



Nombre conferenciante:	Ing. Jaime A. Moncada, PE
Título conferencia	Estrategias de Seguridad Contra Incendios en Instalaciones de Generación y Transmisión Eléctrica
Fecha:	11 Febrero 2015



JAIME A. MONCADA, PE, SFPE

- Ing. de protección contra incendios (U of MD)
- Licencia para ejercer IPCI en EE.UU.
- Ingeniero consultor en PCI desde 1985
- Experiencia en proyectos Latinoamericanos
- VP Junta Directiva SFPE
- Fundador Sección Latinoamericana NFPA
- Columnista NFPA Journal Latinoamericano



¿TENEMOS UN PROBLEMA DE PCI EN LATINOAMÉRICA?

- ¿ Cuantos de ustedes creen que nuestro problema de seguridad contra incendios es peor que en los países más desarrollados ?
- ¿ De los peores incendios en el mundo en este milenio, cuantos han sido en Latinoamérica ?
- ¿ Que diría usted de la industria aeronáutica Latinoamericana, si en los últimos años se hubieran caído 15 jets comerciales con un promedio de 115 muertos cada uno ?





INCENDIOS DESDE EL AÑO 2000 (MÁS DE 100 MUERTOS)	PAIS	FECHA	# MUERTOS
1 Iglesia Kanungu*	Uganda	Mar 00	530
2 Supermercado Ycua Bolaños (Asunción)	Paraguay	Ago 04	400
3 Prisión Camayagua	Honduras	Feb 12	361
4 Disco Dongdu (Luoyang)	China	Dic 00	309
5 Área Comercial Mesa Redonda (Lima)*	Perú	Dic 01	291
6 Boate Kiss	Brasil	Ene 13	242
7 Subway Taegu*	South Korea	Feb 03	198
8 Disco Cromagnon (Buenos Aires)	Argentina	Dic 04	194
9 Tunnel de Trenes Kaprun	Austria	Nov 00	155
10 Disco Lame Horse	Rusia	Dic 09	156
11 Prisión Hígüey	Rep. Dom.	Mar 05	134
12 Fabrica Tazreen Fashions	Bangladesh	Nov 12	112
13 Prisión San Pedro Sula	Honduras	May 04	103
14 The Station Nightclub	USA	Feb 03	100

* Arson fire. List compiled by Jaime A. Moncada from print papers and other published reports. (March 2013)



INCENDIOS INDUSTRIALES

INSTALACIÓN	PAIS	AÑO	INCIDENTE	COSTO[e]
1 PDVSA: Refinería Amuay	Ven	2012	Explos. Nube Vapor	\$1.100 M(c)
2 PETROBRAS: Plataforma P36	Bra	2001	Explosión/ Incendio	\$770 M(d)
3 PETROBRAS: Plataforma PCE-1	Bra	1988	Incendio	\$690 M(d)
4 HESS/ PDVSA: Refinería Hovensa	USVI	1989	Huracán	\$340 M(d)
5 SOTE: Ducto Transecuatoriano	Ecu	1987	Terremoto	\$260 M(d)
6 PDVSA: Plataforma Mar Caribe	Ven	2010	Escape de Gas	\$250 M(d)
7 PEMEX: Centro Procesador Gas Cactus	Méx	1996	Explos. Nube Vapor	\$240 M(d)
8 EL PASO: Refinería Lago	Aru	2001	Incendio	\$235 M(e)
9 PEMEX: Petroquímica Pajaritos	Méx	1991	Incendio/ Explosión	\$190 M(d)
10 PDVSA: Planta Lama Lago Maracaibo	Ven	1983	Explosión/ Incendio	\$190 M(d)
PDVSA: Refinería Amuay	Ven	1984	Incendio	\$140 M(d)
X CAPECO: Refinería de Cataño	PR	2009	Explosión/ Incendio	\$XXX M(b)
X Pemex PEP: Centro Receptor de Gas y Condensados en Reynosa	Mex	2012	Explos. Nube Vapor	\$XXX M(c)

e) Dólares de EUA del 2011.
 b) Perdidas sin cuantificar. Líquidos exceden \$500 M. CAPECO declaró bancarrota en 2010.
 c) Reporte PDVSA.
 d) The Largest Losses 1972-2011 in the Hydrocarbon Industry, 22nd Edition, Marsh Energy Practice.
 e) The Largest Losses 1972-2010 in the Hydrocarbon Industry, 21st Edition, Marsh Energy Practice.



NO APRENDEMOS DEL PASADO

PRISON	PAÍS	FECHA	# MUERTOS
Pen. Nal de Camayagua	Honduras	14 Feb 12	358
Cárcel de Hígüey	Dom. Rep.	7 Marzo 05	136
Cárcel de San Pedro Sula	Honduras	17 Mayo 04	101
Cárcel de San Miguel	Chile	8 Dic 10	81
Cárcel de La Ceiba	Honduras	Abril 03	68
Cárcel de Santiago del Estero	Argentina	17 Nov 07	33
Cárcel de la Vega	Rep. Dom.	20 Sep 02	28
Cárcel de Llobasco	San Salvador	18 Nov 10	27
Cárcel de Iquique	Chile	21 May 01	26
Cárcel de Reynosa	México	21 Oct 08	21
Cárcel de Rocha	Uruguay	8 Julio 10	12
Cárcel de Colina	Chile	25 Abril 09	10
TOTALES			901



YO NO APRENDEMOS DEL PASADO



PROBLEMA MUNDIAL DE LOS INCENDIOS

- ▶ Percepción de que este es un problema de los países desarrollados
- ▶ La mayoría de los incendios grandes hoy día ocurren en los países en vía de desarrollo
- ▶ ¿Cuántos de estos incendios han ocurrido en los EUA?
- ▶ Además de tener problemas en incendios con muchos muertos, estamos teniendo incendios con grandes daños



9

Disco Factory, Quito, 2008



¿PROBLEMAS ÚNICOS?



Bodega en Colón, Panamá:
3 niveles x 140 000 m²/nivel



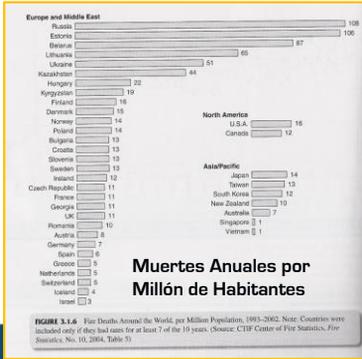
Supermercado Ycua Bolaños:
428 muertos



¿NECESITAMOS SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS?

- ¿Tendremos un Problema de Seguridad Contra Incendios? Si, en edificios grandes.
- ¿Está en la Normativa NFPA nuestra solución? Si, excepto en el entorno residencial





ESTADÍSTICAS DE INCENDIOS MUNDIALES

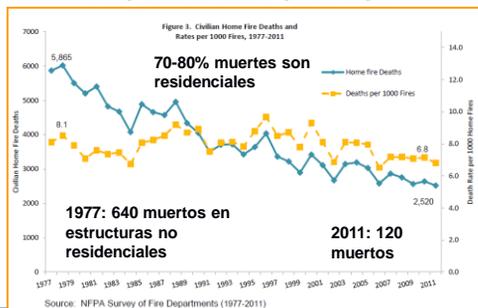
No hay estadísticas confiables en Latinoamérica

PROBLEMA DE INCENDIOS EN EE.UU.

- Mas de dos millones de incendios reportados cada año
- Mas de tres mil ciudadanos muertos anualmente
 - 70-80% ocurridos en residencias
 - Incluye casas uni o bi-familiares, apartamentos, hoteles, moteles y dormitorios
- Mas de veinte mil heridos anualmente



PROBLEMA DE PCI EN EUA



PROBLEMA DE INCENDIOS EN EE.UU.

- US\$10 mil millones en daños directos en propiedades
- Industrial/comercial/institucional
 - 9% de todos los incendios
 - 8% de todas las muertes en incendios
 - 14% de todos los heridos
 - 47% de pérdida directa en dólares
 - 90% de los incendios no son reportados



Incendios estructurales en los EE.UU. excluyendo residencias

Año	Incendios	Muertos	Heridos	Costo* (en millones)
1977	174,000	428	4,476	\$1,200
1978	165,000	376	4,888	\$6,400
1979	142,000	470	6,025	\$9,000
1980	137,000	479	6,268	\$1,500
1981	136,000	360	6,379	\$1,000
1982	140,000	388	6,108	\$6,000
1983	143,000	400	6,400	\$5,500
1984	142,000	400	4,279	\$5,500
1985	132,000	369	4,979	\$5,500
1986	134,000	330	4,975	\$4,900
1987	129,000	370	5,880	\$6,200
1988	126,000	320	4,900	\$6,300
1989	119,000	330	3,750	\$6,400
1990	119,000	300	3,880	\$4,400
1991	116,000	280	3,700	\$4,500
1992	118,000	276	3,229	\$5,100
1993	113,000	260	4,000	\$4,500
1994	116,000	260	4,800	\$4,000
1995	109,000	240	3,379	\$4,900
1996	101,000	260	3,000	\$4,400
1997	106,000	260	3,079	\$3,700
1998	108,000	200	2,429	\$3,400
1999	102,000	180	3,479	\$4,800
2000	101,000	150	3,420	\$3,900
2001	108,000	160	2,029	\$4,300
2002	104,000	150	3,800	\$3,300
2003	100,000	240	1,900	\$3,300
2004	103,000	170	1,820	\$3,000
2005	100,000	70	2,020	\$4,000
2006	108,000	120	1,800	\$3,100
2007	109,000	160	1,760	\$3,900
2008	109,000	160	1,800	\$4,700
2009	108,000	160	2,040	\$3,400
2010	102,000	160	1,570	\$2,300
2011	104,000	150	1,920	\$2,800

ISA 2015



PROBLEMA DE INCENDIOS EN EE.UU.



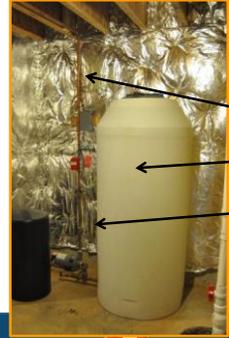
Fuente: Incendios en los Estados Unidos 1987-1996, Edición 11, Centro de Información Nacional Administración Incendios, Agosto 1999.



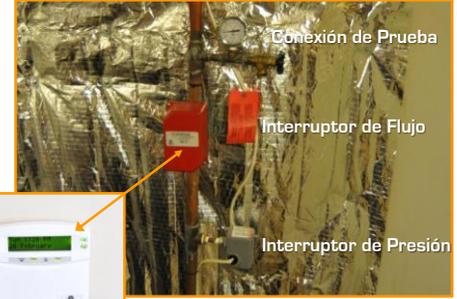
A DIFERENCIA DE LATINOAMÉRICA, EL PROBLEMA ES RESIDENCIAL



ROCIADORES RESIDENCIALES SON DESDE YA REQUERIDOS (NFPA 13R)



- Tubería de Cobre (expuesta)
- Tanque de 1000 lts
- Bomba de 45 gpm @ 60 psi



- Conexión de Prueba
- Interruptor de Flujo
- Interruptor de Presión



JORNADAS TÉCNICAS ISA 2015
Innovación para la eficiencia



TUBERÍA CPVC



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



IFSC

JORNADAS TÉCNICAS ISA 2015
Innovación para la eficiencia



ROCIADORES Y DETECCIÓN



Alarma de Humo y CO



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



IFSC

JORNADAS TÉCNICAS ISA 2015
Innovación para la eficiencia



HABITACIONES

Alarma de Humo



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio

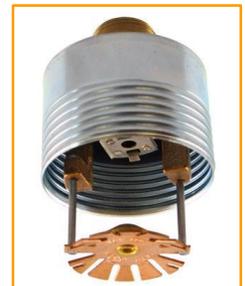
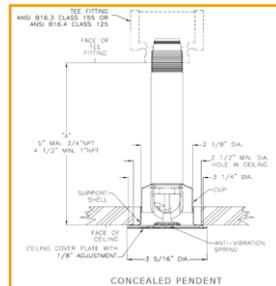


IFSC

JORNADAS TÉCNICAS ISA 2015
Innovación para la eficiencia



ROCIADOR RESIDENCIAL ESCONDIDO



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



IFSC

JORNADAS TÉCNICAS ISA 2015
Innovación
para la eficiencia



PROTECCIÓN TOTAL



Instituto
de Seguros
de Colombia



JORNADAS TÉCNICAS ISA 2015
Innovación
para la eficiencia



NORMAS NFPA

- Tienen un record excelente en edificios comerciales, institucionales y en industria.
- ¿Ganamos algo tropicalizando las normas?



Instituto
de Seguros
de Colombia



JORNADAS TÉCNICAS ISA 2015
Innovación
para la eficiencia



¿TENEMOS PROBLEMAS INCOMPRESIBLES?



[Fotos Incendio Edelca](#) [Video Edelca.avi](#)

JORNADAS TÉCNICAS ISA 2015
Innovación
para la eficiencia



[Fotos Incendio Edelca](#) [Transmisión.MPG](#)



LA CAUSA PRINCIPAL DE INCENDIOS

- La gente con la cual se trabaja
- La SCI es fatalista
- Las Normas de la NFPA buscan la manera más racional y de mayor eficacia
- La solución es normativa



Programa de Gestión de Riesgos de la Infraestructura



¿COMO FUNCIONA LA SCI?

- Análisis de Riesgo es normativo
- El “Donde Protejo y Con Que Protejo” debe preceder el “Como lo Protejo”
- Asume 4 partes independientes: Usuario, Instalador, Ingeniero PCI y Autoridad Competente



Programa de Gestión de Riesgos de la Infraestructura



LA DISCIPLINA NORMATIVA

Elimina la discusión con el Usuario, el Ingeniero y la Autoridad Competente de que “En Mi Opinión....”.



Programa de Gestión de Riesgos de la Infraestructura



LOS SISTEMAS DE PCI NUNCA SE PRUEBAN

¿Porque entonces contratar al instalador con menos experiencia, al de menor costo, al que no instala equipos listados, al que no ha sido entrenado por el fabricante, al que no tiene servicio de mantenimiento?



Programa de Gestión de Riesgos de la Infraestructura



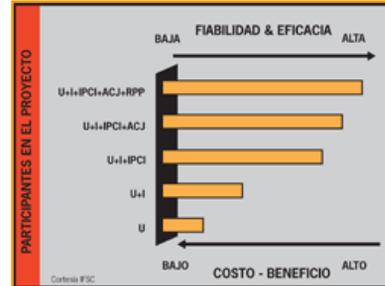


ESTRATEGIAS

- El ingeniero consultor puede ser su mejor aliado (debemos “madurar” el mercado)
- La disciplina normativa (NFPA) es una excelente estrategia
- La intuición puede ser su peor enemigo
- En PCI más nunca es mejor
- Debemos buscar competencia buena y profesional



ENTRE MÁS PARTICIPANTES MEJOR



¿ENTENDEMOS BIEN LA NORMATIVA NFPA?

- Normas que nos dicen “**Donde**” instalar la protección contra incendios: NFPA 1, 101, 5000, 75, 76, 850/851, 122, 415, etc.
- Normas que nos dicen “**Como**” instalar esa protección: NFPA 72, 70, 13, 14, 20, 25



Programas de desarrollo profesional de la NFPA

PROGRAMA ESPECIALIZADO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS PARA EL SECTOR DE GENERACIÓN Y TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA





SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN INSTALACIONES DE GENERACIÓN

- Programa de Control de Incendios
- Diseño General de la Planta
- Plan Maestro de PCI
- Áreas de Incendios



Programa de Gestión de Riesgos de Incendios



IFSC



COMBUSTIBLES FÓSILES, LÍQUIDOS Y GASEOSOS



NFPA 851 - Hidroeléctricas



Programa de Gestión de Riesgos de Incendios



IFSC



PLANTAS NUCLEARES (NFPA 804 Y 805)



Programa de Gestión de Riesgos de Incendios



IFSC



NUEVAS TECNOLOGÍAS



Programa de Gestión de Riesgos de Incendios



IFSC



GENERALIDADES

- La producción mundial usa los mismos procesos fundamentales.
- Los riesgos de incendios son esencialmente los mismos.
- Estrategias:
 - En países desarrollados > sistemas fijos.
 - En países en desarrollo > brigadas ci.
- En LA, movimiento hacia la privatización.



Programa de Desarrollo Profesional de la ISA



CRECIMIENTO DE LAS PERDIDAS

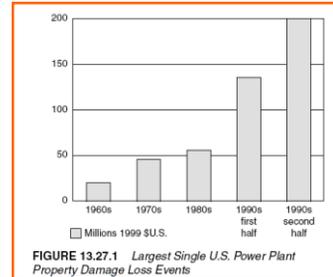


FIGURE 13.27.1 Largest Single U.S. Power Plant Property Damage Loss Events



Programa de Desarrollo Profesional de la ISA



PROCESO DE DISEÑO DE LA PCI

- Bajo la dirección de alguien experimentado en IPCI
- Plan Maestro de Protección contra Incendios – Base de Diseño de PCI

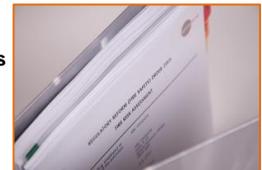


Programa de Desarrollo Profesional de la ISA



GUÍAS CORPORATIVAS

- Administración establecerá una política de control de riesgos
- Instituirá un programa coherente de control de riesgos
- Debe promover la protección a la propiedad, continuidad de la operación y seguridad humana
- Asegurar mantenimiento preventivo y entrenamiento operacional



Programa de Desarrollo Profesional de la ISA





ÁREAS DE INCENDIO

- Cuartos y túneles de cables
- Salas de control (salas de cómputos)
- Salas de llaves eléctricas - Celdas (*Switchgear Room*)
- Sala de baterías
- Talleres de mantenimiento
- Sala de bomba de incendio
- Almacenes de materiales y equipos



Fotos Cortesía IFSC



Programa de Doctorado en Física



ÁREAS DE INCENDIO

- Generadores de emergencia de combustión interna
- Calderas de combustibles fósiles
- Salas de bombeo y/o calentamiento de combustible
- Áreas de almacenamiento de líquidos combustibles o inflamables
- Edificios administrativos
- Salas de telecomunicaciones
- Salas de Generadores a turbina



Fotos Cortesía IFSC



Programa de Doctorado en Física



SEPARACIÓN DE LAS ÁREAS DE INCENDIO

- Protección de pasajes, ranuras y pases con materiales resistentes al fuego:



SEGURIDAD HUMANA

- Dos salidas en cada nivel o una con recorrido máximo = recorrido común
- Recorrido común: 30 m (c/r), 15 m (s/r)
- Recorrido sin salida: 15 m
- Recorrido total: 122 m (c/r), 91 m (s/r)
- Oficinas administrativas: (NFPA 101: 38)
- Depósitos y almacenes (NFPA 101: 42)
- Salas de Control: (NFPA 101 y 75)



Foto Cortesía IFSC



Programa de Doctorado en Física





TANQUES DE AGUA

- NFPA 22
- Suministro de agua durante 2 horas para:
 - La mayor demanda de los sistemas fijos de protección
 - Agregar 500 gpm para mangueras/monitores
- Fuentes de agua:
 - Analice dos tanques



Foto Cortesía IFSC



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



BOMBAS DE INCENDIO

- NFPA 20
- Una o dos bombas listadas contra incendios
- Criterios IFSC (exposición)
 - 1 bomba eléctrica en predios ≤ US\$10M.
 - 1 bomba diesel US\$10M a US\$100M.
 - 2 bombas diesel > \$100M.



Foto Cortesía IFSC



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



RED DE INCENDIO

- NFPA 24
- Espaciamiento de hidrantes: 91 m
- En áreas remotas: 152 m
- Red en anillo con seccionadoras



Caseta de mangueras

Válvula de cierre separada



Válvula de control



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



MANGUERAS

- NFPA 14
- En edificios de generación, bodegas y edificios.
- Boquillas listadas para riesgos eléctricos (6.4.3)



Fotos Cortesía IFSC



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio





SISTEMAS DE ALARMA

- NFPA 72
- Alarma local y aviso en cuarto de vigilancia
- Estaciones manuales en locales ocupados
- Alarma general de planta
- Sistema de comunicac. de dos vías
- Notificación al cuerpo de bomberos



Foto Cortesía IFSC



Programa:
Sistema de
Protección
2015/2016



SISTEMAS DE PCI



TRANSFORMADORES EXTERIORES

- Muros cortafuego



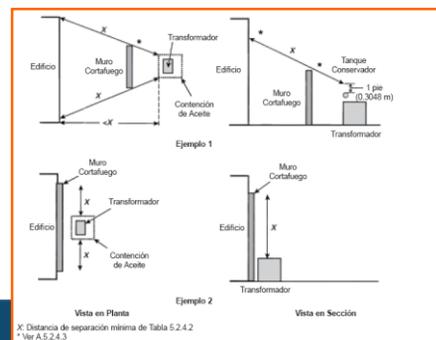
Foto Cortesía IFSC



Programa:
Sistema de
Protección
2015/2016



TRANSFORMADORES EXTERIORES





TRANSFORMADORES DE ACEITE

- Contenedor de drenaje para el volumen de aceite más 10 min. de agua del sistema de incendio
- 30 cm de piedras de $\geq \varnothing 3.8$ cm
- O protección con aspersores a 6 lt/min-m²)



Foto Cortesía IFSC



Programa de Desarrollo Profesional 2015-2018



TRANSFORMADORES DE ACEITE

- Aspersores (ver 7.8.6) NFPA 15
- Compañías de seguros requieren aspersión ≥ 5.000 gal (18.925 lts)
- Sistemas activados por válvulas de diluvio actuados por detección de calor



Foto Cortesía IFSC



Programa de Desarrollo Profesional 2015-2018



TRANSFORMADORES DE ACEITE



Fotos Cortesía IFSC

Temperatura Fija



Programa de Desarrollo Profesional 2015-2018





SALAS DE CONTROL

- NFPA 75
- Detección de humo (muestreo de aire) en el ambiente, consolas, falso techo y falso piso
- Rociadores en ambiente Sistema Preacción Inundación total en consolas y falso piso
- Alarma en local de vigilancia 24 horas



Foto Cortesía IFSC



Programas de Seguridad y Protección



SALAS DE CONTROL



Detección Temprana



Programas de Seguridad y Protección



SALA DE DISTRIBUCIÓN DE CABLES

- Rociadores y detección de humo



Foto Cortesía IFSC



Programas de Seguridad y Protección



SALAS DE BATERÍAS

- Ventilación para limitar la concentración de H_2 al 1%
- Detección de H_2



Fotos Cortesía IFSC



Programas de Seguridad y Protección





SUBESTACIONES (IEEE 979)

- Red de agua para incendio
- Protección con monitores o mangueras
- Separación indicada para transformadores con más de 500 gal de aceite combustible
- Protección con aspersores en los transformadores críticos para la transmisión de energía



MANEJO DE GASES

- NFPA 15
- Agua pulverizada mas mangueras o monitores
- Detección térmica
- Equipos clasificados



Foto Cortesía IFSC



Programa de Desarrollo Profesional de IFSC



BUNKER – DIESEL – FUEL OIL NFPA 30 y 31

- Espuma en tanques
- Aspersión en tanques muy cercanos entre si
- Equipos clasificados



Foto Cortesía IFSC



CARBÓN

- Almacenamiento exterior:
 - Problemas causados por su calentamiento espontaneo.
 - Reciclaje rápido, compactar, evitar bolsas de aire
- Almacenamiento interior:
 - Controlar polvo
 - Colectores: aspersión o rociadores automáticos
- Correas: rociadores o aspersión automáticos



Programa de Desarrollo Profesional de IFSC



Programa de Desarrollo Profesional de IFSC





SISTEMAS DE LUBRICACIÓN

- Almacenamiento de acuerdo a NFPA 30
- Ventilación al exterior o lugar seguro
- Diques de retención de derrames
- Tuberías de alta presión protegidas
- Protección de áreas generales con rociadores



Foto Cortesía IFSC



SALAS DE INTERRUPTORES

- Detección de humo (preferible detección temprana)



Foto Cortesía IFSC



Programa de Seguridad y Protección Ambiental



Programa de Seguridad y Protección Ambiental



INTERRUPTORES

- Además de la detección de humo (No térmica)
- Evaluar protección activa (gas?)
- Evaluar extinción manual



Fotos Cortesía IFSC



DIFERENCIAS PRINCIPALES

- Generador
- Caverna subterránea
- Transformador es internos



Foto Cortesía IFSC



Programa de Seguridad y Protección Ambiental





TRANSFORMADORES INTERNOS

Transformadores aislados en aceite de más de 379 litros separados con paredes de 3 hr o protegidos con aspersores y paredes de 1 hr



Foto Cortesía IFSC



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



FOSO GENERADOR/DEVANADOS

- Detección de incendios
- Aspersión o gas (CO₂)



Fotos Cortesía IFSC



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



MANEJO DE HUMOS

- Evaluar muy Seriamente en cavernas bajo tierra.
- NFPA 92A y 204
- Tal vez la producción mayor de humo son los transformadores.



Fotos Cortesía IFSC



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio



RESUMEN

- Plan Maestro
- Guías Corporativas
- Protección activa
- Sectorización
- Transformadores
- Aceite Hidráulico
- Generador y equipos auxiliares
- Fuentes energéticas (bunker, gas, carbón)



Programa de Gestión de Riesgos de Incendio





NO USE LA INTUICIÓN

- Tenga disciplina normativa
- La intuición es el peor enemigo de una buena protección contra incendios
- Más no es mejor
- Buenos equipos no hacen buenos sistemas
- Buenos sistemas requieren buenos equipos



JAIME A. MONCADA

T. +1 301 490 7803

F. +1 301 490 5607

Correo: jam@ifsc.us

www.ifsc.us

www.capitacionnfpa.com

¡Gracias!

