

Sistemas para la protección contra incendios en subestaciones

Miguel Correa, Roberto Licursi / EDESUR S.A.
Guillermo Ureta / Asesor Externo
ARGENTINA
mcorrea@edesur.com.ar
rlicursi@edesur.com.ar

Congreso Internacional: Sostenibilidad y la Industria Eléctrica – CISLIE 2009
21 al 24 de abril de 2009
Buenos Aires, Argentina

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. ANTECEDENTES
3. PRINCIPIOS BÁSICOS
4. CRITERIOS
5. SISTEMAS DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS
6. SISTEMAS MANUALES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS
7. RESERVA DE AGUA
8. CONCLUSIONES
9. LECCIONES APRENDIDAS
10. RECOMENDACIONES
11. MARCO NORMATIVO CONSIDERADO

1. Introducción

En el presente el servicio eléctrico es un servicio esencial.

Asimismo la energía eléctrica implica riesgos para las personas, ya sea directamente por el efecto de un choque eléctrico o indirectamente, como fuente de calor capaz de generar un incendio o una explosión en determinados ambientes.

En caso de averías, se caracteriza por una manifestación brusca, de corta duración pero con una elevada concentración energética.

En un sistema eléctrico de potencia aparecen distintos tipos de instalaciones y equipamientos que permiten que la energía llegue desde los puntos de generación a cada uno de los clientes.

En grandes bloques nos encontramos con:

- Generación: Centrales térmicas, hidráulicas, nucleares etc. que además de los generadores propiamente dichos incluyen transformadores que elevan el nivel de salida de estos al necesario para la transmisión y distintos equipos de protección y maniobra.
- Transmisión: básicamente Líneas y Cables de Alta Tensión (AT) y Subestaciones Transformadoras elevadoras y reductoras entre distintos niveles de Alta Tensión (500/220/132/66 KV).
- Distribución: Subestaciones de Alta a Media Tensión (MT), líneas de baja y media tensión, centros de transformación, líneas y cables de baja tensión (BT) y equipamiento de maniobra y protección para los distintos niveles de tensión. (132/33/13.2 KV)

Específicamente cuando se plantea la necesidad de proteger instalaciones contra incendios deberíamos determinar la magnitud del riesgo que resulta aceptable, para ello debería plantearse:

¿Qué daño resulta aceptable?
 ¿Cómo controlamos la propagación?
 ¿Cómo minimizamos el daño?

En general el expertise de esta especialidad, queda a cargo de los Especialistas Senior de Higiene y Seguridad de las empresas.

2. Antecedentes

En EDESUR coexisten algunas subestaciones antiguas con construcciones recientes con tecnología de última generación, lo que implica una enorme variedad de características edilicias, equipamientos eléctricos de potencia, equipamiento de protección eléctrica y por supuesto disímiles instalaciones para la prevención de incendios.

A su vez las empresas Agua y Energía, SEGBA y CIAE adoptaron distintos sistemas de extinción, distinguiéndose por el uso de sistemas en base a agua fraccionada o dióxido de carbono las primeras y solo dióxido de carbono en las subestaciones de la última empresa mencionada.

Si a lo expuesto se suma la aparición de otros factores como ser la presencia de elementos de absorción acústica para disminuir el nivel de ruido, cambios normativos, criterios de reserva, etc., el producto final resultante es una diversidad de equipamientos cuya operatividad y efectividad, a la luz de eventos acaecidos con el accionamiento de sistemas de extinción similares con resultados diferentes, resulta al menos inquietante.

3. Principios básicos

La idea básica de la protección contra incendios consiste en la preservación de la vida de las personas, permitiendo que las mismas puedan evacuar rápidamente los edificios siniestrados y llegar a un lugar seguro.

Una vez asegurados estos aspectos, se encara la protección del equipamiento y del propio edificio, para ello se sugiere, diseñar las obras civiles y las instalaciones teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Dificultar la generación de incendios
- Detectar rápidamente la presencia de humo o fuego
- Permitir la rápida evacuación de las personas
- Evitar la propagación del siniestro y humos tóxicos
- Facilitar el acceso de Bomberos
- Prever instalaciones de extinción
- Contar con una reserva adecuada de agua

Para evitar los siniestros y/o disminuir a su mínima expresión los daños provocados por los incendios, se recomienda que la protección contemple tres aspectos básicos que son:

- Aspectos preventivos
- Protección pasiva
- Protección activa

3.1. Aspectos Preventivos

Contempla todas aquellas acciones tendientes a evitar el origen del incendio, como ser cuidado del orden y limpieza, control en el almacenamiento

de material inflamable, mantenimiento y control de instalaciones, etc.

En el caso particular de las subestaciones, incluye las actividades de mantenimiento del equipo electromecánico, el funcionamiento y la calibración de las protecciones.

3.2. Protección pasiva (o también denominada estructural)

Conjunto de elementos o disposiciones constructivas que evitan la propagación del fuego.

Se refiere a la resistencia al fuego de los materiales y elementos constitutivos de los edificios, muros y puertas cortafuego, sistemas de recolección de aceites, sellados de pases de instalaciones, pintura ignífuga sobre cables, etc.

3.3. Protección activa

Sistemas que una vez declarado el incendio, sirven para proceder a extinguirlo o mantenerlo controlado.

Comprende a los equipos manuales de extinción: extinguidores en base a CO₂ o polvo químico (Monnex), instalaciones fijas contra incendios en base a agua, espumas sintéticas AFFF, o gases de accionamiento manual o automático, etc.

4. Criterios

En virtud de los estudios realizados, considerando la carga de fuego y la probabilidad de ocurrencia de un siniestro en los distintos equipamientos de las subestaciones se adopta el siguiente ordenamiento.

- Transformadores y reactancias en aceite

- Sótanos y túneles de cables
- Capacitores
- Grupos electrógenos
- Salas auxiliares (comando, protecciones, telecontrol, baterías, etc)

Los criterios adoptados en cada caso son:

4.1. Transformadores de potencia o reactancias en aceite

Estos equipos se pueden encontrar instalados dentro de recintos o “boxes” cerrados o bien en intemperie con un foso de recolección de aceite que limita el área de derrame. La carga de fuego (equivalente en Kg/m² de madera) se calculó como el volumen total de aceite de la máquina de mayor capacidad referido a la superficie que limitaría el eventual derrame de aceite (en SE con recintos cerrados se consideró la superficie del recinto).

Los valores obtenidos varían entre 1600 y 2400 Kg/m².

A los fines prácticos resulta impensable construir un recinto que pueda resistir estos niveles de carga de fuego, por lo cual se debe hacer pasar el aceite que se pueda derramar a través de un sistema cortallama y luego sea recolectado y evacuado a una cisterna. EDESUR cuenta con este tipo de sistemas en todas las subestaciones.

Aún así, el calor producido por el aceite en combustión dentro del transformador o del recinto (antes de que sea evacuado a la cisterna) puede producir una cantidad de calor suficiente para deteriorar las edificaciones o equipamientos cercanos.

En función de las distancias y alturas relativas se determina la construcción de muros cortafuegos.

Las normas indican la necesi-

dad de construir muros cortafuegos entre transformadores cuando la distancia entre ellos es inferior a 9,6 m.

Cuando no es factible asegurar la integridad de los otros transformadores u otros bienes por este medio, se utilizará un sistema de extinción automática de incendios

Los sistemas automáticos de extinción que se utilizarán será alguno de los siguientes o combinaciones de ellos:

4.1.1. Agua fraccionada

Preferentemente para la protección contra incendios de transformadores se utilizarán sistemas fijos automáticos de Agua Fraccionada.

Para el diseño de estos sistemas se considera contingencia simple, es decir incendio de una sola máquina.



Sistema de agua fraccionada sobre transformador de 300 MVA SE Costanera

La norma NFPA 15 recomienda los siguientes parámetros, referidos siempre al transformador con mayores requerimientos:

- Densidad de aplicación: 10,2 litros/minuto/m² (*)
- Tiempo de aplicación: 60 minutos (**). El sistema constará de un tanque hidroneumático para la

provisión de agua o un tanque de reserva y motobomba o bien una combinación de ambos.



Tanque hidroneumático de 17000 litros SE AZOPARDO

Estos caudales se utilizan para dimensionar los sistemas de recolección y conducción de los líquidos hacia la cisterna de forma tal de evitar desbordes (Para las conducciones de líquidos se recomienda considerar un sobredimensionamiento del 50 % por el eventual derrame de aceite).

4.1.2. Dióxido de Carbono (CO₂)

Cuando las dimensiones de las subestaciones no permitan la construcción de sistemas de extinción por agua fraccionada y en subestaciones tipo interior, se podrán utilizar sistemas de inundación de gas dióxido de carbono.

Para el diseño de estos sistemas se considerará contingencia simple, es decir incendio de una sola máquina.

Se recomienda adoptar los siguientes parámetros (NFPA 12), referidos siempre al recinto con mayores requerimientos:

- Concentración de diseño: 50 % (1,6 kg/m³)

- Tasa de aplicación: La concentración de diseño debe alcanzarse en un lapso de 7 minutos, pero en los primeros dos minutos deberá alcanzarse como mínimo una concentración del 30 %.
- Una vez alcanzada la concentración de diseño esta debe mantenerse por un período de 20 minutos.



Cortina metálica (Damper) SE Rivadavia



Batería de tubos de CO₂ SE Rivadavia

- En los recintos donde se requiera el cierre de aberturas o ventilaciones se utilizarán dampers.
- Para seguridad de las personas sugerimos el retardo del disparo del gas y accionar dentro del recinto en emergencia señales acústicas y luminosas que sirvan para advertir al personal sobre la inminente inundación con gas a fin de que evacuen el local.
- Se recomienda prever dispositivos para inhibir el disparo del sistema para cuando se deba ingresar a los recintos para realizar tareas de mantenimiento.

4.2. Transformadores de servicios auxiliares

Se sugiere el uso de transformadores de servicios auxiliares con aislamiento seco

Si se adoptan transformadores con aislamiento en líquidos se recomienda prever:

Para transformadores con líquidos aislantes con temperatura de inflamación mayor a 300 °C (siliconados, etc.) un sistema de recolección de aceite

Para transformadores con aceite mineral un sistema de recolección de aceite conectado a la cisterna y un sistema de extinción automático por gas (opcionalmente agua fraccionada).

4.3. Sótanos y túneles de cables

Las diferentes opciones y combinaciones de sistemas, que podemos utilizar en la protección de estos recintos son:

- Pintado de los cables con un elastómero de base acuosa (**THEMALASTIC 83**), espesor final 1.6 mm, resistente al fuego externo y evita la propagación de la llamas. Para el sellado de pases de cables se utiliza un panel de fibra mineral compactada **FIRE-STOP- PANEL 310**, con una capa final de pintura ignífuga.

- Sistema de extinción a base de gas (CO₂)
- Sistema de extinción por agua fraccionada, combinado con detectores de humo y cable de detección lineal (**PROTECTOWIRE**)



Cables de 132 KV con protectowire y sistema de extinción por agua fraccionada

En las subestaciones críticas se recomienda instalar sistemas de extinción en base a gases en sótanos, túneles y galerías con cables tanto de potencia como de comando

Para los sistemas de extinción automáticos se seguirán los lineamientos indicados en los puntos 3.1.1 y 3.1.2 (agua fraccionada y dióxido de carbono respectivamente).



Cables de media tensión con pintura ignífuga SE EUGENIO BLANCO

4.4. Capacitores

Para baterías de capacitores se sugiere instalarlos en salas que no contengan otras instalaciones (salvo sus interruptores de maniobra) con adecuada resistencia al fuego. Si las mismas están ubicadas en salas independientes (una batería por recinto) no se considera necesaria la instalación de sistemas de extinción de incendios automáticos.

Si la disposición constructiva no permite independizar las baterías de capacitores en distintas salas, se podrían colocar sistemas de extinción por inundación de gases.

4.5. Salas de terminales y equipamiento de alta tensión

Dado que el equipamiento de alta tensión utilizado en las subestaciones no representa una carga de fuego importante (salvo en aquellos casos con interruptores en gran volumen de aceite, para los cuales caben las mismas consideraciones que para transformadores) y de acuerdo a la experiencia no se considera necesario instalar equipamiento de extinción automática.

Si el local alberga también cables del tipo OF, debería como mínimo procurarse la eventual contención del aceite por pérdidas en los terminales. Para tanques de compensación sugerimos que se instalen en locales independientes, con un sistema de recolección capaz de contener los derrames, que debe conectarse mediante un conducto provisto de un sifón a un depósito.

4.6. Playas de terminales y equipamiento de alta tensión

Dado que el equipamiento de alta tensión utilizado en las playas de maniobras no representa

una carga de fuego importante (salvo en aquellos casos con interruptores en gran volumen de aceite, para los cuales caben las mismas consideraciones que para transformadores), no se requieren equipamientos de extinción automática.

En donde existan cables del tipo OF, se sugiere procurar la eventual contención del aceite por pérdidas en los terminales y la eventual proyección de aceite incendiado en las inmediaciones.

Se recomienda prever un sistema de recolección y depósito vinculados mediante un conducto provisto de un sifón para los tanques de compensación con capacidad de contener los derrames.

4.7. Salas de comando, relevadores, protecciones, telecomunicaciones y/o telecontrol:

No se considera necesario colocar sistemas de extinción automática en estas salas, excepto en las subestaciones críticas, donde se instalarán sistemas de extinción automática por gases que realicen la inyección dentro de los gabinetes.

4.8. Salas con equipamiento de media tensión

Cuando existan salas independientes para cada conjunto de celdas de media tensión (barra), no se requerirá la instalación de un sistema automático de extinción de incendios.

Cuando en una misma sala coexistan celdas de distintas barras, se sugiere instalar un sistema automático de extinción en base a gases.

Se sugiere tener en cuenta que en ese caso deberá realizarse la inundación del local, ya que por las características de los

equipamientos a prueba de arco interno, no se podrán colocar caños que acometan en el interior de las mismas.

4.9. Salas de baterías

No se considera necesaria la instalación de un sistema de extinción automática de incendios. No obstante si en la subestación hay salas o equipos que cuentan con sistemas de extinción por gases, puede analizarse la conveniencia de ampliar la protección.

5. Sistemas de detección automática de incendios

Las normas indican la instalación de dispositivos de detección de humo en cantidad suficiente para cubrir todos los locales de la subestación.

Para transformadores o en equipamientos ubicados al aire libre se sugiere el uso de detectores de temperatura.

En los locales o instalaciones donde se instalen dispositivos de extinción automática se recomienda el uso de detectores adicionales que provean una detección cruzada para evitar disparos por falsas alarmas de estos sistemas. En general los detectores adicionales deberán responder a variables diferentes a los de detección, pudiéndose utilizar detectores de temperatura si los de detección responden a presencia de humo.

Para bandejas de cables se preferirá la utilización de detectores lineales de temperatura (Protectowire o similar).

En las salas de baterías se sugiere utilizar además detectores de atmósfera explosiva.



Detección combinada temperatura (protectowire) y humo
SE AZOPARDO II

Las señales provenientes de los detectores convergerán a una central de alarmas, la cual dará información local acústica y luminosa y podrá disponer de salidas para transmitir las alarmas.

En caso de que la subestación cuente además con sistemas automáticos de extinción, esta central deberá comandar los mismos.

6. Sistemas manuales de extinción de incendios

- **Extintores:** La cantidad, tipo y ubicación de extintores portátiles a instalar en cada subestación será de acuerdo a la Norma Iram 3517-1 y 2
- **Red de hidrantes:** De acuerdo a la normativa vigente se instalará una red de hidrantes para la alimentación de los equipos de los cuerpos de bomberos de forma tal que la distancia máxima de un hidrante a cada riesgo no supere los 25 m.
- **Bocas de impulsión:** Se de-

berá prever la colocación de dos bocas de impulsión

- **Generadores de espuma:** Se dispusieron equipos portátiles que producen la mezcla de un agente espumígeno con agua por efecto venturi. Estos equipos deben ser alimentados por un sistema de agua a presión del orden de los 7 Kg/cm².
- En el caso de EDESUR este equipo está previsto para ser utilizado por los cuerpos de bomberos que concurren en caso de siniestro. Dado que la espuma es conductora de electricidad, su aplicación deberá realizarse únicamente sobre instalaciones desenergizadas.



Equipo espumígeno portátil

- EDESUR posee un único equipo fijo de espuma provisto de un tanque de reserva, bomba y 4 monitores de uso manual para los transformadores de potencia de la SE ABASTO.

7. Reserva de agua

En las subestaciones se recomienda la construcción de un tanque de reserva de agua para uso exclusivo de bomberos con una capacidad de 60 m³ (equivalente al consumo de una

manguera de incendios durante una hora de uso).

Estos volúmenes podrían reducirse a la mitad en aquellas subestaciones ubicadas en zonas donde exista red pública de incendios.

Los volúmenes indicados de reserva de agua son independientes de los indicados para los sistemas automáticos de extinción por agua fraccionada.

El tanque de reserva se sugiere ubicarlo a una altura tal que asegure una presión de 1 kg/cm² en la boca más alejada, debiendo contar en su salida con una válvula de retención para evitar reflujos en caso de que los bomberos deban inyectar agua por las bocas de impulsión.

Resulta conveniente verificar con los destacamentos de incendio de cada zona el tipo de rosca a utilizar en estas bocas.

8. Conclusiones

Es necesario asegurar que los siniestros queden contenidos dentro del recinto donde se produjeron, evitando la propagación a los otros sectores de la SSEE. Es importante contar con sistemas de Protección que aseguren mitigar el fuego a su mínima expresión, hasta que llegue ayuda externa para la extinción definitiva.

9. Lecciones aprendidas

No existe una solución única, la misma dependerá del tipo de instalación a proteger, riesgo a proteger, y disponibilidad de espacio para la instalación de los equipos más adecuados para la extinción del siniestro.

10. Recomendaciones

Dotar a las SSEE de dispositivos de protecciones pasivas y activas contra incendio, diseñando y respetando un plan de mantenimiento periódico que asegure el buen funcionamiento ante un improbable siniestro. Además entendemos que resulta conveniente mantener un contacto fluido con los Bomberos, Defensa Civil y otros organismos que puedan llegar a tener intervención en caso de emergencia para que los mismos conozcan las instalaciones y puedan planificar previamente su intervención.

En este aspecto EDESUR desarrolló un programa de visitas a sus instalaciones con los responsables de los cuarteles de bomberos en cuya área de influencia se encuentra cada subestación y se desarrollaron actividades de capacitación sobre el reconocimiento de cada tipo de equipamiento y los riesgos que conllevan.

11. Marco Normativo considerado

- Decreto 351/79 reglamentario de la Ley Nacional de Higiene y Seguridad 19587
- Norma IRAM 3632 Instalaciones fijas contra incendio – Sistemas de extinción a base de dióxido de carbono
- Norma IRAM 3632 Instalaciones fijas contra incendio – Sistemas fijos de agua fraccionada
- NFPA 12 Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems
- NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
- NFPA 80 Recommended practice for protection of buildings
- NTP 39: Resistencia ante el fuego de elementos constructivos (MTAS España)
- IEEE Std 979/94 "IEEE Guide for Substation FIRE Protection

Principios básicos de investigación cuantitativa y cualitativa. Encuestas de marketing

CURSO PRESENCIAL

2 al 4 de mayo de 2011—Montevideo, Uruguay

Temario:

- Conceptos Básicos de Estadística Descriptiva
- Nociones Básicas de probabilidad e muestra
- La estadística utilizada en la Encuesta CIER
- Objetividad, imprevisto y Método en la Encuesta Social.
- La versión Cualitativa.
- La versión Cuantitativa.



Costo de la inscripción:

- Miembros CIER: US\$ 470
- No Miembros CIER: US\$ 570

Inscripciones: gec@cier.org.uy

Cupos limitados

Mayor información: <http://www.cier.org.uy>