RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Grupo Red Eléctrica

Informe del incidente ocurrido en el sistema eléctrico de Tenerife el 29 septiembre 2019.

Dirección General de **Operación**

Noviembre de 2019

Índice

1. Objeto....2
2. Descripción del Incidente....2
3. Reposición del servicio....3
4. Conclusiones....4
5. Acciones de Mejora....5

1. Objeto

El objeto de este informe es trasladar, por parte del Operador del Sistema (OS), de forma pública el análisis y conclusiones sobre el incidente ocurrido el día 29 de septiembre de 2019 a las 13:11 h en la isla de Tenerife, que desencadenó un cero en todo el sistema eléctrico de la isla.

De igual forma se recogen las acciones de mejora que se han identificado para el sistema eléctrico de Tenerife de forma que eviten o mitiguen la concurrencia o repetición de un nuevo incidente por las mismas causas que el sucedido.

2. Descripción del Incidente

La subestación de 66 kV Granadilla es una subestación con topología de doble barra con acoplamiento transversal. Consta de ocho posiciones de línea, dos posiciones de transformación a 220 kV, cuatro posiciones de grupos de generación y una posición de transformación a 6,3 kV. La subestación es de tecnología AIS (aislamiento por aire) pero se encuentra dentro de un edificio.

En términos eléctricos un cortocircuito se considera una falta, por lo que en este documento se utiliza el término falta para referirse a un cortocircuito.

A las **13:11:37.167 h** se produjo una primera falta en la línea 66 kV Granadilla – Abona 1 por fallo del transformador de tensión (TT) de la fase 0 de la línea en el extremo de Granadilla. Es importante destacar que dicho transformador se encuentra dentro del edificio que contiene la subestación.

La falta se despeja correctamente en 47 ms mediante disparo trifásico definitivo de ambos extremos. Esta primera falta, como es habitual en el sistema eléctrico de Tenerife no tiene consecuencias para el mismo.

A las **13:11:38.252 h**– transcurridos 1.085 ms desde que se produce la primera falta en la línea, el sistema sufre una segunda falta, esta vez en barras 1 de 66 kV de la subestación de Granadilla 66 kV que acaba afectando también a las barras 2 a los 55 ms. Esta segunda falta se considera que se produjo al cebarse un arco eléctrico en el seccionador 89B2-8, seccionador a barras 2 de la posición Abona 1, por el humo confinado dentro del edificio desprendido por el TT que había fallado anteriormente. Este seccionador se encontraba abierto por lo que tenía la tensión de ambas barras.

Se registran continuos arcos eléctricos de diferente índole, afectando durante las diferentes fases de los defectos a los dos juegos de barras principales, alternando simultaneidad entre ambos juegos de barras, provocando que la protección de acoplamiento no llegue a completar su temporización de disparo. Este hecho no es relevante ya que al afectar a las dos barras la actuación del interruptor de acoplamiento no podría mantener en servicio a ninguna de las barras.

A los 196 ms la falta evoluciona a trifásica en ambas barras de la subestación de Granadilla 66 kV.

Entre los 601 y los 713 ms se produce el despeje de la falta por parte de las líneas de 66 kV por actuación de las segundas zonas remotas a la subestación de Granadilla 66 kV. Las líneas Granadilla-Polígono de Granadilla 1 y 2 no disparan durante el cortocircuito ya que, debido a la topología en antena, no hay aportación de corriente a la falta.

A los 1085 ms disparan el TRP1 y TRP2 220/66 kV de SE Granadilla en el lado de 220 kV por actuación de la función de sobreintensidad a tiempo definido que tiene una temporización de 1 segundo. En este momento la falta en las dos barras y por lo tanto en la subestación Granadilla 66 kV queda eliminada del sistema eléctrico

Es decir, hay 3 elementos que sufren falta eléctrica -línea Granadilla-Abona 1, JBP1 y JBP2- que en su despeje implica necesariamente la pérdida de 10 elementos (N-10) de la red de transporte: las 8 líneas que parten de la SE Granadilla 66 kV y los dos transformadores 220/66 kV.

El despeje de la falta de las dos barras de Granadilla 66 kV supone la pérdida completa de la subestación de Granadilla 66 kV y con ella la de sus 10 elementos de transporte (8 líneas de 66 kV y 2 transformadores 220 kV/66 kV). Se trata de una perturbación extraordinaria y excepcionalmente severa, que el resto del sistema no fue capaz de compensar y el sistema eléctrico colapsó.

Tras el despeje de la falta se producen subtensiones en el sistema. Estas subtensiones se producen principalmente en el suroeste.

Se tiene constancia del disparo por mínima tensión (la tensión no superó el 0.65 del valor nominal tras despejar la falta) de las subestaciones de Los Olivos 66 kV, Chayofa 66 kV y Arona 66 kV.

Debido a la falta trifásica existente en el sistema durante aproximadamente 1 segundo los generadores síncronos se aceleran. Esto es debido a que no pueden evacuar toda la potencia mecánica que la turbina está generando por ser la tensión inferior a la nominal, lo cual origina que la energía que no se puede evacuar acelere la máquina. En el instante en el que se despeja la falta de las barras de Granadilla 66 kV, la frecuencia del sistema se encontraba en 50,63 Hz, en el instante previo a la falta bifásica la frecuencia era de 49,84 y la frecuencia anterior a la falta monofásica inicial la frecuencia era 49,97 Hz.

De acuerdo con la información proporcionada por ENDESA Generación, el grupo Vapor 4 de CT Granadilla dispara a los 805 ms y transcurridos entre 1.281 ms y 1.404 ms se produce el disparo del Gas 3 del CC1 y del Gas 5 y Gas 6 del CC2.

A partir del despeje de la falta la frecuencia empieza a disminuir rápidamente, llegándose a alcanzar una derivada de frecuencia de -5,4 Hz/s. Esta disminución de la frecuencia, una vez despejada la falta, es debida a la pérdida de generación y a que una vez recuperada la tensión, tras despejar la falta, la demanda de la isla aumenta al aumentar la tensión.

Al cabo de 5 segundos desde que apareciese la falta en barras el sistema colapsa produciéndose un cero de tensión en todo el sistema. En el instante del colapso la frecuencia medida era de 36,4 Hz.

A las 13.12h REE confirma con Endesa Generación y Distribución la existencia de un cero eléctrico en la isla de Tenerife.

3. Reposición del servicio

La reposición del suministro se plantea de acuerdo con el Plan de Reposición[1], procediéndose a aislar el defecto en la SE 66 kV Granadilla y a preparar el estado de pre-reposición a fin de iniciar la reconexión de la demanda partiendo de dos islas eléctricas dependientes de las centrales térmicas de Candelaria y Granadilla, respectivamente. Esta etapa inicial de preparación previa para una reposición segura, en la que, entre otros, se determina el alcance y origen del incidente, se activa a los retenes correspondientes, se realizan las comunicaciones iniciales de coordinación correspondientes con los centros de control de los agentes y se implementa una configuración topológica inicial del sistema eléctrico adecuada para salir de cero, supuso una media hora aproximadamente.

A partir de entonces se inició el proceso de reposición propiamente dicho acoplando una turbina de gas a las 13.50 horas en la CT Candelaria (Gas 1), aunque posteriormente desacopló a las 13.57 horas. El proceso de reposición tuvo que desarrollarse desde una única isla dependiente desde la C.T. Candelaria dado que Endesa Generación informó, a las 13.50 h del fallo en el arranque autónomo de todas las turbinas de gas con esta capacidad en la CT Granadilla.

A las 14.13 h se alimenta la primera carga en SE Geneto (3 MW). No obstante, a las 14.20 h dispara el grupo que alimentaba la isla (Candelaria gas 2) produciéndose un cero de tensión en la isla conformada.

La subestación Candelaria 66 kV se energizó nuevamente a las 14.25 h mediante el acople del grupo Candelaria gas 2. A partir de ese momento se fue reponiendo la carga progresivamente en función de la generación acoplada, asegurando la estabilidad de los grupos. Paralelamente se fue dando tensión a las subestaciones de la red de transporte, priorizando llegar con tensión de una manera segura a las subestaciones con generación instalada para alimentar sus servicios auxiliares, de forma que **a las 18.22 h se encontraban en tensión todas las subestaciones en las que existe transformación a distribución** y a las 20.50 h toda la red de transporte[2] se encontraba energizada y en funcionamiento normal.

A las 19.35 h se produce la primera liberación de consigna a la energía eólica cuando la demanda repuesta era aproximadamente 200 MW (45% de la prevista). La liberación de consigna prosiguió paulatinamente durante todo

[1] Plan de Reposición del servicio elaborado por el Operador del Sistema con la información de la generación suministrada por END-G, y conocido por END-G. Procedimiento de actuación de los centros de control ante un cero de tensión que determina las acciones a realizar por todos los agentes de cara a efectuar la reposición ordenada del suministro eléctrico.
[2] Excepto los elementos averiados por el incidente

el proceso de reposición, si bien, por dificultades técnicas y operativas de los generadores la producción renovable y, por tanto, su contribución no fue relevante durante todo el proceso.

El proceso de reposición del suministro logra completarse a las 22.25 h[3] una vez hay generación acoplada suficiente para suministrar toda la demanda y ésta es repuesta por el distribuidor y cuatro horas después de disponer de tensión en todas las subestaciones que alimentan a la red de distribución.

La evolución de la reposición del suministro queda recogida en la siguiente Figura.

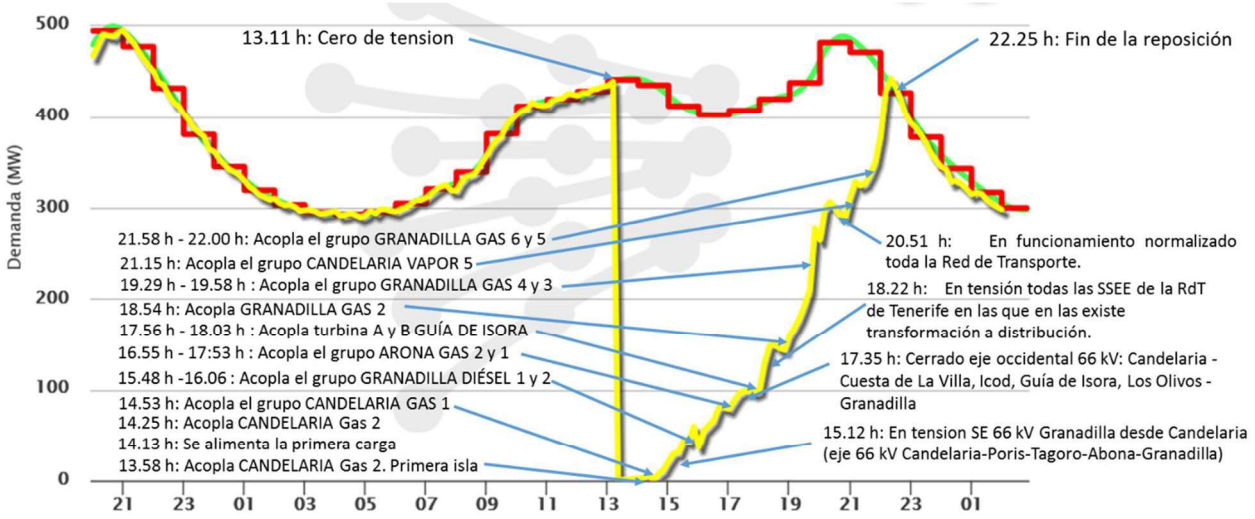


Figura 1: Demanda del sistema eléctrico de Tenerife el 29 de septiembre

Como consecuencia del cero de tensión en la isla de Tenerife se produce una interrupción de suministro de 439 MW y que ocasionó una energía no suministrada de aproximadamente 2.624 MWh.

4. Conclusiones

Del análisis realizado del incidente ocurrido el 29 de septiembre de 2019 en el sistema eléctrico de Tenerife, con la mejor información disponible, se desprenden las siguientes conclusiones:

- Se evidencia que, en la actualidad y con carácter general, el sistema de Tenerife no soporta la pérdida total del nudo de Granadilla 66 kV tras la aparición de un cortocircuito en el mismo.
- El elemento inicial del incidente fue el fallo de un transformador de tensión (TT) en la subestación de Granadilla 66 kV, concretamente el instalado en la fase 0 de la posición Abona 1. La falta monofásica que se produce en la línea de 66 kV Granadilla-Abona 1 es correctamente despejada y el sistema soporta adecuadamente la pérdida de este elemento (criterio n-1).
- El fallo del TT produce humo en la subestación que provoca que las 2 barras de la subestación de Granadilla 66 kV sufrieran un cortocircuito trifásico. Esta segunda falta se produce en ambas barras de forma casi simultánea, con sólo 55 ms de diferencia, lo cual es un suceso excepcional que anula por completo la capacidad del acoplamiento para separar las barras de la subestación. La falta en ambas barras ha de ser despejada disparando todas las posiciones de ambos juegos de barras.
- El evento ocurrido, en el que en apenas un segundo se produce falta en una línea y en dos barras y, por lo tanto, la pérdida de 10 elementos de la Red de Transporte se considera de carácter excepcional y excede los criterios de seguridad recogidos en la normativa.

[3] Hora facilitada por Endesa Distribución.

- La proximidad de la subestación de Polígono de Granadilla 66 kV junto con la naturaleza de la falta – al ser provocada por humo aumenta su impedancia – conllevan que el despeje de la falta sea más lento del habitual para una falta sólida en barras de la subestación.
- Todas las líneas despejan la falta mediante actuación de las funciones de distancia de los extremos remotos a Granadilla, a excepción de las líneas a Polígono de Granadilla que no disparan por no existir aportación de corriente a la falta. Los transformadores despejan la falta mediante actuación de la función de sobreintensidad del lado de 220 kV.
- Se constata la validez y eficacia de los planes de reposición del servicio y la utilidad de los simulacros realizados.
- Con carácter general se constata el correcto funcionamiento de los sistemas de control de la energía de los centros de control y de mando y servicios auxiliares de las subestaciones.
- Se tiene constancia del disparo del transformador del grupo Vapor 4 de Granadilla por actuación de las protecciones de su transformador de máquina.
- De los registros disponibles de SE Granadilla 220 kV parece desprenderse una pérdida de generación adicional en dicha subestación transcurridos 1.270 ms después de iniciarse la falta en barras de Granadilla 66 kV. END-G informa de que entre el instante +1.281 ms y +1.404 se produjo el disparo del Gas 3 del CC1 y del Gas 5 y Gas 6 del CC2.
- La falta de generación existente en el sistema tras el despeje de la falta para soportar la demanda existente hace que la frecuencia descienda tan rápidamente –derivada de -5 Hz/s- que el sistema se vuelve irrecuperable incluso si se produjese todo el deslastre de demanda previsto, unos 182 MW para la demanda existente.

5. Acciones de Mejora

De este informe se infiere que **la forma de evitar una perturbación generalizada en Tenerife por un incidente como el acaecido pasa por poner en servicio el desarrollo y refuerzo de la red de transporte que contempla la Planificación vigente**.

De cara a continuar mejorando la respuesta y seguridad del sistema eléctrico de Tenerife es necesario culminar los trabajos de Mejora de Activos de Red, proyecto MAR de REE.

De cara a mejorar la robustez y resiliencia del sistema eléctrico de Tenerife frente a perturbaciones resultaría de gran utilidad **dotar a la isla de sistemas de almacenamiento, principalmente mediante centrales hidráulicas de bombeo y químico (baterías)**. Así mismo, el almacenamiento hidráulico facilitaría y agilizaría enormemente los procesos de reposición por su capacidad energética y facilidad de arranque, conexión y regulación.

Resulta esencial realizar pruebas periódicas anuales del arranque autónomo de los grupos que disponen de esta capacidad, de forma que se tenga una elevada garantía de su disponibilidad efectiva.



Paseo del Conde de los Gaitanes, 177
28109 Alcobendas (Madrid)

Tel. 91 650 85 00 / 20 12

www.ree.es