

CENACE

CENTRO NACIONAL DE
CONTROL DE ENERGÍA



RESILIENCIA ENERGÉTICA: GESTIÓN DE RIESGO ANTE FENÓMENOS NATURALES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO MEXICANO

Sistema Eléctrico Nacional
2016

***Principales Fenómenos Naturales que pueden
afectar el Sistema Eléctrico de México:***

Huracanes

Frentes Fríos

Incendios

Tornados

Sismos



CENACE

CENTRO NACIONAL DE
CONTROL DE ENERGÍA



Huracanes



Acciones Preventivas:

- Seguimiento de Trayectorias del Huracán
- Formalizar la declaratoria con los procesos involucrados.
- Preparativos en Instalaciones del Área de influencia.
- Definición de la Condición Preoperativa del Sistema Eléctrico (Estudios para determinar flujos de Potencia en Corredores de Transmisión para Minimizar el Impacto del disturbio)
- Condición de Generación y Existencias de Combustibles
- Preparación de la Operación y Control del Sistema Eléctrico (Despachos de Generación y Flujos de Transmisión)
- Multicontingencias previstas.
- Estrategias de restablecimiento de la red eléctrica.

Líneas en riesgo por paso de huracán Patricia

No.	KV	CLAVE LT	EXTREMOS
1	230	93930	TEPIC DOS (TED) - NUEVO VALLARTA (NVT)
2	230	93950	TEPIC DOS (TED) - VALLARTA POTENCIA (VTP)
3	230	93D20	VALLARTA POTENCIA (VTP) - NUEVO VALLARTA (NVT)
4	230	93490	MANZANILLO (MNZ) - COLOMO (COL)
5	230	93480	COLOMO (COL) - TAPEIXTLIS (TPX)
6	230	93530	COLIMA DOS (CMD) - TAPEIXTLIS (TPX)
7	230	93550	COLIMA DOS (CMD) - TAPEIXTLIS (TPX)
8	230	93540	COLIMA DOS (CMD) - CIUDAD GUZMAN (CGM)
9	400	A3530	TEPIC DOS (TED) - AGUAMILPA (AGM)
10	400	A3550	TEPIC DOS (TED) - AGUAMILPA (AGM)
11	400	A3630	TEPIC DOS (TED) - CERRO BLANCO (CBL)
12	400	A3590	TEPIC DOS (TED) - CERRO BLANCO (CBL)
13	400	A3600	TEPIC DOS (TED) - CERRO BLANCO (CBL)
14	400	A3300	TEPIC DOS (TED) - MAZATLAN DOS (MZD)
15	400	A3670	CERRO BLANCO (CBL) - CAJON (CJN)
16	400	A3K80	CERRO BLANCO (CBL) - CAJON (CJN)
17	400	A3240	MANZANILLO (MNZ) - ATEQUIZA (ATQ)
18	400	A3230	MANZANILLO (MNZ) - ACATLAN (ATN)
19	400	A3190	MANZANILLO (MNZ) - TAPEIXTLIS (TPX)
20	400	A3170	MANZANILLO (MNZ) - TAPEIXTLIS (TPX)
21	400	A3J20	TAPEIXTLIS (TPX) - MAZAMITLA (MTA)
22	400	A3N00	LA YESCA (LYE) - IXTLAHUACAN (ITC)
23	400	A3N10	LA YESCA (LYE) - IXTLAHUACAN (ITC)
24	400	A3K40	CERRO BLANCO (CBL) - TESISTAN (TSN)
25	400	A3K50	CERRO BLANCO (CBL) - TESISTAN (TSN)
26	400	A3K60	CERRO BLANCO (CBL) - TESISTAN (TSN)
27	115	RED COMPLETA	ZONA VALLARTA
28	115	RED COMPLETA	ZONA MANZANILLO
29	115	RED COMPLETA	ZONA SANTIAGO



Acciones preevento:

- *Políticas Operativas.*
- *Determinación de multicontingencias probables.*
- *Ubicar Reserva: Operativa, Rodante, Fría.*
- *Bloqueo de Recierres.*
- *Posicionar y operar Esquemas de Acción Remediales.*
- *Seccionamiento de la Red Eléctrica.*
- *Control de la calidad de la Frecuencia.*
- *Regulación del Voltaje.*
- *Control de Flujos de Potencia.*

Acciones durante el evento:

- *Evaluaciones de Seguridad Operativa en Tiempo Real.*
- *Redespachos de Generación en Tiempo Real.*
- *Procedimiento de Recuperación de Carga y de la red eléctrica.*
- *Administración de los Recursos Humanos; Personal Operativo.*
- *Reporte de Condiciones y Novedades.*



Acciones posteriores al evento:

- *Identificación del Estado de los Elementos de la Red Eléctrica.*
- *Estabilizar las variables Frecuencia, Flujos de Potencia, Voltajes.*
- *Aplicar Procedimientos y Practicas Operativas del SEP.*
- *Recuperación de Cargas Prioritarias.*
- *Recuperación de Líneas de Enlace.*
- *Recuperación de Enlaces de Comunicación.*
- *Sincronización de Islas.*
- *Reporte Final del Evento.*



CENACE

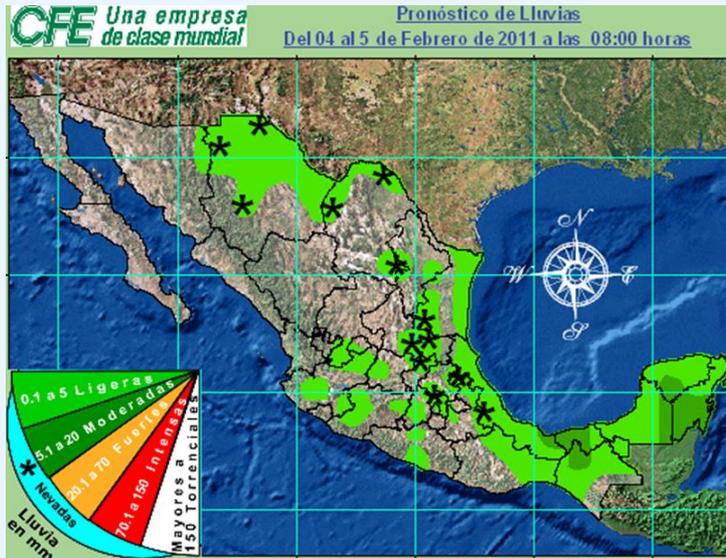
CENTRO NACIONAL DE
CONTROL DE ENERGÍA



Frentes Fríos

Acciones Preventivas:

- Seguimiento de la Trayectoria
- Preparativos en Instalaciones del Área de Influencia (Verificación de presiones de SF6 y niveles de aceite en los diferentes elementos de la Red de Transmisión).
- Definición de la Condición Preoperativa del Sistema Eléctrico



- Condición de Generación verificando
- Existencias y disponibilidad de Combustibles.
- Preparación de la Operación y Control del Sistema Eléctrico (Despachos de Generación, Límites de Transmisión, preparación de cortes rotativos de carga y ubicación de personal en instalaciones estratégicas).
- Multicontingencias previstas.
- Estrategias de restablecimiento de la red eléctrica.



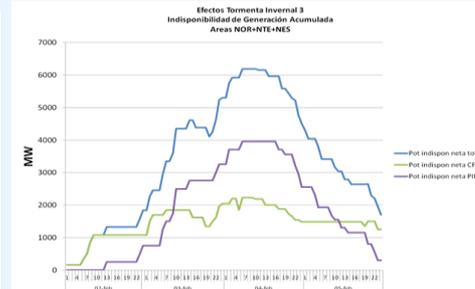
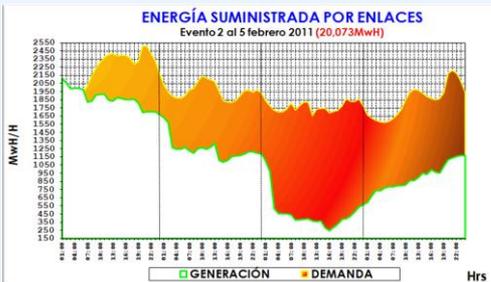
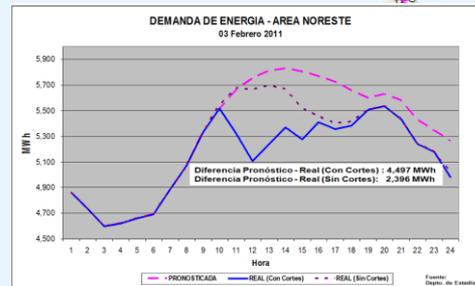
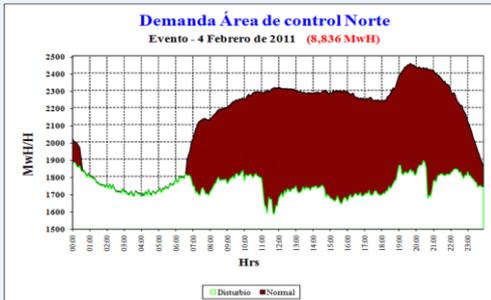
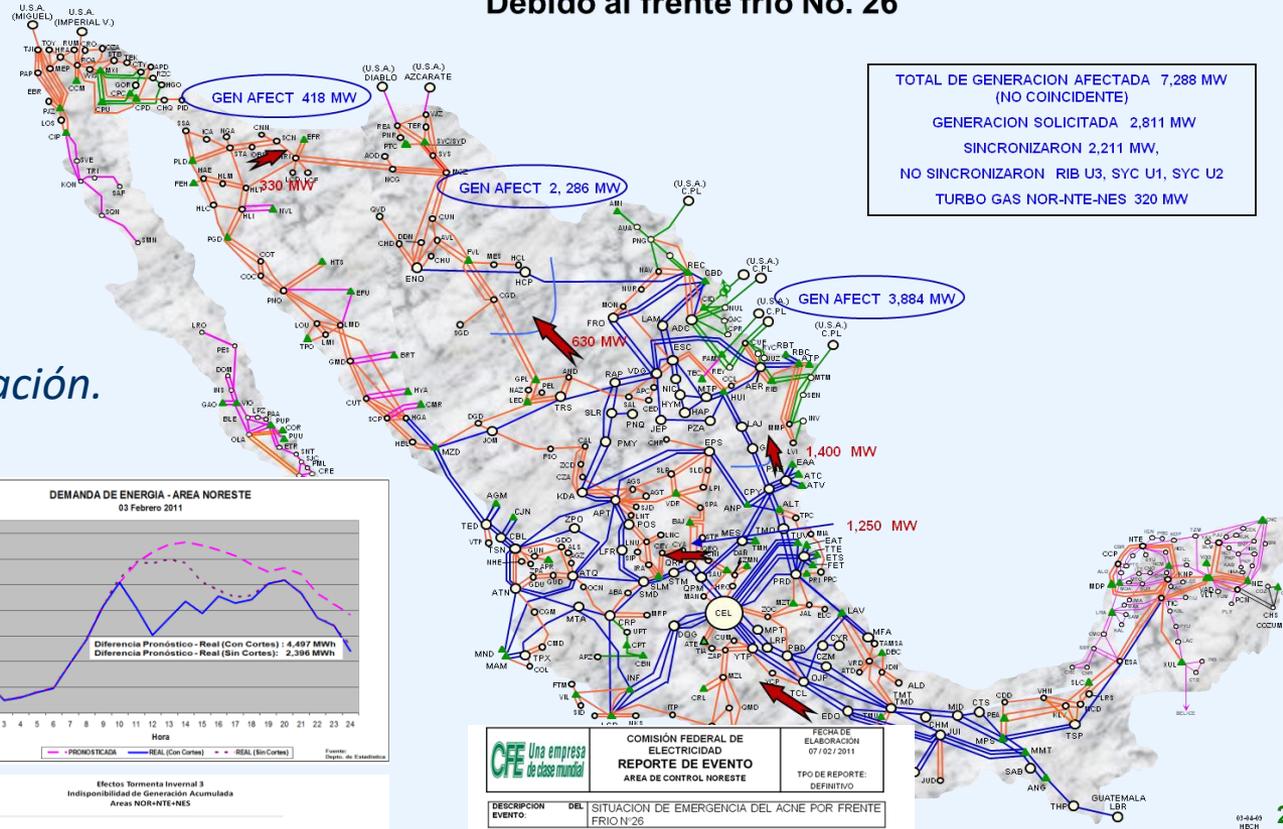
Acciones Durante el Evento:

- *Monitoreo de condiciones climatológicas y efectos sobre el Sistema Eléctrico.*
- *Control de Flujos en la Red de Transmisión en base al comportamiento de la demanda y pérdidas de generación.*
- *Realización de estudios en Tiempo Real para evaluar condiciones operativas ante posibles contingencias.*
- *Realización de Cortes Rotativos de Carga.*
- *Estrategias de restablecimiento de la red eléctrica.*

Acciones Posteriores al Evento:

- Recuperación de la Carga afectada
- Normalización de la Red de Transmisión.
- Normalización de la Generación.
- Reporte del Evento.

Situación del Sistema Interconectado Nacional Debido al frente frío No. 26



1. RESUMEN

DERIVADO DE LAS TEMPERATURAS CONGELANTES EN LA ZONA, SE PRESENTA PERDIDA DE GENERACION ESCALONADA PROVOCANDO ALTOS FLUJOS EN EL ENLACE CPY-GUE.

2. ANTECEDENTES

DIA 02 DE FEBRERO DEL 2011

07:26 HRS /22:11 HRS DISPARA CBD U3 CON 212 MW POR PROBLEMAS EN BOMBAS DE AGUA DE ALIMENTACION POR BAJA TEMPERATURA AMBIENTE 4 °C Y UNA HUMEDAD RELATIVA DE 71% .SINCRONIZA AL SISTEMA

12:09 HRS DISPARA ACL U2 CON 81 MW

12:35 HRS ABRE ACL U1 POR FUGA EN CALDERA CON 150 MW

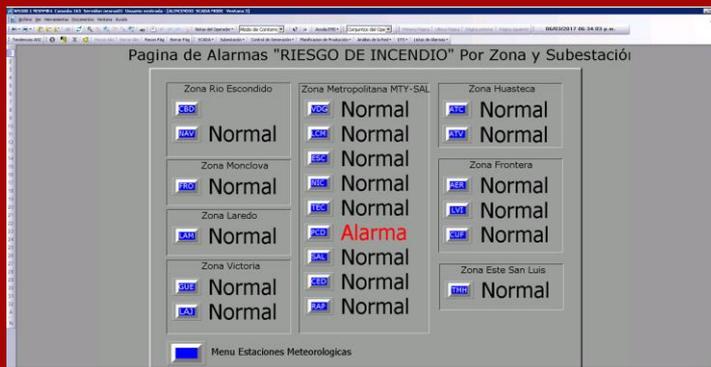
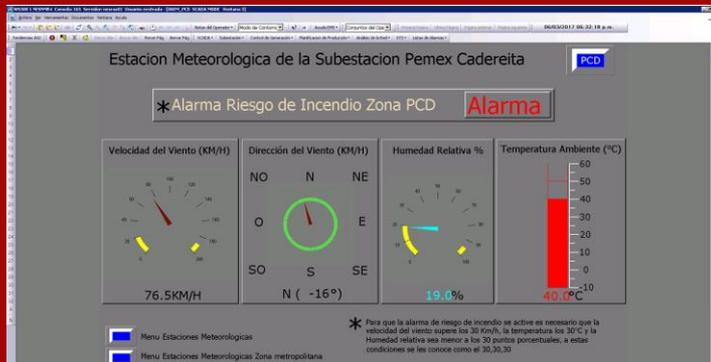
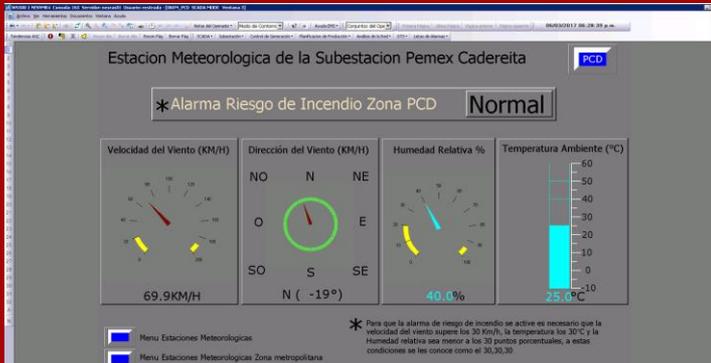
22:34 HRS SALE POR FUGA CDU U2 CON 221 MW

CENACE

CENTRO NACIONAL DE
CONTROL DE ENERGÍA



Incendios



Factores a considerar para Incendios:

- Quema de maleza o de caña.
- Factores Meteorológicos.

Supervisión:

- Personal de campo es informado o detecta quema de pastizales o caña e informa al Centro de Control para tomar las previsiones correspondientes.
- Se supervisan las variables de temperatura ambiente, velocidad del viento y Humedad Relativa

Acciones ante presencia de Incendios:

- Revisión de condiciones en la Red de Transmisión.
- Evaluación de posibles contingencias en la Red de Transmisión.
- Bloqueo del Disparo Recierre Monopolar o apertura del equipo según determine el Transportista en base a la severidad del incendio.
- Establecer estrategias operativas (ajustes en el despacho de generación o seccionamiento de red en caso de requerirse).
- Se declara el Estado Operativo de Alerta o Emergencia dependiendo del impacto sobre el Sistema Eléctrico.
- Dar seguimiento a la evolución del incendio y determinar posibles afectaciones de equipos en coordinación con personal del Transportista y Protección Civil.



Acciones al controlar el Incendio:

- El transportista en coordinación con Protección Civil determinan controlado el incendio.
- Se normaliza la condición operativa del equipo.
- Se normaliza la condición operativa del Sistema Eléctrico en caso de haber requerido ajustes en el despacho de generación o seccionamiento de red.
- Se declara el Estado Operativo Normal del Sistema Eléctrico de Potencia.
- Se realiza Reporte de la Contingencia.



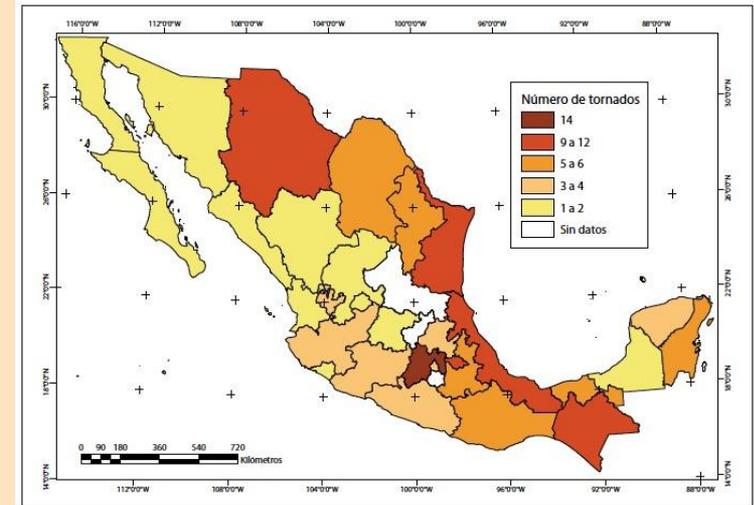
CENACE

CENTRO NACIONAL DE
CONTROL DE ENERGÍA



Tornados

- Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas (CIATTS), creada a raíz del tornado de Piedras Negras, Coahuila, ocurrido en 2007 y a iniciativa de la Coordinación General de Protección Civil y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) de la Secretaría de Gobernación (Segob).
- A la mayoría de los tornados que se presentan en México se les conoce como tornado débil o tornado no-supercelda (Aproximadamente el 90%).
- En México el mayor número de tornados se presentan en los meses de Mayo a Junio, siendo la zona centro del país la que registra un mayor número, sin embargo en la zona norte es donde se presentan de mayor intensidad.



Fuente: base de datos tornados México, CIESAS-CIATTS.

Figura 2. Número de tornados por estados 2000-2012.

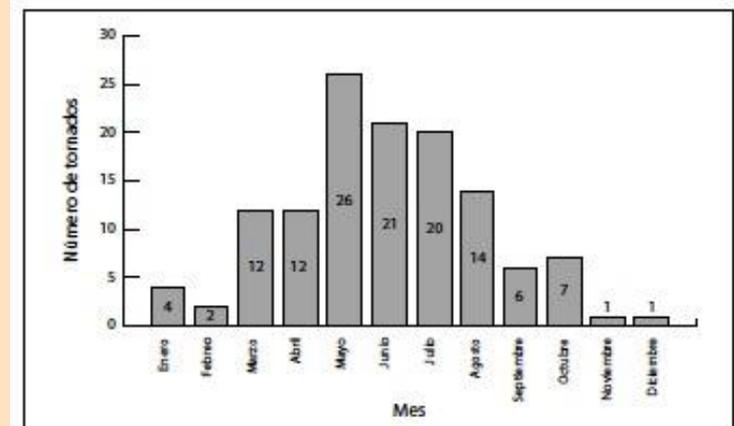


Figura 4. Número de tornados por mes.

Los Tornados son imprevisibles en su formación y magnitud, se da un seguimiento a las condiciones atmosféricas que permiten la posibilidad de la creación de estos, de acuerdo al National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) se presentan las siguientes categorías:

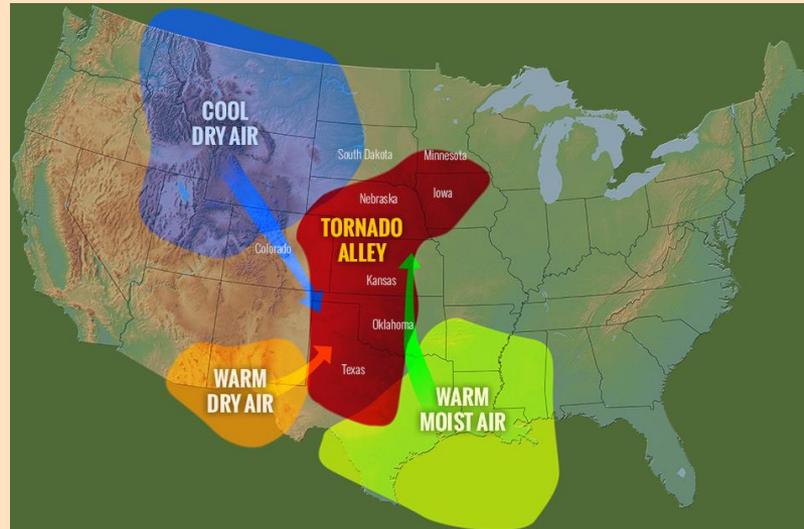


Categorías de Riesgo de Tormentas Severas

Tormentas (sin categoría)	1 - MÍNIMO (MÍN)	2 - LEVE (LEVE)	3 - ELEVADO (ELEV)	4 - MODERADO (MOD)	5 - ALTO (ALTO)
Se esperan tormentas no severas* Amenaza de rayos/inundaciones pueden existir en <u>todas</u> las tormentas	Posibles tormentas severas aisladas Limitadas en duración/cobertura/intensidad	Posibles tormentas severas aisladas De corta duración/ no tan extensas, posiblemente alguna intensa aislada	Posibles tormentas severas numerosas Más persistentes/ de amplia cobertura, pocas intensas	Probables tormentas severas de amplia cobertura Larga duración, amplia cobertura e intensas	Se esperan tormentas severas de gran cobertura Muy larga duración, gran cobertura y particularmente intensas
<ul style="list-style-type: none"> Ráfagas de viento de 40 MPH Granizo pequeño 	<ul style="list-style-type: none"> Ráfagas 40-60 MPH Granizo de hasta 1" Riesgo bajo de tornados 	<ul style="list-style-type: none"> 1-2 tornados Reportes/daños por fuerte ráfagas de vientos Granizo ~1", alg. de 2" 	<ul style="list-style-type: none"> Algunos tornados Varios reportes de daños por ráfagas Daños por granizo 1-2" 	<ul style="list-style-type: none"> Fuerte tornados Daños por ráfagas de vientos extensos Granizo destructivo 2" 	<ul style="list-style-type: none"> Brote de tornados Derechos: zona de vientos de carácter rectilíneo y de origen convectivo

Los Tornados generalmente son de corta duración (20 a 30 minutos), pudiendo tener hasta duración mayor a 2 horas, en la Zona Norte de México es donde se presentan los tornados de mayor intensidad debido al efecto del Valle de Tornados de Estados Unidos.

* El Servicio Nacional de Meteorología, NWS, define una tormenta severa como: ráfagas de vientos de por lo menos 58 MPH y/o granizo con 1 pulgada de diámetro y/o un tornado. Todas las categorías de tormentas implican rayos/descargas eléctricas y el potencial de inundaciones. Las categorías también están ligadas a la probabilidad de tiempo severa a 25 millas de su ubicación.



Ante Alertas de Tornado en el Estado de Texas se realizan las siguientes acciones:

- Revisión de condiciones en la Red de Transmisión.
- Evaluación de posibles contingencias en la Red de Transmisión.
- Establecer estrategias operativas (ajustes en el despacho de generación o seccionamiento de red en caso de requerirse) en caso de presentarse el fenómeno.
- Ante la presencia del fenómeno meteorológico se declara el Estado Operativo de Alerta o Emergencia dependiendo del impacto sobre el Sistema Eléctrico.

Acciones posteriores a un Tornado:

- Evaluación de los daños en la Red de Transmisión por parte del Transportista.
- Revisión de las condiciones operativas del Sistema Eléctrico de Potencia.
- Restablecimiento de la carga afectada en caso de presentarse.
- Establecer estrategias operativas (ajustes en el despacho de generación o seccionamiento de red en caso de requerirse).
- Dependiendo de la gravedad de los daños mantener el Estado Operativo de Alerta o Emergencia dependiendo del impacto sobre el Sistema Eléctrico.



CENACE

CENTRO NACIONAL DE
CONTROL DE ENERGÍA



Sismos

Los Sismos consecuencia del movimiento de las placas tectónicas son totalmente imprevisibles, en México se cuenta con la Red Sismológica Nacional donde se monitorea la sismicidad en las regiones de mayor potencial sísmico dentro de la República.

La Alerta Sísmica para el centro del país monitorea la actividad de las costas de Oaxaca y Guerrero.



El domingo 21 de Abril de 2013 se presentó a las 20:17 Hrs. un sismo de 6.2 grados en la escala de Richter con epicentro a 10 km al Sur de Lázaro Cárdenas, Michoacán.



Comportamiento Normal del incremento de demanda de un domingo

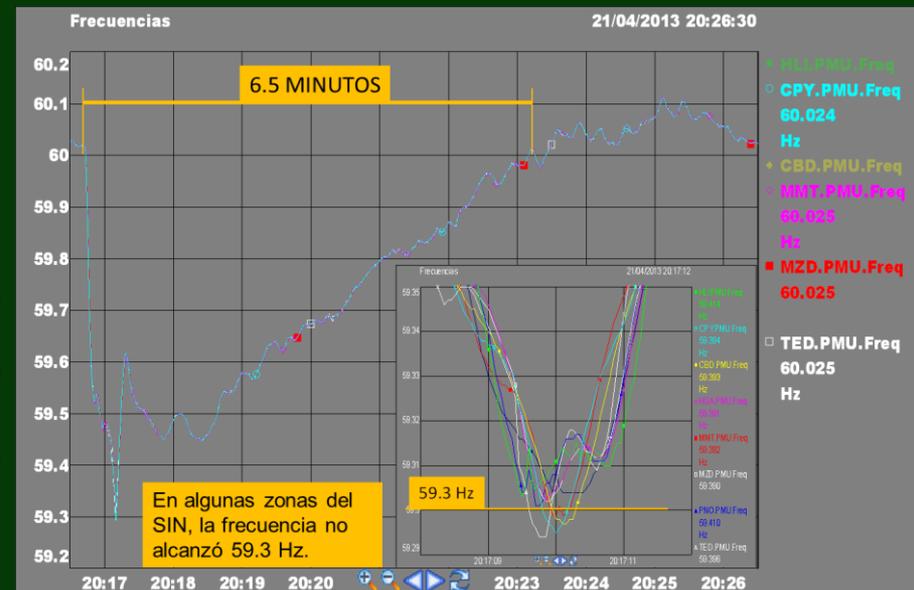


Comportamiento del incremento de demanda del 21 de Abril de 2013.



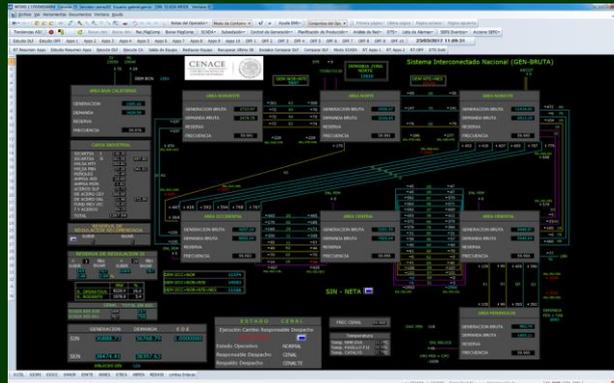
Durante el evento se perdieron 2,400 MW de generación (8% de la generación en línea), variando la frecuencia de 60 a 59.295 Hz. Por variación de frecuencia opera el esquema de protección

de sistema (81's) desconectando 945 MW de carga, adicionalmente por efectos del sismo se pierden 661 MW para un total de 1,606 MW de carga, se inicia el restablecimiento a los 12 minutos y se concluye 46 minutos después.

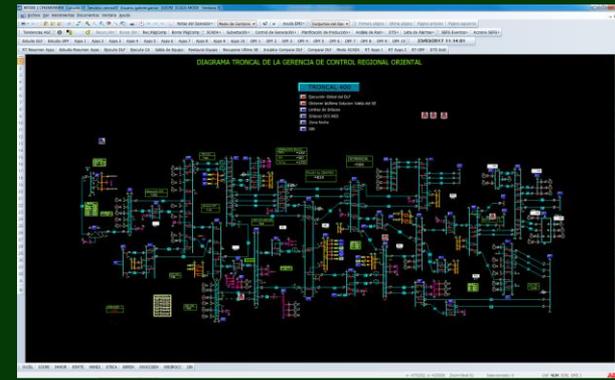
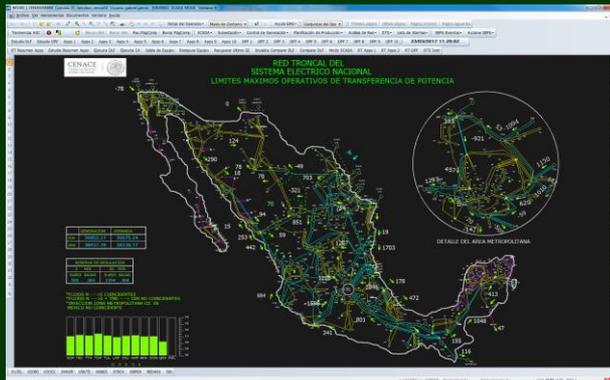


Acciones posteriores al evento:

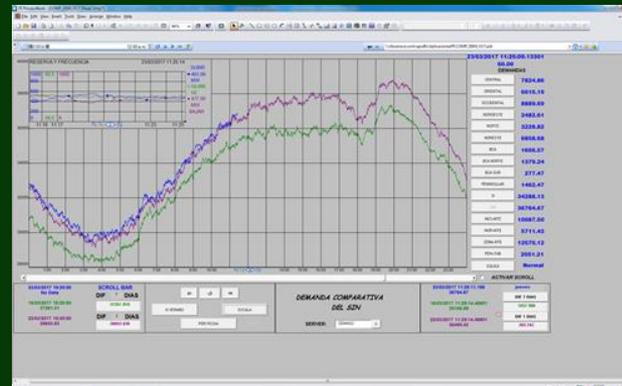
- IDENTIFICAR NIVEL DE BAJA FRECUENCIA DESPUÉS DE 1 MINUTO Y CALCULAR DÉFICIT DE GENERACIÓN = DESVIACIÓN DE FRECUENCIA EN dHz * 350. EJEMPLO EL 21 DE ABRIL. DÉFICIT DE GENERACIÓN = 5 dHz* 350 MW/dHz = 1750 MW.
- VERIFICAR SI HAY ISLAS ELÉCTRICAS. DESPLIEGO DE FRECUENCIAS COMPARATIVO.



- IDENTIFICAR ENLACES SOBRECARGADOS O PRÓXIMOS A SU LÍMITE DE TRANSMISIÓN.



- SOLICITAR EL INCREMENTO DE GENERACIÓN = AL DÉFICIT DE GENERACIÓN + MARGEN DE RESERVA EN AGC.
- IDENTIFICAR EL MONTO TOTAL DE CARGA AFECTADA APOYADO DEL GRÁFICO DE DEMANDA, SIGUIENDO EL PATRON NORMAL.



- VERIFICAR EN OPERACIÓN EL CONTROL AUTOMÁTICO DE GENERACIÓN.
- DURANTE EL RESTABLECIMIENTO DE LA FRECUENCIA A 60 HZ, SOLICITAR A LAS GERENCIAS REGIONALES EL REPORTE DE MAGNITUD DE CARGA AFECTADA Y ELEMENTOS DISPARADOS.
- RESTABLECER CARGA EN AQUELLAS ZONAS CON EXCEDENTES DE GENERACIÓN CUYOS ENLACES ESTUVIERÁN SOBRECARGADOS.
- GRADUALMENTE SOLICITAR LA SINCRONIZACIÓN DEL MONTO DE GENERACIÓN REQUERIDO PARA RESTABLECER LA CARGA CALCULADA EN EL PUNTO 5, SIN VIOLAR LÍMITES DE TRANSMISIÓN.

- INICIAR EL RESTABLECIMIENTO DE LA CARGA AFECTADA SIN VIOLAR LÍMITES DE TRANSMISIÓN Y PERMITIENDO DESVIACIONES DE FRECUENCIA DE ± 0.20 Hz (59.80 -60.20 Hz). PRIORIDADES ÁREA ORI, CEL, OCC, NES, NTE, NOR, PEN
- REALIZAR NOTA INFORMATIVA EJECUTIVA DEL EVENTO.
- REALIZAR REPORTE COMPLETO DEL EVENTO.

  Subdirección del CENACE
Coordinación del Sistema Eléctrico Nacional
Gerencia de Operación del Sistema Eléctrico Nacional
"2013, Año de la Libertad y la República"

México, D. F., 21 de Abril de 2013.

Para: **Ing. Luis C. Hernández Ayala**
Director de Operación

De: **Ing. Manuel Alanís Sierés**
Encargado de la Subdirección del CENACE

Nota Informativa No. 58/13
EFFECTOS DE SISMO DE 6.2 GRADOS SOBRE EL SISTEMA
INTERCONECTADO NACIONAL.

A las 20:17 Hrs. de hoy se presentó sismo de 6.2 grados en la escala de Richter con epicentro a 10 km al Sur de Lázaro Cárdenas, Michoacán.

Como causa del sismo salieron de servicio las unidades 1, 3, 5 y 6 de la Central Termoeléctrica Petacalco (PEO) y derrateo en la unidad 4 para un total de 1,410 MW, la unidad 4 de la Central Termoeléctrica Tula con 293 MW y las unidades 5, 6, 7 y 8 del Ciclo Combinado de Manzanillo con 697 MW. Para un total de pérdida de generación de 2,400 MW.

La frecuencia del Sistema Interconectado Nacional se abatió hasta 59.3 HZ, por lo que se afectaron 1,552 MW de carga por la operación del primer paso del esquema de corte de carga por baja frecuencia (81's) y por efectos del sismo, recuperando la frecuencia a 60 Hz en un lapso de 8 minutos.

Por operación del Esquema Automático de Separación de Sistemas Eléctricos se abre la interconexión con Guatemala, a la hora de emisión de la Nota 21-45 hs se continúa desenzalado hasta normalizar condiciones en el Sistema Eléctrico Nacional.

La recuperación de la carga inicio a las 20:29 Hrs y termino a las 20:50 Hrs.

CC: **Ing. Manuel Mendoza Fuentes**- Subdirector de Operación.
Ing. Noé Peña Silva- Subdirector de Transmisión y Transformación.
Ing. Guillermo Nevarez Elizondo- Subdirección de Distribución (EP).

Calle Don Miguel Alemán No. 12, Colonia: Olivos de las Palmas, CP. 01780, México D.F.

  **COMPROMISO: GDDO71-04** 

**ESTADO DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS –
PREVENTIVAS DEL IMPACTO POR SISMO DEL
21 DE ABRIL DE 2013.**

30 de Mayo de 2013

DIRECCIÓN DE OPERACIÓN

CENACE

CENTRO NACIONAL DE
CONTROL DE ENERGÍA



Simulador de Capacitación

El Simulador es una de las herramientas más valiosas para la capacitación ya que nos permite evaluar al personal de manera integral y poder detectar sus áreas de oportunidad para trabajar en ellas.

- *Manejo de Desplegados para la supervisión.*
- *Manejo de Aplicaciones y Herramientas en Tiempo Real.*
- *Conocimiento de la Red Eléctrica.*
- *Conocimiento del parque de Generación.*
- *Sensibilización de las condiciones Operativas del Sistema Eléctrico de Potencia.*
- *Comunicación asertiva y efectiva a todos los niveles.*
- *Manejo de estrés .*

CENACE

CENTRO NACIONAL DE
CONTROL DE ENERGÍA



¡Gracias por su atención!