

Comité de Estudio B3 - Subestaciones

**INTEGRACIÓN DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS
EN SU ENTORNO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL**

A. Fernández Álvarez*
Iberdrola Ingeniería
España

F. J. Juárez Carballada
Iberdrola Ingeniería
España

***Resumen** – Este trabajo técnico expone las distintas alternativas en cuanto a disposiciones físicas se refiere para la implantación de las subestaciones que por parte de IBERDROLA son construidas como consecuencia del rechazo que estas instalaciones tienen en las sociedades modernas. Para ello se han considerado las diferencias que socialmente existen en cuanto al tipo de entorno que rodea a una población, clasificando éste en no urbanizable, urbanizable industrial y urbanizable residencial, con soluciones de distinta índole para cada uno de los distintos entornos, tal y como se muestra en el desarrollo de este trabajo.*

***Palabras clave:** Subestaciones, Integración, Entorno, Iberdrola Ingeniería, Spain.*

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial ha generado el crecimiento de importantes núcleos urbanos a los que hay que hacer llegar la energía eléctrica para el consumo, lo que ha conllevado a que las subestaciones eléctricas cada vez estén más cerca de dichos núcleos.

En unos tiempos en que las preocupaciones principales venían de otros agentes (desarrollo económico, guerras y posguerras,...) el impacto de las instalaciones eléctricas no era un problema prioritario. Sin embargo, el “estado de bienestar” en el que se mueven ya muchas de las sociedades modernas hace que cada vez estas instalaciones sean más rechazadas como molestas para una convivencia cercana.

Por ello, IBERDROLA ha tomado conciencia de que las ubicaciones y soluciones a dar a las subestaciones, deben ser tal que se consiga en el entorno una integración paisajística que responda a criterios de mínimo impacto visual y medioambiental en general y, por supuesto, que sean técnica y económicamente viables así como socialmente aceptadas.

Con estos criterios se intenta llegar al diseño de disposiciones físicas de subestaciones que minimicen estos impactos dependiendo de la ubicación y clasificación del terreno en el que se implantará la subestación.

2 CLASIFICACIÓN DEL ENTORNO

Clasificamos las zonas de ubicación en tres tipos principales de entornos sobre los que serán de aplicación distintas arquitecturas de subestaciones, siempre tratando de cumplir con los parámetros anteriormente indicados de impacto visual y viabilidad técnica y económica. En concreto, la clasificación responde a la siguiente tipología:

- No Urbanizable. Es aquella zona que no es susceptible de incorporarse al proceso de urbanización, por tanto, no es posible proceder a su urbanización. Dicho de otra forma, es un entorno en el que no está prevista ninguna actuación urbanística a futuro por parte del Ayuntamiento. En general no existen viviendas cercanas. Quedan excluidos aquellos terrenos que necesiten especial protección por

- su valor medioambiental, paisajístico, histórico, arqueológico, ganadero, agrícola, ecológico, científico y que queda sujeto a cuidados e incluso imposibilidades de uso.
- Urbano, urbanizable Industrial. Entorno donde las construcciones en los alrededores de la parcela seleccionada para implantación de la subestación son del tipo industrial o está previsto su urbanización dentro de los planes de ordenación Municipales. Hablamos de Polígonos Industriales.
 - Urbano, urbanizable residencial. Entorno donde las construcciones existentes o previstas en los planes de ordenación Municipales corresponden a viviendas del tipo familiar.

Algunos de los parámetros más importantes a la hora de definir la solución a adoptar en cada tipo de terreno y que hay que considerar por su peso económico o técnico son los siguientes:

- Los terrenos no urbanizables o rurales, por regla general, son mucho más económicos que los urbanizables. A este respecto hay que tener en cuenta que una subestación de intemperie ocupa una superficie mayor que una con aparellaje de interior, lo que se traduce en mayor inversión.
- El aparellaje de interior es más caro que el de intemperie.
- El coste de obra civil es un parámetro importante a la hora de decidir el tipo de subestación. Terrenos que necesitan grandes movimientos de tierras o pilotajes suponen inversiones importantes.
- La polución del entorno y la climatología de la zona también son factores a tener en cuenta en el diseño.

A continuación, indicamos el tipo de subestación que, en general, IBERDROLA construye en cada entorno, siempre considerando condiciones normales del terreno, polución y climatología.

3 INTEGRACIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

3.1 Terreno no urbanizable

Para el caso de un terreno no urbanizable, rústico y sin protección medioambiental, la disposición que IBERDROLA ha seleccionado como más adecuada es la subestación convencional de intemperie. En ella, todo el aparellaje de alta tensión tiene aislamiento al aire y está instalado en intemperie montado sobre estructura metálica para elevarlo del suelo y así poder cumplir con las distancias mínimas de seguridad marcadas en Reglamentos y Normas. Los transformadores de potencia también se montan en intemperie. La parte de media tensión, en todos los casos, se traduce en celdas de envolvente metálica e instalación en el interior de edificio. Transformadores de servicios auxiliares, baterías de condensadores así como reactancias de potencia, quedan instaladas también en intemperie.

Tanto los planos que se muestran a continuación como las infografías corresponden a una subestación actualmente en proyecto ubicada en Monserrat, Valencia. Dispondrá de un sistema de 132 kV en intemperie en su parte de alta tensión y 20 kV en interior en su lado de media tensión. La configuración eléctrica en 132 kV es de simple barra partida con espacio suficiente para ampliar una calle por cada lado del embarrado principal. En total dispone de 2 posiciones de línea, 2 posiciones de transformador y un enlace de barras. La ampliación prevista es para dos posiciones enfrentadas en cada semibarra, en total 4 posiciones más. En el interior del edificio, además de los equipos de control, protección y comunicaciones, se ubican las celdas de media tensión en 20 kV para distribución cuya configuración es la de simple barra partida con 2 módulos de celdas que aportan un total de 16 líneas más el resto de celdas necesarias para su funcionamiento: celdas de transformador, batería de condensadores, servicios auxiliares, medida y enlace entre módulos.

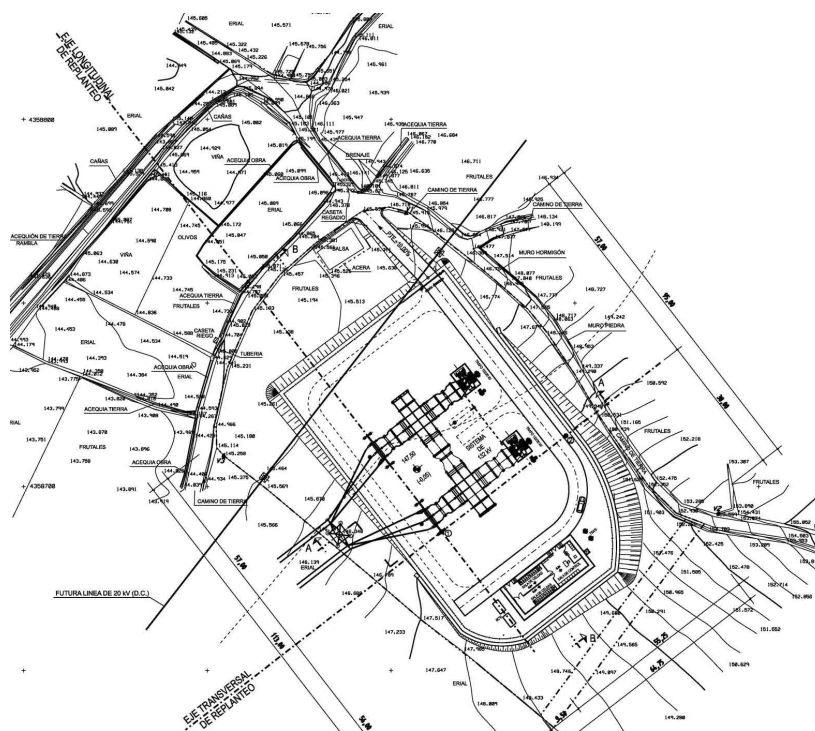


Fig. 1 – Plano de planta ST Monserrat



Fig. 2 – Infografía terrestre ST Monserrat



Fig. 3 – Infografía aérea ST Monserrat

3.2 Terreno urbanizable industrial.

Consideramos como edificaciones características del entorno aquellas que son del tipo industrial o que en los Planes de Ordenación de los Ayuntamientos se prevé este tipo de construcciones sin contemplar la existencia de edificaciones para viviendas. Son los Polígonos Industriales.

En este caso se ha adoptado una solución “mixta” en la que el aparellaje de alta tensión es del tipo GIS (Gas Insulated Substation) y se instala en el interior de edificios al igual que las celdas de media tensión, equipos de control, protección y comunicaciones. Los transformadores de potencia y sus reactancias de puesta a tierra así como baterías de condensadores y transformadores de servicios auxiliares se instalan en exterior y desde sus posiciones de alta o media tensión correspondientes se acomete a cada uno de estos equipos utilizando cable aislado.

Siempre que sea posible, las líneas de alta tensión se intentarán que acometan en aéreo a la subestación, evitando el uso de cable aislado.

Sólo en casos en los que así lo exija la normativa urbanística o la superficie disponible para la subestación no lo permita, ésta se construirá con todos sus elementos en interior de edificios.

A continuación se muestran algunos ejemplos del diseño empleado para este tipo de subestaciones.

La primera fotografía corresponde a una subestación de 132/20 kV en servicio denominada Villaluenga de la Sagra, Toledo, con una configuración de doble barra en el sistema de 132 kV y un alcance final de 2 posiciones de línea, 2 posiciones de transformador y 1 posición de enlace de barras. Se completa con un sistema de media tensión formado por 2 módulos de celdas en configuración de simple barra partida aportando cada módulo 8 líneas de alimentación, es decir, un total de 16 líneas de 20 kV. La subestación está prevista para 2 transformadores de 132/20 kV y 40 MVA de potencia. Como puede observarse, las acometidas de las líneas de 132 kV se ejecutan en aéreo.



Fig. 4– Fotografía aérea ST Villaluenga de la Sagra

Otro ejemplo de subestación con edificio monobloque y transformadores en intemperie es el que aparece en la fotografía incluida a continuación. Se trata de una subestación en la ciudad de Murcia, denominada Condomina, con niveles de tensión 132/20 kV. El alcance en 132 kV es de 4 posiciones de línea, 3 posiciones de transformador y 1 posición de enlace de barras en configuración de doble barra. Como todas las subestaciones de distribución, dispone de un sistema de media tensión formado por 3 módulos de celdas de doble barra aportando un total de 24 líneas de 20 kV. Aunque en la fotografía se distinguen 2 transformadores, la subestación está prevista para una tercera máquina de 40 MVA de potencia.



Fig. 5 – Fotografía aérea ST Condomina

Se está ahora trabajando en otra solución que permitirá mayor flexibilidad del diseño de los edificios y a la que corresponde la infografía siguiente que refleja el diseño de una subestación también de 132/20 kV con el sistema de 132 kV en solución interior (GIS). Se completa con un sistema de media tensión para un total de 24 líneas de 20 kV. La subestación está prevista para 3 transformadores de 132/20 kV y 40 MVA de potencia.

En la siguiente infografía se pueden distinguir dos edificios separados, siendo uno de ellos el que alberga las celdas de media tensión (el más alargado) y el otro el de las celdas de 132 kV y la sala de control. De esta forma, los transformadores quedarán más protegido a la visión de los mismos desde el exterior.

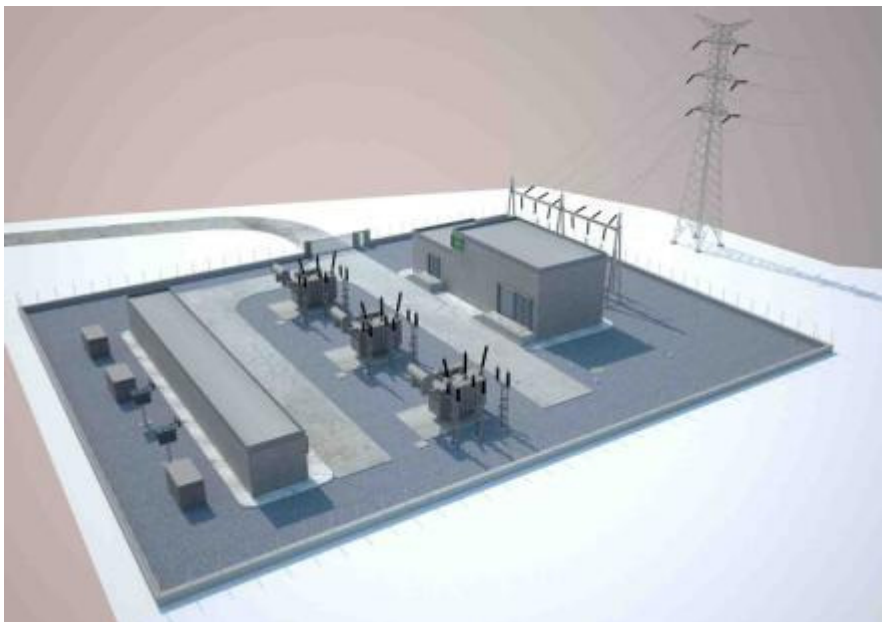


Fig. 6 – Infografía subestación 132/20 kV con edificios separados

3.3 Terreno urbanizable residencial.

Finalmente llegamos al caso en el que la parcela donde construiremos nuestra subestación está calificada como urbanizable residencial. En este entorno las construcciones serán viviendas y el tipo de subestación, por lo general, será íntegramente de interior y las acometidas de líneas de alta tensión se harán en subterráneo utilizando cable aislado.

El hecho de que la subestación sea toda de interior encarece sobremanera la ejecución. Entre otras cosas, requiere la construcción de edificio para alojar los transformadores, lo que conlleva, por seguridad, la instalación de sistemas de detección y extinción de incendios así como un sistema de ventilación forzada para refrigeración de las máquinas que en el resto de configuraciones no es necesario.

A continuación se incluyen unas fotografías de una subestación en servicio integrada en una zona residencial. Corresponde a la subestación de Eras de Renueva, en León. Se trata de una instalación de 132/13 kV. El sistema de 132 kV en solución GIS en doble barra para 4 líneas y 2 transformadores. El sistema de media tensión en 13 kV tiene capacidad para 16 líneas. La transformación se realiza con 2 máquinas de 132/13 kV y 40 MVA de potencia.



Fig. 7 (a) – Fotografía ST Eras de Renueva



Fig. 7 (b) – Fotografía ST Eras de Renueva

Las infografías que a continuación se incluyen corresponden a subestaciones en proyecto en Murcia. En este caso se trata de subestaciones de 220/20 kV. Dispondrán de 3 transformadores de 220/20 kV y 50 MVA de potencia que alimentarán a un total de 30 líneas de media tensión.



Fig. 8 (a) – Infografía ST Murcia



Fig. 8 (b) – Infografía ST Murcia

El edificio tipo que normalmente utiliza IBERDROLA está formado por paneles prefabricados de hormigón con acabado superficial elastomérico, simulando a madera. A pesar de todo, con mayor frecuencia las Administraciones exigen acabados que permitan una mejor integración en el entorno. En estos casos la solución adoptada consiste en dar un acabado superficial diferente a los paneles. Como ejemplos, las infografías correspondientes a dos subestaciones en proyecto:

- ST Villalba, en Madrid, surge como compactación de una subestación de intemperie existente. Se trata de una subestación de 66 kV con 3 módulos de media tensión y 3 transformadores de 25 MVA cada uno, preparada para evolucionar a 132 kV.
- ST Cabo Huertas, en Alicante. Nueva subestación de 220/20 kV con 3 transformadores de 50 MVA y 3 módulos de celdas de media tensión.



Fig. 9 – Infografía ST Villalba



Fig. 10 – Infografía ST Cabo Huertas

En algún caso, el acabado al que ha habido que recurrir es bastante más sofisticado. Como ejemplo incluimos el caso de la subestación de Fuente San Luis, en Valencia, subestación que surge también como compactación de una ya existente. Estará ubicada en el entorno de los terrenos de la actual instalación y la zona estará destinada a centro comercial y de ocio. Dispondrá de los sistemas de 220 kV, 132 kV y 20 kV, con 3 transformadores de 220/20 kV y 50 MVA de potencia así como un transformador de 220/132 kV de 225 MVA. Las infografías de acabado se incluyen a continuación.



Fig. 10 (a) – Infografía ST Fuente San Luis



Fig. 10 (b) – Infografía ST Fuente San Luis

En el centro de grandes ciudades, como es el caso de Madrid, donde se está desarrollando lo que se ha venido a denominar como “Plan Madrid”, se ha optado por la construcción de edificios singulares e incluso subestaciones subterráneas que han sustituido, en la mayor parte de los casos, a subestaciones de intemperie. Un total de 17 subestaciones forman el “Plan Madrid”. Ejemplos de instalaciones de este tipo son las mostradas a continuación: ST Palafox y ST Deportiva. Ambas, en este caso, son subestaciones de 220 kV con transformación a media tensión.

En cuanto a la ST Palafox, se dispone de un sistema de 220 kV GIS que alimenta a 3 transformadores de 50 MVA cada uno y desde ellos a un conjunto de celdas de MY con capacidad para 30 líneas. En esta subestación cabe destacar la proximidad a las viviendas, tal y como puede observarse en la fotografía.



Fig. 11 (a) –ST Palafox



Fig. 11 (b) –ST Palafox

En cuanto a la ST Deportiva, instalación totalmente subterránea, indicar que se encuentra en uno de los centros neurálgicos más modernos de la ciudad. Se ubica en lo que anteriormente era la Ciudad Deportiva del Real Madrid ahora convertido en el parque empresarial Cuatro Torres Business Area. En unas dimensiones de 50m x 25m, es decir 1.250 m² de superficie, se aloja una subestación de 220 kV con 4 transformadores de 220/20 kV y 50 MVA de potencia, alimentando a un total de 40 líneas de 20 kV.



Fig. 12 – Entorno de ST Deportiva



Fig. 13 – ST Deportiva (en construcción)



Fig. 14 –ST Deportiva (en construcción)

4 CONCLUSIONES

Como conclusión, cabe destacar la preocupación de las Compañías Eléctricas Españolas por la integración de las subestaciones, prueba de ello es el haber asumido mayores costes económicos en las ejecuciones para encajar las subestaciones en el entorno social y medioambiental.

En zonas donde no hay población se ha llegado a la conclusión de que el tipo de instalación más adecuado es el de intemperie, en entornos donde las construcciones son del tipo Polígono Industrial se encajan las subestaciones mixtas y, finalmente, en zonas donde existen viviendas se ha adoptado la subestación de interior o subterránea en casos particulares de grandes ciudades.