    }
    if(i==6){
        acabl=120;
    }
    if(i==7){
        acabl=150;
    }
    if(i==8){
        acabl=185;
    }
    if(i==9){
        acabl=240;
    }
    if(i==10){
        acabl=300;
    }
    if(i==11){
        acabl=400;
    }
    if(i==12){
        acabl=500;
    }
    if(i==13){
        acabl=630;
    }
    if(i==14){
        acabl=800;
    }
    if(i==15){
        acabl=1000;
    }
    if(i>15){
        acabl=100*i;
    }

    dcab=2*sqrt(acabl/PI);
    dcab=(dcab)/1000;
}

```

```

/*Inicio de los calculos para la puesta a tierra*/
resist=ressup*(1-0.106*((1-(resnat/ressup))/(2*hart+0.106)));
/*printf("El valor de la resistencia equivalente es
%.2f",resist);*/

ucont=vcont*(1+(1000+1.5*resist)/1000);
upa=vpa*(1+(4000+6*resist)/1000);
/*printf("El valor de la tension de paso es %.2f el valor de la tension de contacto es
%.2f",upa,ucont);*/
/*Se calcula la resistividad de la malla*/
Rmalla=resnat*((1/ltot)+(1/sqrt(20*terren))*(1+(1/(1+hcab*sqrt((20/terren))))));
/*Calculo de los elementos geometricos*/
n=(2*ltot/perim)*sqrt(perim/(4*sqrt(terren)))*pow((lx*ly)/terren,(0.7*terren)/(lx*ly))*(Dm/sqrt(pow(ly,2)+pow(lx,2)));
/*printf("El numero de conductores
paralelos es %.2f \n",n);*/

kh=sqrt(1+hcab);
/* printf("La Kh vale %f \n",kh);*/

kii=1/pow(2*n,2/n);
/* printf("La Kii vale %f \n",kii);*/

km=(1/(2*PI))*(log((pow(sepm,2)/(16*hcab*dcab))+((pow(sepm+2*hcab,2)/(8*dcab*sepm))-(hcab/(4*dcab)))+(kii/kh)))+
ks=(1/PI)*((1/(2*hcab))+1/(sepm+hcab))+((1/sepm)*(1-pow(0.5,n-2))));
/* printf("La Km vale %f \n",km);*/
/* printf("La Ks vale %f \n",ks);*/

ki=0.644+0.148*n;
/*printf("La Ki vale %f \n",ki);*/

lm=ltot;
/*printf("La lm vale %f \n",lm);*/

ls=0.75*ltot;
ucontr=(resnat*km*ki*intc)/lm;
upar=(resnat*ks*ki*intc)/ls;

/*printf("La Ucontacto real vale %f
\n",ucontr);
printf("La Ucontacto maxima admisible vale %f
\n",ucont);
printf("La Upaso real vale %f \n",upar);
printf("La Upaso maxima admisible vale %f
\n",upa);*/

/*printf("La resistencia total de la puesta a tierra es igual a =%.3f",Rmalla);
printf("hello world\n");*/

i++;
}while(upar>upa || ucontr>ucont);
printf("\nResultados de la puesta a tierra para tecnologia GIS\n");
printf("La seccion del cable para la subestacion es %f\n",acabl);
printf("La resistencia total de la puesta a tierra para la subestacion GIS es igual a
=%.3f\n",Rmalla);

*tcable=acabl/(pow(10,6));
*mcable=ltot;
*htierra=hcab;
*hhorm=hart;

return ;
}

void MovimientotierraA(float desniv, float tamter, float *preciomovimientot){
/*Declaracion de las varaibles*/
float limpter;
float drenaje; float udrenaje;
float nivtterr; float Vniviterr;
float compterreno; float Vcompterreno;
float l;

float preclimpter; float precdrenaje; float precniviterr; float preccompter;

limpter=2.05;
drenaje=21;
niviterr=8.75;

```

```

compterreno=29;

if(desniv>=2 && desniv<=6){
    printf("El desnivel del terreno es adecuado\n");
    Vnivterr=0;
}
if(desniv<2 ){

    printf("Debe ser al menos 2\n");
    l=sqrt(tamter);
    Vnivterr=(1.25*l)*(1.25*l)*(2-desniv)*0.8*l*(1/8);
}
if(desniv>6 ){

    printf("El desnivel del terreno es muy elevado.\n");
    l=sqrt(tamter);
    Vnivterr=(1.25*l)*(1.25*l)*(desniv-6)*0.8*l*(1/8);
}
Vcompterreno=tamter*0.5;
udrenaje=40*(tamter/4000);

preclimpter=limpter*tamter;
precdrenaje=drenaje*udrenaje;
precnivterr=nivterr*Vnivterr;
preccompter=compterreno*Vcompterreno;
*preciomovimientot=preccompter+preclimpter+precdrenaje+precnivterr;

return;
}
void MovimientotierraG(float desniv, float tamter, float *preciomovimientot){
    /*Declaracion de las variables*/
    float limpter;
    float drenaje; float udrenaje;
    float nivterr; float Vnivterr;
    float compterreno; float Vcompterreno;
    float l;

    float preclimpter; float precdrenaje; float precnivterr; float preccompter;

    limpter=1.22;
    drenaje=21;
    nivterr=1.97;
    compterreno=9.86;

    if(desniv>6 ){

        printf("El desnivel del terreno es muy elevado.\n");
        l=sqrt(tamter);
        Vnivterr=((1.25*l)/2)*sin((PI*(desniv))/180)*((1.25*l)/2)*(0.8*l);
    }
    Vcompterreno=tamter*0.3;
    udrenaje=40*(tamter/4000);

    preclimpter=limpter*tamter;
    precdrenaje=drenaje*udrenaje;
    precnivterr=nivterr*Vnivterr;
    preccompter=compterreno*Vcompterreno;
    *preciomovimientot=preccompter+preclimpter+precdrenaje+precnivterr;

    return;
}
void Ingenieria(float *precioingenieriat, float post){
    float ingbasica; float ingdetalle; float ingfacultativa;
    float estudiogeo; float controlcal;float controlamb;

    ingbasica=100400;
    ingdetalle=95600;
    ingfacultativa=19655;
    estudiogeo=7500;
    controlcal=65400;
    controlamb=21300;

```

IV. CÓDIGO FUENTE 1. PROGRAMA I

```

*precioingenieriat=ingbasica+ingdetalle+ingfacultativa+estudiogeo+controlcal+controlamb;

return;
}
void TransformadoresP (float *preciotransformadort, float ten1,float ten2, float
*mtranf,float *numtran){

/*Definicion de variables */
float potencia;
float ntram;
float ptran;
float p2t1; float p2t2;
int e;

if(ten1==1 && ten2==2){
    p2t1=1;
}
if(ten1==2 && ten2==1){
    p2t2=1;
}

e=0;
do{
    if(e >= 1){
        printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
        printf("El numero de transformadores debe ser mayor que 0\n\n");
    }
    printf("Seleccione el numero transformadores\n\n");
    scanf("%f",&ntram);
    e++;
}while(ntram<=0);

e=0;
do{
    if(e >= 1){
        printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
        printf("Introduzca alguna de las opciones establecidas\n\n");
    }
    printf("Introduzca la potencia de los transformadores\n");
    printf("1 600 MVA\n");
    printf("2 450 MVA\n");
    scanf("%f",&potencia);
}while(potencia !=1 && potencia != 2);
if(p2t1==1 || p2t2==1){
    if(potencia==1){
        ptran=4500*1000;
    }
    if(potencia==2){
        ptran=3500*1000;
    }
}
*preciotransformadort=ptran*ntram;

return;
}
void TransformadoresI (float *preciotransformadort, float ten1,float ten2,float *mtranf,float
*numtran, float ubi){
/*Definicion de variables */
float potencia;
float ntram;
float ptran;
float p2t1; float p2t2; float p2t3;
int e;

if(ten1==2 && ten2==3){
    p2t1=1;
}

```

```

}
if(ten1==2 && ten2==4){
    p2t2=1;
}
if(ten1==3 && ten2==4){
    p2t3=1;
}
if(ten1==3 && ten2==2){
    p2t1=1;
}
if(ten1==4 && ten2==2){
    p2t2=1;
}
if(ten1==4 && ten2==3){
    p2t2=3;
}
}

e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("El numero de transformadores debe ser mayor que 0\n\n");
}
printf("Seleccione el numero transformadores\n\n");
scanf("%f",&ntram);
e++;
}while(ntram<=0);

if(p2t1==1){

    e=0;
    do {
        if(e >= 1){
            printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
            printf("Introduzca alguna de las opciones establecidas\n\n");
        }
        printf("Introduzca la potencia de los transformadores\n");
        printf("1 150 MVA\n");
        printf("2 120 MVA\n");
        scanf("%f",&potencia);
        }while(potencia !=1 && potencia != 2);

        if(p2t1==1 || p2t2==1){
            if(potencia==1){
                ptran=4500*1000;
            }
            if(potencia==2){
                ptran=3500*1000;
            }
        }
    }
if(p2t2==1){
    ptran=100;
}
if(p2t3==1){
    ptran=80;
}

*preciotransformadort=ptran*ntram;

return;
}
void ObracivilA (float *precioobracivilt, float post){

    /* Variables relacionadas con el precio de la caseta de control*/
    float pconacont;
    float pconsaneamiento;
    float pconcement ;
    float pconestruc ;
    float pconcerramient;
    float pconrevistimiento;
    float pconcarpinteria;

```

```

float pconcarpalu;
float pconelectricidad;
float pconilu;
float pconprotec ;
float pconpintura;
float pconcubierta;
float pconfont;
float pconapsanit;

/*Variables relacionadas con la caseta de reles*/
float pcacont;
float pcsaneamiento;
float pcciment ;
float pcestruc ;
float pccerramient;
float pcrevistimiento;
float pccarpinteria;
float pccarpalu;
float pcelectricidad;
float pcilu;
float pcprotec ;
float pcpintura;
/*Variables auxiliares para la suma*/
float pcas1; float pcas2; float pcas3; float pcas4;
float pcon1; float pcon2; float pcon3; float pcon4; float pcon5;
/* Variables del precio total por edificacion*/
float preccabprot;
float preccabprott;
float preccentrom;
float divid;

/*Calculo del precio total de construccion por la caseta de reles*/
/*Precio de la caseta de reles por partes*/
pcacont= 724.59;
pcsaneamiento=1918.11;
pcciment = 690.66;
pcestruc= 4977.68;
pccerramient= 4855.03;
pcrevistimiento=585.12;
pccarpinteria=376;
pccarpalu=739.88;
pcelectricidad=2109.88;
pcilu=394.2;
pcprotec=301.2;
pcpintura=589.2;
/*Utilizacion de las variables auxiliares*/
pcas1=pcpintura+pcprotec+pcilu+pccarpalu;
pcas2=pcelectricidad+pccarpinteria+pcrevistimiento;
pcas3=pccerramient+pcestruc+pcciment;
pcas4=pcsaneamiento+pcacont;

/*Precio de una caseta de reles*/
preccabprot=pcas1+pcas2+pcas3+pcas4;
/*Calculo de reles en la subestacion*/
divid=post/2;
preccabprott=divid*preccabprot;

/*Calculo de la caseta de control*/
/*Precio de la caseta de control por partes*/
pconacon=2717.82;
pconsaneamiento=2892.55;
pconciment=13006.80;
pconestruc=30630.36;
pconcerramient=18136.48;
pconrevistimiento= 13086.72;
pconcubierta=17280.00;
pconcarpinteria=1175;
pconcarpalu=3991.54;
pconelectricidad=3740.95;
pconfont=673.74;
pconapsanit=1007.21;

```

```

pconilu=1426.56;
pconprotec=342.5;
pconpintura=2884.09;

/*Utilizacion de las variables auxiliares*/
pcon1=pconacont+pconsaneamiento+pconciment;
pcon2=pconestruc+pconcerramient+pconrevistimiento;
pcon3=pconcubierta+pconcarpinteria+pconcarpalu;
pcon4=pconelectricidad+pconfont+pconapsanit;
pcon5=pconilu+pconprotec+pconpintura;

/*Precio de una caseta de rele*/
preccentrom=pcon1+pcon2+pcon3+pcon4+pcon5;

*precioobracivilt=preccabprott+preccentrom;
return;
}
void ObracivilG (float *precioobracivilt, float post,float parques,float met1, float met2){
/*
float acont;
float saneamiento;
float ciment ;
float estruc ;
float cerramient;
float revistimiento;
float carpinteria;
float carpalu;
float electricidad;
float ilu;
float protec ;
float pintura;
*/

/*Variables del precio del edificio GIS*/
float pedacont1;      float pedacont2;
float pedsaneamiento1; float pedsaneamiento2;
float pedciment1 ;   float pedciment2;
float pedestruc1;    float pedestruc2;
float pedcerramient1; float pedcerramient2;
float pedrevistimiento1; float pedrevistimiento2;
float pedcarpinterial; float pedcarpinteria2;
float pedcarpalul;   float pedcarpalu2;
float pedelectricidad1; float pedelectricidad2;
float pedilul;       float pedilu2;
float pedprotecl ;   float pedprotec2;
float pedpintural;   float pedpintura2;
float pedcubierta1;  float pedcubierta2;
float pedfont1;      float pedfont2;
float pedapsanit1;   float pedapsanit2;

/*Variables del centro de control*/
float pconacont;
float pconsaneamiento;
float pconciment ;
float pconestruc ;
float pconcerramient;
float pconrevistimiento;
float pconcarpinteria;
float pconcarpalu;
float pconelectricidad;
float pconilu;
float pconprotec ;
float pconpintura;
float pconcubierta;
float pconfont;
float pconapsanit;

/*Variables relacionadas con los edificios*/
float preccentrom;
float precedGIS1; float precedGIS2; float precedGIS;
/*Variables auxiliares*/
float pcon1; float pcon2; float pcon3; float pcon4; float pcon5;
float ped11; float ped12; float ped13; float ped14; float ped15;

```

```

float ped21; float ped22; float ped23; float ped24; float ped25;

/*Calculo de la caseta de control*/
/*Precio de la caseta de control por partes*/
pconacont=2717.82;
pconsaneamiento=2892.55;
pconciment=13006.80;
pconestruc=30630.36;
pconcerramient=18136.48;
pconrevistimiento= 13086.72;
pconcubierta=17280.00;
pconcarpinteria=1175;
pconcarpalu=3991.54;
pconelectricidad=3740.95;
pconfont=673.74;
pconapsanit=1007.21;
pconilu=1426.56;
pconprotec=342.5;
pconpintura=2884.09;

/*Utilizacion de las variables auxiliares*/
pcon1=pconacont+pconsaneamiento+pconciment;
pcon2=pconestruc+pconcerramient+pconrevistimiento;
pcon3=pconcubierta+pconcarpinteria+pconcarpalu;
pcon4=pconelectricidad+pconfont+pconapsanit;
pcon5=pconilu+pconprotec+pconpintura;
precentrom=pcon1+pcon2+pcon3+pcon4+pcon5;

/*Precio del edificio GIS por partes*/
pedacont1=9838.43*(met1/900);
pedsaneamiento1=2163.55+1100*(met1/900);
pedciment1=40256.80*(met1/900);
pedestruc1=123342.98*(met1/900);
pedcerramient1=52233.99*(met1/900);
pedrevistimiento1= 36128.76*(met1/900);
pedcubierta1=64800.00*(met1/900);
pedcarpinterial1=1175;
pedcarpalu1=5994.54*(met1/900);
pedelectricidad1=3633.34+874*(met1/900);
pedfont1=673.74;
pedapsanit1=1007.21;
pedilu1=4100.56*(met1/900);
pedprotec1=574.78*(met1/900);
pedpintura1=148.09+6084*(met1/900);

/*Utilizacion de las variables auxiliares*/
ped11=pedacont1+pedsaneamiento1+pedciment1;
ped12=pedestruc1+pedcerramient1+pedrevistimiento1;
ped13=pedcubierta1+pedcarpinterial1+pedcarpalu1;
ped14=pedelectricidad1+pedfont1+pedapsanit1;
ped15=pedilu1+pedprotec1+pedpintura1;
precedGIS1=ped11+ped12+ped13+ped14+ped15;

if(parques==2){
/*Precio del edificio GIS por partes*/
pedacont2=9838.43*(met2/900);
pedsaneamiento2=2163.55+1100*(met2/900);
pedciment2=40256.80*(met2/900);
pedestruc2=123342.98*(met2/900);
pedcerramient2=52233.99*(met2/900);
pedrevistimiento2= 36128.76*(met2/900);
pedcubierta2=64800.00*(met2/900);
pedcarpinteria2=1175;
pedcarpalu2=5994.54*(met2/900);
pedelectricidad2=3633.34+874*(met2/900);
pedfont2=673.74;
pedapsanit2=1007.21;
pedilu2=4100.56*(met2/900);
pedprotec2=574.78*(met2/900);
pedpintura2=148.09+6084*(met2/900);

```

```

/*Utilizacion de las variables auxiliares*/
ped21=pedacont2+pedsaneamiento2+pedciment2;
ped22=pedestruc2+pedcerramient2+pedrevistimiento2;
ped23=pedcubierta2+pedcarpinteria2+pedcarpalu2;
ped24=pedelectricidad2+pedfont2+pedapsanit2;
ped25=pedilu2+pedprotec2+pedpintura2;
precedGIS2=ped21+ped22+ped23+ped24+ped25;
}

if(parques==1){
precedGIS=precedGIS1;
}
if(parques==2){
precedGIS=precedGIS1+precedGIS2;
}

*precioobractivilt=precedGIS+preccentrom;
return;
}
void Protecciones(float *precioprotect, float post, float trant, float numbarra, float
parques, float numint){
float protbar;
float protlinea;
float prottransl;
float prottransf;
float protint;
/*Variables del precio*/
float pprotbar;
float pprotlinea;
float pprottransl;
float pprottransf;
float pprotint;
/*Variables auxiliares para el precio*/
float plinea;
float pbarr;
float pinterrup;
float ptranl;
float ptrant;

/*Determinacion de las protecciones necesarias*/
if(parques==1){
protbar=numbarra;
protlinea=post;
prottransf=0;
prottransl=0;
protint=numint;
}
if(parques==2){
protbar=numbarra;
prottransf=trant;
prottransl=trant*2;
protlinea=post-prottransl;
protint=numint;
}
/*Determinacion de los precios unitarios de las protecciones*/
pprotbar=20000;
pprotlinea=9000;
pprottransl=7500;
pprottransf=20000;
pprotint= 7000;
/*Calculo de las variables auxiliares*/
plinea=pprotlinea*protlinea;
pbarr=protbar*pprotbar;
pinterrup=protint*pprotint;
ptranl=prottransl*pprottransl;
ptrant=prottransf*pprottransf;

*precioprotect=plinea+pbarr+pinterrup+ptranl+ptrant;

return;
}
void SistemaConRobInc(float *preciosistemast){

```

```

/*variable relacionadas con el precio de sistemas*/
float psistcomunic;
float psistcontr;
float psistrob;
float psisfue;

psistcomunic=234000;
psistcontr=223043;
psistrob=25000;
psisfue=13455;

*preciosistemast=psistcomunic+psistcontr+psistrob+psisfue;
return;
}
void Alimentacion(float *precioalimentaciont, float parques){

int e;
int sistac;
float pgelec;
float ptranter;
float plineamt;
float psistac;
float pbat;
float numlineamt;
e=0;
do{
if(e >= 1){
printf("\nNo se ha introducido un valor valido\n");
printf("Introduzca alguna de las opciones establecidas\n\n");
}
printf("Introduzca como sera el sistema de alimentacion a.c de la subestacion\n");
printf("1 Grupo electrogeno \n");
printf("2 Grupo electrogeno + linea de Mt\n");
if(parques==2){
printf("3 Grupo electrogeno + terciario de transformador\n");
printf("4 Grupo electrogeno + linea de Mt + terciario transformador\n");
}
scanf("%d",&sistac);
}while(sistac!= 1 && sistac !=2 && sistac !=3 && sistac !=4);

if(sistac==1){
pgelec=21120;
psistac=pgelec;
}
if(sistac==3){
pgelec=21120;
ptranter=60050;
psistac=pgelec+psistac;
}
if(sistac==2){
pgelec=21120;
plineamt=523400;

printf("Introduzca el numero de lineas de alimentacion\n");
scanf("%f",&numlineamt);
psistac=pgelec+plineamt*numlineamt;
}
if(sistac==4){
pgelec=10000;
ptranter=60050;
plineamt=523400;
printf("Introduzca el numero de lineas de alimentacion\n");
scanf("%f",&numlineamt);
psistac=pgelec+ptranter+plineamt*numlineamt;
}
pbat=10000;

*precioalimentaciont=psistac+pbat;
return;
}

```

DOCUMENTO II
—
PRESUPUESTO



Índice

1. Precios unitarios	5
1.1. Obra civil	5
1.2. Movimiento de tierras y puesta a tierra	8
1.3. Aparamenta	9
1.4. Montaje	10
1.5. Transformadores	10
1.6. Protecciones	11
1.7. Ingeniera	11
1.8. Servicios	11
1.9. Terrenos	12

Chapter 1

Precios unitarios

1.1. Obra civil

Sección 1: ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.01.01	Desbroce y limpieza superficial del terreno a máquina	m^2	0.69
1.01.02	Excavación de tierras en zanjas a máquina en terreno duro	m^3	21.5
1.01.03	Excavación de tierras en zapatas a máquina en terreno duro	m^3	21.5
1.01.04	Excavación a mano en zanjas de saneamiento terreno duro	m^3	70.13
1.01.05	Carga y transporte de tierras a 20 km y canon vertido	m^3	13.75

Table 1. Presupuestos con el precio unitario sobre el acondicionamiento de terreno.

Sección 2: RED DE SANEAMIENTO			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.02.01	Arqueta de registro de fábrica de 51x51 cm	-	140
1.02.02	Tubería de PVC sanitaria enterrada de D=125 mm	m	18.5
1.02.03	Tubería de PVC sanitaria enterrada de D=160 mm	m	28.63
1.02.04	Tubería de PVC sanitaria enterrada de D=200 mm	m	38.63
1.02.05	Arqueta de registro de fábrica de 63x63 cm	-	195
1.02.06	Arqueta sifónica de fábrica de 63x63 cm	-	198.75
1.02.07	Acometida de saneamiento a la red general, roca dura	-	743.75
1.02.08	Canaleta hormigón recogida de agua bajo portón de acceso	m	69.75

Table 2. Presupuestos con el precio unitario sobre la red de saneamiento.

Sección 3: CIMENTACIONES			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.03.01	Hormigón de limpieza en fondos de cimentación	m^3	131.25
1.03.02	HA en zanja de cimentación vertido manual	m^3	207.35
1.03.03	Losa HA e=15cm malla electrosoldada d=6mm 150x150mm	m^2	24.13
1.03.04	Encachado de piedra	m^2	10.85

Table 3. Presupuestos con el precio unitario sobre la cimentación.

Sección 4: ESTRUCTURAS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.04.01	Acero laminado en pilares de pórtico de nave	kg	2.35
1.04.02	Cargadero metálico perfil en L y chapa de acero, fábrica 1 pie	m	28.13
1.04.03	Placa anclaje de pilar de pórtico de nave a cimentación	-	31.25
1.04.04	Forjado viguetas autorresistentes 22+5cm, B-70 B.cerámica	m ²	63.68

Table 4. Presupuestos con el precio unitario sobre las estructuras.

Sección 5: CERRAMIENTOS Y DIVISIONES			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.05.01	FÁB. LAD 1/2 P. CV-5 esmaltado blando de la paloma	m ²	57.79
1.05.02	FÁB. LAD 1/2 P. CV-5 esmaltado blanco de la paloma	m ²	23.21

Table 5. Presupuestos con el precio unitario sobre cerramientos y divisiones.

Sección 6: REVESTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.06.01	Enfoscado sin maestrear en cámara de aire de sótanos	m ²	15
1.06.02	Guarnecido maestreado y enlucido vertical y horizontal	m ²	12.88
1.06.03	Falso techo placas escayola lisa	m ²	22.75
1.06.04	LIC.azulejo blanco 20X20cm.REC.MORT.	m ²	33.06

Table 6. Presupuestos con el precio unitario sobre revestimiento y techos falsos.

Sección 7: CUBIERTAS,PAVIMENTOS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.07.01	CUB.No transitable grava C/AIS. PN-7	m ²	72
1.07.01	Falso suelo en edificio	m ²	59.54

Table 7. Presupuestos con el precio unitario sobre las cubiertas.

Sección 8: CARPINTERÍA			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.08.01	Puerta de paso de melamina	-	235
1.08.02	Puerta corredera de 6,00x6,40 m automática	-	6150

Table 8. Presupuestos con el precio unitario sobre carpintería.

Sección 9: CARP. DE ALUMINIO, POLIURETANO Y PVC			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.09.01	Vent.Pract.PVC 2 hoja.125x120cm	-	476.83
1.09.02	Cancela tubo acero laminar.FR	m ²	88.45

Table 9. Presupuestos con el precio unitario sobre carpintería de aluminio,poliuretano y PVC

Sección 10: FONTANERIA			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.10.01	Instalación PEX-A baño completo		673.74
1.10.02	Depósito de recogida de aceite+tubería	-	7230.20
1.10.03	Tanque de membrana para sistema PCI espumógeno	-	9423.23

Table 10. Presupuestos con el precio unitario sobre la fontanería.

Sección 11: APARATOS SANITARIOS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.11.01	Inodoro tanque bajo gama básico blanco	-	256.12
1.11.02	Lavabo gama básica blanco 56x46 cm G. monomando		220.40

Table 11. Presupuestos con el precio unitario sobre aparatos sanitarios.

Sección 12: ELECTRICIDAD Y DOMÓTICA			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.12.01	Punto de luz sencillo, tubo PVC y conductor cobre	-	36.25
1.12.02	Punto de luz conmutado, tubo PVC y conductor cobre	-	49.25
1.12.03	Base de enchufe con toma tierra 10/16 A	-	40.63
1.12.04	Base de enchufe con toma tierra 25 A	-	38.13
12.05	Toma tierra equipotencial para baños	-	37.88
1.12.06	Circuito alumbrado monofásico	m	8.73
1.12.07	Circuito monofásico para usos varios	m	9.58
1.12.08	Caja general protección 80 A trifásica	-	114.75
1.12.09	Línea repartidora 2x16 mm ² de cobre aislada	m	43.63
1.12.10	Derivación individual 3x6 mm ² cobre, monofásica	m	19.13
1.12.11	Derivación individual 3x10 mm ² cobre, monofásica	m	21.63
1.12.12	Derivación individual 3x16 mm ² cobre, monofásica	m	27.38
1.12.13	Caja general de protección y contador de medida	-	232.5
1.12.14	Derivación individual 5x10 mm ² cobre, trifásico	m	24.63
1.12.15	Armario exterior acometida trifásico hasta 15 kW	-	616.25

Table 12. Presupuestos con el precio unitario sobre electricidad y domótica.

Sección 13: ILUMINACIÓN			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.13.01	Luminaria estanca fluorescente tipo industrial, 500 lux	-	70
1.13.02	Luminaria estanca fluorescente tipo industrial, 300 lux	-	52
1.13.03	Luminaria de emergencia de 60 lúmenes en RIT	-	64.38

Table 13. Presupuestos con el precio unitario sobre iluminación.

Sección 14: PROTECCIÓN			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.14.01	Extintor de nieve carbónica (CO2) en RIT	-	110
1.14.02	Extintor polvo 6 kg, sólidos, líquidos, gases y equ. eléctricos	-	77.25

Table 14. Presupuestos con el precio unitario sobre la protección del edificio.

Sección 15: PINTURAS Y TRAT. ESPECÍFICOS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
1.15.01	Pintura plástica lisa blanca vertical y horizontal	m ²	6.03
1.15.02	Pintura ferro dos manos	m ²	17.63

Table 15. Presupuestos con el precio unitario sobre pinturas y tratamientos específicos.

1.2. Movimiento de tierras y puesta a tierra

Sección 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
2.01.01	El desbroce de tierras vegetales	m ²	0.50
2.01.02	Compactación del terreno con aporte de zahorras naturales	m ³	29.00
2.01.03	Suministro y ejecución de red de drenajes	—	19452.56
2.01.04	Nivelación del terreno	m ³	15.00

Table 16. Presupuestos con el precio unitario sobre el movimiento de tierra.

Sección 2: PUESTA A TIERRA			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
2.02.01	Hilo de cobre	kg	7.20
2.02.02	Picas de cobre de 2 metros	—	26.00

Table 17. Presupuestos con el precio unitario sobre la puesta a tierra.

1.3. Aparamenta

Sección 1: CELDAS GIS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
3.01.01	Celda de configuración interruptor y medio 400 KV	—	762300.00
3.01.02	Celda de configuración doble barra 400 KV	—	724000.00
3.01.03	Celda de configuración anillo 400 KV	—	717900.00
3.01.04	Celda de configuración interruptor y medio 220 KV	—	492600.00
3.01.05	Celda de configuración doble barra 220 KV	—	464650.00
3.01.06	Celda de configuración anillo 220 KV	—	445850.00
3.01.07	Celda de configuración simple barra partida 220 KV	—	439800.00
3.01.08	Celda de configuración doble barra doble interruptor 220 KV	—	502300.00
3.01.09	Celda de configuración interruptor y medio 132 KV	—	253600.00
3.01.10	Celda de configuración doble barra 132 KV	—	235300.00
3.01.11	Celda de configuración anillo 132 KV	—	224550.00
3.01.12	Celda de configuración simple barra partida 132 KV	—	220450.00
3.01.13	Celda de configuración simple barra partida 66 KV	—	198740.00
3.01.14	Celda de configuración doble barra 66 KV	—	202500.00
3.01.15	Celda de configuración anillo 66 KV	—	199456.00

Table 18. Presupuestos con el precio de la aparamenta GIS.

Sección 2: APARAMENTA AIS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
3.02.01	Interruptor automático de 400 KV	—	112456.00
3.02.02	Interruptor automático de 220 KV	—	58436.00
3.02.03	Interruptor automático de 132 KV	—	25794.00
3.02.04	Interruptor automático de 66 KV	—	21925.00
3.02.01	Seccionador de 400 KV	—	35854.00
3.02.01	Seccionador de 220 KV	—	22153.00
3.02.01	Seccionador de 132 KV	—	9851.00
3.02.01	Seccionador de 66 KV	—	8373.00
3.02.01	Transformador de tensión de 400 KV	—	10271.00
3.02.01	Transformador de tensión de 220 KV	—	10271.00
3.02.01	Transformador de tensión de 132 KV	—	4567.00
3.02.01	Transformador de tensión de 66 KV	—	4567.00
3.02.01	Transformador de corriente para 400 KV	—	12254.00
3.02.01	Transformador de corriente para 220 KV	—	12254.00
3.02.01	Transformador de corriente para 132 KV	—	4477.00
3.02.01	Transformador de corriente para 66 KV	—	4477.00

Table 19. Presupuestos con el precio de la aparamenta AIS.

1.4. Montaje

Sección 1: MONTAJE CELDAS GIS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
4.01.01	Montaje de celda GIS de 400 KV	—	89000.00
4.01.02	Montaje de celda GIS de 220 KV	—	64000.00
4.01.03	Montaje de celda GIS de 132 KV	—	40000.00
4.01.04	Montaje de celda GIS de 66 KV	—	35500.00

Table 20. Presupuestos con el precio del montaje de las celdas GIS.

Sección 2: MONTAJE APARAMENTA AIS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
4.02.01	Montaje de interruptor automático de 400 KV	—	4000.00
4.02.02	Montaje de interruptor automático de 220 KV	—	2340.00
4.02.03	Montaje de interruptor automático de 132 KV	—	1502.00
4.02.04	Montaje de interruptor automático de 66 KV	—	1277.00
4.02.05	Montaje de seccionador de 400 KV	—	2340.00
4.02.06	Montaje de seccionador de 220 KV	—	1864.00
4.02.07	Montaje de seccionador de 132 KV	—	1103.00
4.02.08	Montaje de seccionador de 66 KV	—	1002.00
4.02.09	Montaje de transformador de tensión de 400 KV	—	720.00
4.02.10	Montaje de transformador de tensión de 220 KV	—	720.00
4.02.11	Montaje de transformador de tensión de 132 KV	—	417.00
4.02.12	Montaje de transformador de tensión de 66 KV	—	417.00
4.02.13	Montaje de transformador de corriente para 400 KV	—	720.00
4.02.14	Montaje de transformador de corriente para 220 KV	—	720.00
4.02.15	Montaje de transformador de corriente para 132 KV	—	417.00
4.02.16	Montaje de transformador de corriente para 66 KV	—	417.00
4.02.17	Estructura metálica galvanizada	kg	1.54

Table 21. Presupuestos con el precio del montaje de la aparamenta AIS.

1.5. Transformadores

Sección 1: TRANSFORMADORES DE POTENCIA			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
5.01.01	Transformador de relación 400/220 de 600 MVA	—	5466000.00
5.01.02	Transformador de relación 400/220 de 450 MVA	—	4426000.00
5.01.03	Transformador de relación 220/132 de 150 MVA	—	1534000.00
5.01.04	Transformador de relación 220/132 de 120 MVA	—	1424000.00
5.01.05	Transformador de relación 220/66 de 100 MVA	—	1336000.00
5.01.06	Transformador de relación 132/66 de 80 MVA	—	1024560.00

Table 22. Presupuestos con el precio de los transformadores de potencia.

1.6. Protecciones

Sección 1: PROTECCIONES			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
6.01.01	Protección diferencial de línea	–	9000.00
6.01.02	Protección diferencial de barras	–	20000.00
6.01.03	Protección de interruptor	–	7000.00
6.01.04	Protección del transformador	–	7500.00
6.01.05	Protecciones propias del transformador	–	20000.00

Table 23. Presupuestos con el precio de las protecciones.

1.7. Ingeniera

Sección 1: INGENIERÍA			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
7.01.01	Ingeniería básica	–	104340.00
7.01.02	Ingeniería de detalle	–	95640.00
7.01.03	Ingeniería facultativa	–	19655.00
7.01.04	Estudio geológico	–	7500.00
7.01.05	Control de calidad	–	65300.00
7.01.06	Control ambiental	–	21300.00

Table 24. Presupuestos con el precio de la ingeniería.

1.8. Servicios

Sección 1: SISTEMAS CONTROL, COMUNICACIÓN, ANTIROBO Y CONTRAINCENDIOS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
8.01.01	Sistemas de control	–	234340.00
8.01.02	Sistemas de comunicación	–	223043.00
8.01.03	Sistema contra incendio	–	62445.00
8.01.04	Sistema antiintrusismo	–	134535.00

Table 25. Presupuestos con el precio de los sistemas de comunicación, control, contra incendio y antiintrusismo.

Sección 2: SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
8.02.01	Línea de media tensión	–	463400.00
8.02.02	Grupo electrogeno	–	20605.00
8.02.03	Centro de transformación	–	62445.00
8.02.04	Acumuladores Ni-Cd 125 Vcc + Rectificador	–	12570.00
8.02.05	Centro de transformación	–	62445.00

Table 26. Presupuestos para servicios auxiliares.

1.9. Terrenos

Sección 1: TERRENOS			
Codigo	Resumen:	Unidad	Precio Unitario (€)
9.01.01	Castilla la Mancha, Castilla Leon, Extremadura, Aragón	m^2	0.62
9.01.02	Valencia, Asturias	m^2	1.98
9.01.03	Cataluna, Galicia, Murcia Pais Vasco, Cantabria	m^2	1.46
9.01.04	Madrid, La Rioja, Navarra	m^2	1.23
9.01.05	Archipiélago balear	m^2	2.05
9.01.06	Archipiélago canario	m^2	6.05

Table 27. Presupuestos con el precio del terreno.