

<h1>GI-P</h1>	<b>PROTOCOLO INTERINSTITUCIONAL DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN</b>	RED CIENTÍFICO TECNOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES RES. MINCYT Nº 138/2016
	<b>PROBABILIDAD DE PERTURBACIONES GRAVES<sup>1</sup> EN EL ABASTECIMIENTO ELÉCTRICO POR AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL</b>	Destinatarios Principales: -CAMMESA -Secretaría de Protección Civil y Abordaje Integral de Emergencias y Catástrofes
		Destinatario Secundario: ENRE
		Fecha de aprobación: Noviembre de 2016

## Contenido

Propósito .....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Organismos intervinientes:.....	3
Definición de la amenaza.....	4
Caracterización de la amenaza.....	4
Impacto de amenazas de origen natural en el sistema de abastecimiento eléctrico.....	4
1- Amenazas Geológicas.....	4
2- Amenazas Meteorológicas e Hidrometeorológicas .....	7
3-Amenaza de Incendio .....	9
4- Fenómenos Cósmicos y Solares .....	9
5- Amenazas Biológicas .....	9
6- Amenazas Concatenadas.....	9
Ámbito Geográfico .....	9
PROCEDIMIENTOS .....	9
PROCEDIMIENTO 1 (PERMANENTE): .....	10
PROCEDIMIENTO 2 .....	13

<sup>1\*</sup>Se entiende por grave que tiene o puede tener peligro o consecuencias perjudiciales. Se define como una falla grave aquella que se extiende en el tiempo o cuya magnitud es elevada.

Sismos.....	13
Actividad y Emisiones Volcánicas .....	14
Movimientos en Masa .....	16
Amenazas Meteorológicas e Hidrometeorológicas .....	17
Nevadas .....	19
Incendios Forestales, Rurales y de Interfase .....	19
Amenazas de Origen Biológico.....	19
ANEXO I : Referencia de Siglas .....	24
ANEXO II: Datos Históricos Relevantes.....	26
ANEXO III: Meteorología Espacial .....	31
ANEXO IV: Procedimiento Interno de CAMMESA .....	35
ANEXO V: Formatos Interoperables .....	40
Anexo VI: Amenaza sísmica .....	42
ANEXO VII: Niveles de Alerta Volcánica.....	44
ANEXO VIII: Recomendaciones .....	44
ANEXO IX: Amenazas que generaron perturbaciones en el SADI (2015-2016).....	45

**Propósito**

Articular el acceso y comunicación de los datos e información generada por los organismos intervinientes, articular las capacidades científicas y tecnológicas de los organismos y promover la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar la comunicación en caso de posibilidad de perturbaciones graves\* en el abastecimiento eléctrico por amenazas de origen natural y con el fin de reducir el riesgo sobre las personas, sus bienes, las líneas de transmisión de energía eléctrica, los transformadores, generadores y el servicio eléctrico.

**Objetivo general**

Establecer los mecanismos para gestionar el circuito de comunicación, poniendo a disposición de los organismos destinatarios en forma oportuna y en condiciones adecuadas, la información necesaria que facilite la gestión en caso de probabilidad de eventos que produzcan graves perturbaciones del Sistema Argentino de Interconexión (SADI). Identificar las diferentes causas que puedan dar origen a dichas perturbaciones provocadas por fenómenos de la naturaleza.

**Objetivos Específicos**

-Poner a disposición del destinatario principal y secundario la información obtenida de los diversos organismos intervinientes en caso de riesgo de emergencias graves en el SADI.

-Elaborar un listado con las diferentes causas probables que podrían provocar perturbaciones graves en el abastecimiento de energía eléctrica en Argentina.

-Predecir y monitorear las diferentes causas probables de perturbaciones graves en el abastecimiento de energía eléctrica en el territorio argentino por efecto de fenómenos naturales.

-Activar el Despacho de Seguridad cuando corresponda de acuerdo a la Resolución de la ex Secretaria de Energía N° 10/02 con el objeto de privilegiar la seguridad del abastecimiento en la o las regiones que podrían ser afectadas.

**Organismos intervinientes<sup>2</sup>:**

SPCAIEC, SMN, APN, SNMF, INPRES, ORSEP, SEGEMAR, IGN, SPE-SSEEP, CITEDEF, CONAE, MSAL, MINEDUC, INDEC, DNV, CONICET-CIGEOBIO, CAMMESA, IAA, SSRRHH, INA, SHN, AIC, INTA, PGICH-UNSJ, SPCAIEC- DNAR, ENRE, SEE-SSETTDEE

---

<sup>2</sup> Ver Anexo I "Referencia de siglas"

### **Definición de la amenaza**

Perturbaciones en el SADI o en áreas de distribución de energía eléctrica, provocando cortes masivos en el abastecimiento de energía eléctrica, poniendo en riesgo la seguridad de las personas y/o de los equipos y/o del abastecimiento de energía eléctrica a los usuarios de una región o varias regiones en forma prolongada (por más de dos horas) como consecuencia del impacto de fenómenos de origen natural.

### **Caracterización de la amenaza**

Evento adverso originado por una amenaza natural que afecte total o parcialmente una o más instalaciones o redes de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Se identifican cinco tipos principales de amenazas: Geológicas, Meteorológicas e Hidrometeorológicas, Incendios, Cósmicas o Solares y Biológicas.

### **Impacto de amenazas de origen natural en el sistema de abastecimiento eléctrico<sup>3</sup>**

#### **1- Amenazas Geológicas**

Actividad Volcánica: Proceso geodinámico que genera productos efusivos que pueden perturbar los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, de acuerdo con los mecanismos que se citan a continuación:

- Composición química de la ceniza provocada por la erupción volcánica, unida con la humedad, puede afectar las instalaciones eléctricas.
- Acumulación de cenizas en cursos y cuerpos de agua destinados a la generación hidroeléctrica puede afectar el normal funcionamiento de las turbinas hidráulicas para generación eléctrica.
- La presencia prolongada de cenizas en suspensión puede afectar la generación fotovoltaica en parques solares.
  - Flujos de lava
  - Flujos piroclásticos
  - Flujos de lodo (lahares)
  - Caída de ceniza
  - Emanaciones de gases

Sismos: Liberación súbita de energía sísmica acumulada en un lugar determinado y específico del subsuelo.

En plantas generadoras, los sismos pueden provocar:

---

<sup>3</sup> Ver anexos II y IX

- Problemas de alineación del eje de turbinas de generación eléctrica sacándolas de servicio.
- Afectación de las bases de las calderas o generadores de vapor de plantas térmicas.
- Roturas de tuberías y bombas de refrigeración debido a desplazamientos.
- Los sistemas de enfriamiento de agua pueden sufrir daños en las aspas y en los motores de sus ventiladores, por choque de éstas con las paredes.
- Daños en las salas de control de las plantas generadoras.
- Daños en los sistemas de UPS o de bancos de baterías para el arranque de las turbinas por no ser sismo- resistentes.
- Afectación o destrucción de tanques de almacenamiento de agua y/o combustible.
- Roturas de diferente magnitud incluso el colapso total de la presa y deslizamientos de taludes y de rocas en el embalse.
- Afectación del funcionamiento de los generadores de energía eléctrica de emergencia diésel.

En redes de transmisión y distribución de energía los sismos pueden provocar:

- Caída de torres de transmisión de energía eléctrica y/o desenganche o caída de transformadores afectando el servicio.
- Entrecruzamiento de cables produciendo cortocircuitos y caída de los fusibles; fundición de cables previa activación de los fusibles.
- Daños indirectos producidos por colapso de edificios o viviendas, que pueden arrastrar cables y postes.
- Afectación de líneas eléctricas enterradas en zonas de fallas geológicas, de taludes inestables o zonas con elevado potencial de licuefacción de suelos.
- Rotura de conductos o tubos por rigidez ante desplazamientos sísmicos, permitiendo a los cables movimientos con respecto al suelo.
- Cenizas que pueden provocar la disminución de la rigidez dieléctrica del aire y los aisladores, aumentar el peso de los conductores y de las estructuras.

En estaciones transformadoras:

- Afectación o destrucción parcial o total de la infraestructura.

-Falla de aisladores cerámicos.

-Presiones dirigidas en el aceite de refrigeración, accionando los relays de seguridad interrumpiendo su servicio, aun sin que se haya producido daño.

-Rotura de los cables de conexión por desplazamiento de los transformadores

En poliductos y gasoductos:

- Rupturas de poliductos y gasoductos de alimentación a la central termoeléctrica.

En presas:

-Afectación del muro o dique de contención.

-Deslizamientos de laderas que pueden generar fallas por sobrepaso.

-Daños por licuefacción de suelos y aumento en la presión de poros.

-Fallas en los elementos electromecánicos de la presa.

-Daños en la casa de máquinas por colapso estructural.

#### Procesos Terrestres Externos (Exógenos)

Movimientos en masa<sup>4</sup>: Movimientos de una masa de roca, de detritos, de tierras, de biomasa o de diques de cola con potencialidad de generar daños. Se producen en zonas de fuertes pendientes, donde puede sucederse una alta intensidad de precipitación, bajo grado de resistencia geomecánica de rocas y suelos, influencia de fallas geológicas, niveles freáticos superficiales altos, acción antrópica (principalmente deforestación y obras civiles sin normas de prevención).

- Caída. Caída de rocas (detritos o suelo).
- Vuelco/Volcamiento. Vuelco de roca (bloque) o vuelco flexural de roca o del macizo rocoso.
- Deslizamiento de roca o suelo. Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña y deslizamiento rotacional.
- Flujos. Pueden ser: flujo de lodo, flujo de tierra, flujo de turba, avalancha de detritos, avalancha de rocas, deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada).
- Expansión lateral. Expansión lateral lenta y expansión lateral rápida (por licuefacción).

---

<sup>4</sup> A los efectos de este Protocolo tomaremos la clasificación aportada por GEMMA (Grupo de Estándares de Movimientos en Masa de los Andes). A modo de síntesis se presenta un cuadro descriptivo pero se recomienda consultar la publicación "Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas". Publicación Geológica Multinacional N° 4 (2007) ISSN 0717-3733 que el SEGEMAR entregó a SPCAIEC

- Reptación. Reptación de suelos, solifluxión, gelifluxión (en permafrost).
- Suelos expansivos.
- Inundaciones.
- Aluviones.

Sobre líneas eléctricas y generadores hidro y termoeléctricos pueden provocar:

-Colapso de postes y torres de alta tensión debido a socavamiento de bases.

-Colapso de central eléctrica (playa de transformadores, casa de máquinas, líneas de conexión de la central) debido a socavamiento de bases y arrastre de infraestructura en fluido mezcla de alta densidad y por el efecto del ingreso de grandes volúmenes de material sólido en suspensión.

-Ingreso de material grueso en suspensión (piedras) al interior del rodete de turbinas o inyectores de turbinas causando la rotura de álabes y rotores.

-Los aludes (de barro o nieve o mezcla) pueden cubrir una casa de máquinas eléctricas completamente, inutilizándola.

-Colapso de tuberías forzadas de aporte de caudales a las centrales hidroeléctricas y de tuberías de gas de alimentación de centrales termoeléctricas.

## **2- Amenazas Meteorológicas e Hidrometeorológicas**

Fenómeno Hidrometeorológico: proceso natural de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico (u combinado) que pueden causar daños en la infraestructura eléctrica (generación, transporte y/o distribución).

Tormentas severas con fuertes vientos y gran cantidad de agua: pueden producir grandes inundaciones y/o comprometer el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos.

Tormentas eléctricas con descargas atmosféricas: aumentan la posibilidad de recierre no exitoso y posterior desenganche de las líneas de transmisión de extra-alta y alta tensión.

Vientos intensos, tornados, turbonadas -cuyas sollicitaciones resultantes excedan las previstas en las hipótesis de diseño de la instalación afectada- pueden afectar la transmisión de energía por los corredores de extra alta tensión, tales como Comahue – GBA/Cuyo y otros.

Granizo: el impacto sobre los equipos de transmisión eléctrica es capaz de provocar fallas en los mismos.

Nieve: su acumulación en exceso sobre los conductores y las estructuras puede aumentar significativamente el peso y producir el colapso de las mismas.

Lluvia sobreenfriada: las gotas de agua sobreenfriada (agua con temperaturas inferiores a los 0°C) al impactar sobre los conductores y otras estructuras generan hielo. Esto puede provocar un aumento de su peso y producir su colapso. También puede formar estalactitas que cortocircuiten los conductores provocando una falla bifásica o trifásica.

Niebla con agua sobreenfriada más viento moderado a intenso: ídem al impacto anterior.

Tormentas de arena: el material particulado transportado por vientos de gran intensidad (por ejemplo el viento Zonda) puede producir el deterioro de todos los equipos e instalaciones de la central y descargas eléctricas por pérdida de aislamiento en las S.E. y L.T.

Heladas: el hielo sobre los conductores generan el aumento significativo del peso de los mismos, pudiendo formar estalactitas que cortocircuiten los conductores provocando una falla bifásica o trifásica.

Inundaciones y desbordamientos fluviales: imposibilitan el correcto abastecimiento de energía eléctrica a diferentes regiones del país (ver superposición con primer ejemplo).

Depósitos de sal por niebla marina o vientos: sobre las estructuras, conductores, aisladores y demás equipos eléctricos produce corrosión, aumentando la probabilidad de su falla.

Temperaturas extremas: las olas de calor y de frío pueden generar una demanda de potencia instantánea que supere la disponibilidad de generación o sobrecargue partes del sistema de interconexión provocando la salida de servicio de transformadores.

Rotura de glaciares o diques de hielo: puede generar ondas de crecida en cursos y cuerpos de agua que superen recurrencias naturales afectando la infraestructura hídrica aguas abajo.

Marejadas, oleajes, vientos huracanados, sudestadas en el Río de la Plata: puede producir rotura de tanques y tuberías por corrosión provocada por brisa marina.

Sequías y déficit hídrico: provocan la falta de disponibilidad de agua para generación y el posible vaciamiento de presas en efecto dominó y afectar la generación hidroeléctrica de una región o varias regiones simultáneamente (por ejemplo, el vaciamiento del embalse Chocón en 2007, hizo efecto dominó sobre sistema hidroeléctrico de la región de cuyo).

Inundación: acumulación de agua causada por excedentes hídricos originados por lluvia, viento o deshielos. Las inundaciones pueden ser causadas por el desborde de cursos de agua o por la acumulación superficial de precipitaciones. Imposibilitan el correcto abastecimiento de energía eléctrica a diferentes regiones del país.



### **3-Amenaza de Incendio**

Incendio forestal, rural o de interfase: regímenes de fuego, causados por factores naturales o antropogénicas que en condiciones ambientales determinadas, queman vegetación viva o muerta, propagándose en bosques nativos e implantados, áreas naturales protegidas, zonas agrícolas, praderas, pastizales, matorrales y humedales y en áreas donde las estructuras edilicias se entremezclan con la vegetación fuera del ambiente estrictamente urbano o estructural.

Incendios forestales, rurales y de interfase: pueden provocar el desenganche de líneas de extra-alta y alta tensión.

Humo: bajo las líneas de extra alta y alta tensión provoca la ionización del aire y la consecuente disminución de la rigidez dieléctrica.

Cenizas: pueden provocar la disminución de la rigidez dieléctrica del aire y los aisladores, aumentar el peso de los conductores y de las estructuras.

### **4- Fenómenos Cósmicos y Solares**

Los eventos severos de meteorología del espacio que pueden generar perturbaciones en la infraestructura de generación y transporte eléctrico (ver anexo III).

### **5- Amenazas Biológicas**

Los procesos Biológicos de origen orgánico o provocados por vectores biológicos, que pueden causar muerte o lesiones, daños materiales, disfunciones sociales y económicas o degradación ambiental. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- Depósitos de biomasa.
- Colonización de moluscos en las tuberías de entrada de agua de enfriamiento en generadoras.

### **6- Amenazas Concatenadas**

Son aquellas amenazas dependientes de la materialización de amenazas anteriores.

### **Ámbito Geográfico**

Todo el territorio argentino.

## **PROCEDIMIENTOS**

*Los pasos a seguir consignados en este protocolo no incluyen, ni reemplazan, ni interfieren las acciones internas que competen a cada organismo.*

A continuación se presentan dos tipos de procedimientos. El primero es permanente, a partir de la aprobación del Protocolo. El segundo es temporario, entra en vigencia a partir de la posibilidad de ocurrencia de una amenaza de origen natural y termina

cuando culmine la cadena de transmisión de la información y se restablezca el suministro eléctrico.<sup>5</sup>

### PROCEDIMIENTO 1 (PERMANENTE):

Actualización permanente de la información y cumplimiento de actividades que se detallan a continuación. Toda la información deberá estar disponible para los organismos intervinientes en formatos interoperables definidos en el anexo V

#### SPCAIEC

- Envío del informe diario de estado de amenazas a los organismos intervinientes.

#### SMN

- **Pronóstico climático trimestral:** Se presenta un breve análisis de la situación climática actual y el pronóstico trimestral con la probabilidad de ocurrencia de precipitación y temperatura en Argentina inferior a lo normal, normal o superior a lo normal. Se realiza con una frecuencia mensual y se actualiza a fin de cada mes.  
Link: <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=clima&id=3>
- **Comportamiento de la temperatura:** Se presenta la cantidad de días para cada año con temperaturas medias diarias inferiores o iguales a 10°C (entre mayo y septiembre) y mayores o iguales a 26°C (entre diciembre y marzo). Disponible solo para algunas estaciones meteorológicas de Argentina.  
Link: <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=energia&id=2> (período frío) y <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=energia&id=3> (período cálido)
- **Vigilancia climática:** Se presentan mapas de temperatura (media, máxima, mínima, absoluta, frecuencia de días con temperatura extrema, frecuencia de días por umbral de temperatura, grados día), precipitación (acumulada, anomalía, frecuencia, anomalía de frecuencia) y heliofanía para Argentina. Se realizan con una frecuencia decadal y mensual. Actualiza el primer día hábil de la década.  
Link: <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=vigilancia&id=14>
- **Índice de precipitación estandarizado (IPE):** Se muestran los mapas de IPE para escalas temporales de 1, 3, 6, 12, 18 y 24 meses. Se realizan con una frecuencia mensual y se actualiza dentro de la primera semana del mes.  
Link: <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/index.php?mod=vigilancia&id=4>

---

<sup>5</sup> Ver Anexo IV

## **MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE**

### **APN**

- Límites de las áreas protegidas.
- Límites de categorías de manejo.
- Mapas de vegetación o cobertura del suelo (para algunos parques).
- Polígonos de áreas quemadas (para algunas áreas).
- Rutas, caminos y senderos de los parques.

<http://mapas.parquesnacionales.gov.ar/>

Informe de focos de calor históricos en APN:

[http://www.sib.gov.ar/archivos/INFORME\\_INCENDIOS\\_2003-2014\\_APN.pdf](http://www.sib.gov.ar/archivos/INFORME_INCENDIOS_2003-2014_APN.pdf)

[http://www.sib.gov.ar/archivos/informe\\_final\\_argentina.pdf](http://www.sib.gov.ar/archivos/informe_final_argentina.pdf)

### **SNMF**

- Informe Nacional de Peligro de Incendios de Vegetación:

<http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/informe-nacional-de-peligro-de-incendios-de-vegetacion.pdf>

### **INPRES**

- Mapa de sismos históricos.  
<http://contenidos.inpres.gov.ar/sismologia/linkppal>
- Mapas de sismicidad  
<http://contenidos.inpres.gov.ar/sismologia/sismicidad#sismicidad>
- Mapa de zonificación sísmica:  
[http://contenidos.inpres.gov.ar/accelerografos/Reglamentos#Zonificación\\_Sísmica](http://contenidos.inpres.gov.ar/accelerografos/Reglamentos#Zonificación_Sísmica)

### **ORSEP:**

- Listado de presas del país a considerar e información técnica de cada una.
- Mapa geográfico con las grandes presas del país.  
<http://www.orsep.gob.ar/presas.php>  
<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1E1CMi5fEZqytmJLDsjFD5Y2qRAq>

### **SEGEMAR**

- Cartas de peligrosidad geológica.

## **IGN**

- Cartografía de base interoperable (camino, localidades, topografía, hidrografía, límites, líneas de FFCC)

## **MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA:**

### **Secretaría de Planeamiento Energético - Subsecretaría de Escenarios y Evaluación de Proyectos**

- Información georeferenciada de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.
  - Visor SIG: <https://sig.se.gob.ar/visor/visorsig.php>
  - Datos Abiertos: <http://datos.minem.gob.ar/>

## **CITEDEF:**

- Herramienta (GeoRayos) para la elaboración de mapas de frecuencia de descargas eléctricas atmosféricas.

## **CONAE:**

- Imágenes satelitales de baja, mediana y alta resolución de archivo y actuales, pares estéreo (resolución media) para generación de DEMs.

## **MSAL**

- Localización de centros de salud públicos y privados.

## **MINEDUC**

- Ubicación de los establecimientos educativos de la base de datos del Programa Mapa Educativo Nacional.

## **INDEC**

- Información demográfica desagregada a radio censal que se detalla: población, franjas etarias (0 - 14 años; 15 - 64 años; 65 años y más), servicios públicos esenciales y calidad de viviendas (según indicadores tipo INMAT, INCALCONS o equivalentes) Otros indicadores como: desocupación, NBI, inactividad, acceso a agua potable, hacinamiento crítico y analfabetismo, todo ello referenciado geográficamente.

## **DNV**

- Información sobre el estado de las rutas nacionales  
<http://www.vialidad.gov.ar/dnv-estado-de-rutas>

## CONICET-CIGEOBIO

- Información de otras estaciones sismológicas y geodésicas que no integran la red de INPRES.
- Caracterización de corteza y manto terrestre en zonas de sismicidad.

## PROCEDIMIENTO 2

### **Pasos a seguir en caso de posibilidad de ocurrencia en el corto plazo (días/hs) de eventos de origen geológico, meteorológico/ hidrometeorológico, incendios y amenazas biológicas.**

*Aclaración: En el momento de disparar cualquiera de las alarmas para que CAMMESA inicie su procedimiento de emergencia y actúe sobre el SADI, el ENRE deberá ser puesto en conocimiento.*

### **Sismos<sup>6</sup>**

Como no es posible detectar con anterioridad un sismo, esta parte del procedimiento se activará cuando el INPRES detecte un movimiento sísmico en alguna de sus estaciones.

1- El INPRES registra un sismo cuyos parámetros están dentro de lo definido como amenaza (ver anexo VI) y lo comunica inmediatamente a la SPCAIEC y a CAMMESA (ver anexo VII).

2- En simultáneo, el INPRES toma contacto con las autoridades provinciales y municipales y/o de organizaciones de emergencia de alguno de los centros urbanos más cercano al epicentro para confirmar la existencia o no de daño en la región.

3- Dentro de la hora de ocurrido el evento, el INPRES informa de los efectos del sismo a la SPCAIEC y a CAMMESA.

4- La SPCAIEC informa la situación al SNPC y a todos los demás organismos involucrados en la respuesta a eventos adversos.

5- CAMMESA informa la situación a SEE-SSETTDEE y a COT, EBY, CTM, SACME y UTE.

6- En simultáneo, el INPRES se contacta con CONICET-CIGEOBIO y con IGN, para solicitar mediciones complementarias de deformación de corteza a fin de caracterizar la zona de ruptura sísmica. Se contacta además con CONAE para solicitar imágenes satelitales adicionales y focos de calor. En caso de sismos en el extremo sur del territorio argentino, toma contacto con el IAA y solicita mediciones complementarias de sismicidad.

6- La SPCAIEC solicita del INDEC la información demográfica de los centros urbanos que se encuentren dentro de un radio de 100-200 km alrededor del epicentro. Esta información deberá contar con: población, servicios públicos esenciales y número y calidad de las viviendas.

---

<sup>6</sup> Adaptado del GI-P "Sismos".

7- El INPRES solicita a la DNV el estado de los caminos de acceso a la región del epicentro, puentes y obras de arte (medios físicos).

8- El INPRES confeccionará un mapa de intensidades sísmicas, y lo remitirá a la SPCAIEC y a CAMMESA.

### **Actividad y Emisiones Volcánicas<sup>7</sup>**

Pasos a seguir en caso de alerta. Existen cuatro niveles de alerta, verde, amarillo, naranja y rojo. Como el nivel verde representa un comportamiento estable del volcán, donde no hay riesgo para la población o infraestructura, se comienza directamente desde el nivel amarillo (ver anexo VI)

### **Alerta amarilla**

A1) Ante el cambio de alerta la SPCAIEC, el SMN y el VONA reciben el informe de parte del SEGEMAR. El SEGEMAR reenvía el informe a CAMMESA.

A2) El SEGEMAR proveerá los datos (nombre volcán; lat/lon; altura; posible distribución de granulometría; posible altura de la columna eruptiva; posible característica temporal de la erupción; duración; extensión de los pronósticos) que precisará el SMN/DPA para ejecutar los pronósticos de dispersión a través del VONA.

A3) En simultáneo, el SEGEMAR solicitará a la SACT la convocatoria de los especialistas del Comité Científico Asesor<sup>8</sup>.

A4) A partir del alerta comunicado en el punto A1, el SMN comenzará a realizar en forma semanal, con la situación meteorológica del día, simulaciones con el modelo de dispersión de cenizas adecuado. Esta información facilitará la determinación de las zonas potencialmente afectadas por el tipo e intensidad de la erupción que se considere más probable para el volcán en cuestión. Se evaluarán la extensión y espesores de los depósitos más probables así como la extensión y espesor de la nube de ceniza y la concentración de ceniza en la atmósfera.

Si el nivel asciende a **ALERTA NARANJA**:

N1) La SPCAIEC y el SMN reciben el informe de SEGEMAR emitido ante cambio de nivel de alerta. El SEGEMAR enviará los RAV y REAV recibidos del SERNAGEOMIN a SPCAIEC, CAMMESA y al Comité Científico Asesor (una vez reunido) y los VONA al SMN. La frecuencia de emisión del informe será diaria. El SEGEMAR elaborará una interpretación de los informes remitidos por la Red de

---

<sup>7</sup> Adaptado del GI-P Ceniza Volcánica

<sup>8</sup> Ver GI-P Ceniza Volcánica.

Alerta Volcánica (OVDAS) para facilitar la toma de decisiones por parte de la SPCAIEC y CAMMESA.

N2) A partir del alerta comunicado, el SMN comenzará a realizar en forma continua, con la situación meteorológica del día, el modelo de dispersión de cenizas adecuado. La información obtenida de esta forma servirá para construir la posible zona afectada por la erupción: depósitos de ceniza, dirección y sentido de la dispersión de la nube de ceniza, series temporales de concentración/acumulación de ceniza en puntos seleccionados dentro del dominio.

N3) El SMN le avisará a CAMMESA y a la SPCAIEC y publicará la posible zona afectada por caída de ceniza.

N4) La SPCAIEC realizará la revisión periódica de los zonas afectadas por caída de ceniza, que den origen a la respuesta e informa el estado de alerta a CAMMESA.

Si el nivel asciende a **ALERTA ROJA**:

R1) El SEGEMAR emitirá la modificación del estado de alerta en base al sistema de avisos utilizado por la Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV) perteneciente al SERNAGEOMIN. En el caso que el Centro de Pronósticos de Cenizas Volcánicas o en inglés "Volcanic Ash Advisory Center" (VAAC), que opera en el SMN en Buenos Aires, detecte la erupción, el SMN comunicará la novedad al SEGEMAR.

Los receptores de dicho informe son la SPCAIEC, el Comité Científico Asesor, CAMMESA y organismos regionales de toma de muestras y análisis. Además emite los VONA al SMN y al VAAC Buenos Aires. La frecuencia de emisión del informe será 1 a 2 veces por día.

R2) El SMN continuará ejecutando en forma operativa, con la situación meteorológica del día, el modelo de dispersión de ceniza. Esta información estará a disposición del SEGEMAR y CAMMESA en forma interoperable.

Ante la **ERUPCIÓN**:

R1) El SMN, a través de la VAAC BUENOS AIRES, realizará el monitoreo de la nube de ceniza mediante los medios que tenga disponible en tiempo real (sensores remotos, cámaras web, lidar, observaciones y otros) y elaborará los pronósticos diarios cuyos productos son publicados en <http://www.smn.gov.ar/vaac/buenosaires/productos.php> Por otro lado, el SMN procederá a correr en forma diaria el modelo de dispersión de ceniza. Esta información estará interoperable para que el SEGEMAR genere los correspondientes mapas de afectación. Para poder realizar el monitoreo y mejor pronóstico posible, el SMN, recibirá en forma interoperable, la información que se consigna a continuación:

-Observaciones y mediciones con cámaras Lidar (actualmente en Bariloche, Comodoro Rivadavia, Neuquén, Río Gallegos y CABA), Topas y otros.

R2) SEGEMAR generará y publicará el mapa de la posible zona afectada por caída de ceniza para SPCAIEC y CAMMESA.

R3) CONAE publicará la localización y extensión de la nube de ceniza a partir del sensor MODIS.

R4) CAMMESA informará la situación a SEE-SSETTDEE

### **Movimientos en Masa<sup>9</sup>**

Los organismos intervinientes en actividades relacionadas con esta parte del protocolo deberán comunicar a SPCAIEC y CAMMESA la ocurrencia de la materialización del evento.

- La SPCAIEC y CAMMESA solicitarán información a la DNV en caso de afectación de una vía de comunicación, tipo de ruta afectada y sus consecuencias. En todos los casos la DNV realizará el análisis de las muestras de roca y suelo cuyos resultados serán enviados a SEGEMAR para la caracterización del proceso.
- La SSRRHH informará a la SPCAIEC, a CAMMESA y a SEGEMAR, en los aspectos en que intervengan procesos ligados a los recursos hídricos.
- El SMN informará a SPCAIEC y a SEGEMAR el dato de acumulación de lluvias, en caso que este fuese el factor detonante. Caracterizará el tipo de precipitación que desencadenó el fenómeno a través de informes que se publicarán en la web cuando el evento sea de magnitud e impacto considerable.
- La SPCAIEC solicitará, si lo cree oportuno, un pronóstico especial para los siguientes días de acuerdo a los mecanismos ya establecidos para tal fin entre la SPCAIEC y el SMN.
- En caso que un sismo fuera el factor desencadenante el INPRES informará a SEGEMAR y CAMMESA sobre las características, magnitud sísmica y profundidad hipocentral del mismo.
- CONAE procederá a la planificación de adquisiciones satelitales prioritarias para la zona afectada, a fin de poner de inmediato la información a disposición de la SPCAIEC, CAMMESA, INA, SEGEMAR y SMN.
- INA informará a SEGEMAR la caracterización hidráulica de la cuenca e hidrodinámica de los procesos en caso que el movimiento en masa sea del tipo flujo.
- La SPCAIEC y CAMMESA posibilitarán el acceso a la zona afectada para el trabajo en campo de los especialistas del SEGEMAR, INA, DNV o de algún otro organismo que fuese necesario.

---

<sup>9</sup> Adaptado de GI-P Movimientos en Masa



- PGICH-UNSJ emitirá online un mapa GIS a SPCAIEC y a CAMMESA indicando probabilidad y riesgo de movimiento en masa (basado en datos de sensores remotos) en puntos críticos del sistema de generación y transporte de electricidad.

### **Amenazas Meteorológicas e Hidrometeorológicas**

Pasos a seguir en caso de posibilidad de tormentas (eléctricas, de arena, polvo), precipitaciones intensas, lluvia sobreenfriada, crecidas de cursos y cuerpos de agua, vientos intensos (ráfagas, tornados, turbonadas, etcétera), granizo, nieve, helada, niebla con agua sobreenfriada, depósitos de sal por niebla marina o vientos, olas de calor y de frío, marejadas, oleajes, sudestadas en el Río de la Plata que puedan producir inundaciones en áreas donde se encuentran las líneas de transmisión y generadores de energía eléctrica.

Aclaración: La posibilidad de un evento hidrometeorológico puede ser detectada tanto en el informe de perspectiva semanal, en el preaviso de alerta –entre 24 y 48 horas antes del evento- , en el aviso de alerta -24 horas antes del evento- o en el aviso a muy corto plazo –dentro de las 3 horas antes del evento. Es decir, puede ocurrir sin que se haya detectado previamente en la perspectiva semanal, o sin que haya existido un preaviso de alerta.

En caso de detección de posibilidad de ocurrencia de condiciones desfavorables en el informe de perspectiva semanal:

1- El SMN detecta la posibilidad de ocurrencia de condiciones meteorológicas que favorecerían la generación de perturbaciones en la red de transporte y generación de energía eléctrica cuando se identifiquen regiones con alguna amenaza hidrometeorológica en la perspectiva semanal que se emite los jueves. Informa al INA, al SHN, a la SPCAIEC, a CAMMESA y a la DNV.

2- La DNV aporta al INA, a la SPCAIEC y a CAMMESA información adicional sobre la posible afectación de la red vial.

3- El INA, según su capacidad operativa, analiza la probable afectación de los eventos pronosticados en las áreas cercanas a líneas de transmisión y generación de energía eléctrica más expuestos y comparte la información con la SPCAIEC, CAMMESA y con la CONAE.

4- CAMMESA informará la situación a SEE-SSETTDEE

En caso que se emita un preaviso de alerta entre 24 y 48 horas antes del evento:

1- El SMN informa el área que podría ser afectada en caso que se emita un preaviso de alerta, entre 24 y 48 horas antes del evento. Puede ocurrir sin que se haya detectado previamente en la perspectiva semanal. Informa al INA, al SHN, a CAMMESA a la SPCAIEC y a la DNV.

2- La DNV aporta al INA, a CAMMESA y a la SPCAIEC información adicional sobre la posible afectación de la red vial e indica vías alternativas a utilizar.

3- En caso de localidades costeras el SHN proveerá al INA y a CAMMESA información de las modificaciones del nivel del agua por efecto meteorológico provenientes de un modelo numérico. En el caso del Río de la Plata proveerá también el pronóstico mareológico para el Río de la Plata Interior (La Plata, Buenos Aires y San Fernando) y Río de la Plata Exterior (Torre Oyarvide). En caso de eventos extraordinarios de Marea el SHN emite Avisos/Alertas de Crecidas en la Costa Atlántica Bonaerense, en la zona Costera Norte y Sur del Conurbano Bonaerense y CABA en caso de corresponder, con una antelación que depende de la situación que se presente en el momento.

4- CAMMESA informará la situación a SEE-SSETTDEE

En caso que se emita un aviso de alerta, dentro de las 24 horas previas al evento:

1- El SMN informará el área que podría ser afectada en caso que se emita un aviso de alerta, dentro de las 24 horas previas al evento pronosticado. Puede ocurrir sin que se haya detectado previamente en la perspectiva semanal, o sin que haya existido un preaviso de alerta. Informa al SHN, a CAMMESA, a la SPCAIEC y a la DNV.

2- La DNV aporta al INA, a CAMMESA y a la SPCAIEC información adicional sobre la posible afectación de la red vial e indica vías alternativas a utilizar.

3- En caso de localidades costeras, el SHN provee al INA y a CAMMESA información de las modificaciones del nivel del agua por efecto meteorológico provenientes de un modelo numérico. En el caso de Río de la Plata proveerá también el pronóstico mareológico para el Río de la Plata Interior (La Plata, Buenos Aires y San Fernando) y Río de la Plata Exterior (Torre Oyarvide). En caso de eventos extraordinarios de Marea el SHN emite Avisos/Alertas de Crecidas en la Costa Atlántica Bonaerense, en la zona Costera Norte y Sur del Conurbano Bonaerense y CABA en caso de corresponder, con una antelación que depende de la situación que se presente en el momento.

4- CAMMESA informará la situación a SEE-SSETTDEE

En caso que se emita un aviso de alerta a muy corto plazo, dentro de las 3 horas previas al evento

1- El SMN informará a la SPCAIEC, a CAMMESA y a la DNV el área que podría ser afectada en caso que se emita un aviso de alerta a muy corto plazo, dentro de las 3 horas previas al evento pronosticado y solamente si el evento ocurre en el área de cobertura de los radares operativos (círculo de radio 240km alrededor de Anguil, Ezeiza, Pergamino y Paraná). Puede ocurrir sin que se haya detectado previamente en la perspectiva semanal, o sin que haya existido un preaviso de alerta, o sin que se haya emitido un aviso de alerta.

2- PGICH-UNSJ emitirá online y a tiempo real a SPCAIEC y a CAMMESA datos distribuidos con actualización cada 15 minutos que integra estaciones meteorológicas automáticas conectadas a internet de distintas instituciones (actualmente este sistema está operativo e incluye más de 600 estaciones que pueden ir aumentando- sensores de precipitación, temperatura, viento) [http://199.193.250.117/alerta/alerta\\_pgich.php](http://199.193.250.117/alerta/alerta_pgich.php)

3- La SPCAIEC y CAMMESA solicitarán información a la DNV sobre la posible afectación de la red vial y vías alternativas a utilizar.

4- CAMMESA informará la situación a SEE-SSETTDEE

### **Nevadas (detección de depósitos en niveles extraordinarios)**

1- El SMN emitirá un pronóstico especial de nevadas extraordinarias para las zonas del país atravesadas por líneas de transmisión eléctrica. Lo informará a la SPCAIEC y a CAMMESA.

2- La SPCAIEC y CAMMESA solicitarán a la DNV información adicional sobre la posible afectación de la red vial y vías alternativas a utilizar.

3- CAMMESA informará la situación a SEE-SSETTDEE

### **Incendios Forestales, Rurales y de Interfase**

Actividades permanentes:

- La SPCAIEC remitirá a CAMMESA el mapa de focos de calor.
- El SNMF enviará los siguientes productos a la SPCAIEC y a CAMMESA:
  - Mapa de grado de peligros de incendio
  - Avisos o alertas por condiciones críticas de peligro
  - Indicador de carga disponible de combustibles medios y gruesos –BUI-.
- CAMMESA informará la situación a SEE-SSETTDEE

### **Amenazas de Origen Biológico**

- Cuando el INA informe una inminente crecida en Cuenca Del Plata, CAMMESA alertará a los operadores del SADI ubicados sobre los ríos principales y tributarios de dicha cuenca, la ocurrencia de la misma a efectos que tomen previsiones para evitar daños en las instalaciones producidos por la acumulación de camalotes, biomasa y restos de vegetación acarreados por las ondas de crecida.

## **INFORMACIÓN PARA PROCEDIMIENTO 2**

### **SMN**

- **Avisos, alertas e informes especiales:** Se informa el fenómeno meteorológico y la zona de cobertura del mismo.  
Link: <http://www.smn.gov.ar/?mod=pron&id=51>
- **Informe de perspectiva semanal:** Se presenta un breve análisis de la situación meteorológica actual en toda Argentina y una síntesis de los eventos

meteorológicos de alto impacto que se pueden esperar en el transcurso de la semana. Se realiza con una frecuencia de 2 veces a la semana y se actualiza los lunes y jueves a las 17 hs.

Link: [http://www.smn.gov.ar/hidro/perspectiva\\_semanal.pdf](http://www.smn.gov.ar/hidro/perspectiva_semanal.pdf)

- **Pronósticos especiales:** Se brindan pronósticos de temperatura, humedad, presión, viento, nubosidad y precipitación para algunas ciudades del país, junto con pronósticos de temperatura máxima y mínima, y de precipitación acumulada para toda Argentina. También se adjuntan pronósticos de viento en superficie para las principales ciudades costeras. Estos pronósticos se envían diariamente (solo días hábiles) a varias instituciones, entre ellas a CAMMESA.
- **Imágenes de radar:** Se presentan imágenes cada 10 minutos del radar de Ezeiza del SMN y los de INTA de Pergamino, Anguil y Paraná. También se encuentran los radares pertenecientes a la DACC de Mendoza, pero solo están disponibles en temporada de granizo (primavera-verano).
- **Información de toques nubosos a través de imágenes de satélite de GOES-13:** Se presentan las imágenes de los canales 1 (visible), 3 (vapor de agua) y 4 (infrarrojo, con y sin realce de toques) del satélite GOES-13. La resolución temporal es de 15 minutos con un dominio llega hasta los 50°S. Solo cada 3 hs se puede observar toda la Argentina.
- **Ceniza volcánica:** Se realizan pronósticos de dispersión de ceniza ante el aviso de alerta amarilla. Modelo Experimental de Dispersión y Concentración de Ceniza Volcánica <http://www.smn.gov.ar/?mod=acerca&id=9>  
<http://www.smn.gov.ar/vaac/buenosaires/productos.php>

#### SNMF:

- Reporte diario de incendios: <http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/Reporte-diario-de-incendios.pdf>
- Indicador de carga disponible de combustibles medios y gruesos BUI: Gráfico de seguimiento de indicador de carga disponible de combustible muerto medio y grueso. Elaboración semanal
- Mapa de grado de peligro de incendios: Efectuado en base al cálculo diario y pronosticado a 24, 48 y 72 horas del índice meteorológico de peligro de incendios (FWI). Este mapa es de escala nacional, cubriendo aquellas regiones en las que el FWI ha sido ya ajustado, y se elabora de lunes a viernes quedando los días sábados y domingos la información cubierta por lo elaborado el viernes. Cabe destacar que diversas jurisdicciones efectúan también estos cálculos de manera articulada con el SNMF, con datos de sus propias estaciones y que, aunque no están en la red nacional, son consultados cuando es necesario observar una región con mayor detalle. Este mapa es de acceso público, a través de la web.

- Avisos o Alertas por condiciones críticas de peligro. Cuando por el resultado del monitoreo arriba señalado y el análisis técnico se considera necesario, se procede a elaborar informes de alerta que son de alcance regional especificando los motivos que los disparan.

**SHN:** brinda informes con respecto a la hidrología y la astronomía:

- Horarios de salida y puesta del sol por ciudades.  
<http://www.hidro.gob.ar/observatorio/Sol.asp>
- Monitoreo y pronóstico mareológico para el Río de la Plata.  
<http://www.hidro.gob.ar/oceanografia/pronostico.asp>
- Pronóstico de olas para el Río de la Plata.  
<http://www.hidro.gob.ar/oceanografia/pronolas.asp>

**AIC:**

- Síntesis de los caudales y niveles de los embalses. Registros de caudales y niveles: <http://www.aic.gob.ar/aic/embal01.aspx>

**INTA:**

- Información de la Red de Radares Meteorológicos <http://radar.inta.gov.ar/v3/>
- Variables meteorológicas de estaciones automáticas en tiempo real (temperatura, precipitación <http://siga2.inta.gov.ar/>

**CAMMESA:**

- Pronósticos de clima emitidos por diferentes organismos  
<http://portalweb.cammesa.com/Pages/Institucional/Enlaces%20de%20Interes/links/clima.aspx>
- Demandas y temperaturas por regiones de Argentina  
<http://portalweb.cammesa.com/Pages/ADemandas.aspx>
- Previsión semanal de caudales  
[http://www.cammesa.com/lprogsem.nsf/WCaudalesSemanales/\\$First?OpenDocument](http://www.cammesa.com/lprogsem.nsf/WCaudalesSemanales/$First?OpenDocument)
- Esquemas unifilares de la red eléctrica  
<http://portalweb.cammesa.com/memnet1/Pages/descargas.aspx>

**COC:**

- Pronóstico que informa la probabilidad de tornado sobre los corredores Comahue – GBA/Cuyo. Dicho pronóstico emite una alerta cuando se presenta un riesgo inminente, de modo que los Operadores puedan adecuar la potencia transmitida para disminuir el impacto de una perturbación.

## INA

- Pronóstico hidrológico estival del área central de Córdoba, pronósticos en área del piedemonte mendocino y de aportes a las centrales Salto Grande y Yacyretá.
- Pronóstico de crecidas y bajantes de los grandes ríos de la Cuenca del Plata.  
<http://www.ina.gob.ar/alerta/index.php?alerta=3>

## CONAE:

- Sensor MODIS Satélite Terra y Aqua: Servicio web de focos de calor.
- Localización y extensión de la nube de ceniza e imágenes satelitales para la identificación de la fuente de emisión.

## PGICH-UNSJ:

Servicios que presta regularmente este programa ([www.unsicuencas.com.ar](http://www.unsicuencas.com.ar)):

- Servicio de alerta y pronóstico hidrológico con imágenes de satélite y redes neuronales artificiales. Basado en cálculo de áreas cubiertas de nieve a partir de información provista por el sensor MODIS del satélite Terra (NASA). Ámbito geográfico actual provincia de San Juan cuencas del río San Juan y Jáchal. Se emite un pronóstico de escurrimiento anual a fin de septiembre todos los años y se distribuye a la comunidad a través de diarios locales y medios audiovisuales de difusión masiva.
- Pronóstico de temperatura, vientos y de precipitación para generar hietogramas de crecidas y luego modelos de redes neuronales artificiales para su transformación en hidrogramas de crecidas los cuales se requieren como input para el traslado de ondas en embalses y la optimización de la operación de centrales, válvulas y vertederos. Actualmente se está aplicando para el apoyo de la operación del Embalse Río Tercero en la cuenca del Río Grande en Córdoba. Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos | Gobierno de la provincia de Córdoba.
- Modelos de optimización del manejo de crecidas en embalses (Sistema SARH-UNSJ desarrollado en ambiente de simulación continua EXTEND – modelos de simulación de embalse y optimización basado en algoritmos genéticos y sistemas de optimización aleatoria robusta. Actualmente están operativos y en uso los

modelos SARH de los embalses de Córdoba y del embalse del sistema Caracoles-Punta Negra- Ullum en el río San Juan.

- Monitoreo de niveles de embalse y niveles freáticos a partir de una red con sensores de nivel continuo (frecuencia horaria) instalado en el valle del Tulum.
- La humedad de suelo es un proyecto de monitoreo continuo en finca (Pedernal San Juan - precordillera) con colaboración proyecto ALICE – Programa EUREKA europeo, con envío de datos automático por internet vía satélite.
- Sistemas de monitoreo de radares y satélites a tiempo real (cada 15 minutos) con envío de partes automáticos a web-celular. Se compone de sistemas de radar (INTA-SMN) + modelos de clima YR y WINDITY+ imagen de topes nubosos del satélite GOES 13(<http://web-hrl.net/captura/mail.html>) actualmente el servicio a celular se presta al Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos | Gobierno de la provincia de Córdoba en forma permanente y/o por eventos. Sistema de generación de mapas de isoyetas a tiempo real disponibles vía WEB. Actualización continúa de información de estaciones terrestres vía WEB. Integración de redes hidrometeorológicas.
- Sistema de alerta y monitoreo continuo de clima vía cámaras web (tipo domo) en Cerro Mogotes (Río Cuarto) y en Córdoba capital (Terraza Centro Cívico). Pronto se espera tener una cámara por departamento en la provincia de Córdoba.

## **MINISTERIO DE SEGURIDAD**

### **SPCAIEC- DIRECCIÓN NACIONAL DE ANÁLISIS DEL RIESGO**

-Informe diario de situación: “Monitoreo de Amenazas”

*Ver Anexo VIII “Recomendaciones”*

### **ANEXO I : Referencia de Siglas**

AIC: Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro

APN: Administración de Parques Nacionales

CAMMESA: Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico

CCA: Centro de Control de Área

CITEDEF: Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa – Ministerio de Defensa

COC: Centro de Control de Operaciones del Sistema Eléctrico Argentino Cammesa

COG: Centro de Generación

CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales

CONICET- CIGEOBIO: Centro de Investigaciones de la Geosfera y Biosfera

COT: Centro de Control de Operaciones del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica en Alta Tensión Transener

CTM: Comisión Técnica Mixta de Salto Grande

DNAR: Dirección Nacional de Análisis del Riesgo – Ministerio de Seguridad

DNV: Dirección Nacional de Vialidad

EBY: Entidad Binacional Yacyretá

ENRE: Ente Nacional Regulador de la Electricidad

IGN: Instituto Geográfico Nacional

INA: Instituto Nacional del Agua

INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

INPRES: Instituto Nacional de Prevención Sísmica

MEM: Agentes del Mercado Eléctrico Mayorista

MW: Magnitud de Momento

MINEDUC: Ministerio de Educación

MSAL: Ministerio de Salud



GI-P

Probabilidad de Perturbaciones Graves en el Abastecimiento Eléctrico por Amenazas de Origen Natural.

ORSEP: Organismo Regulador de Seguridad en Presas

OVDAS: Observatorio Volcanológico de Los Andes del Sur - Centro de interpretación de datos de la Red Nacional de Vigilancia Volcánica.

PGICH-UNSJ: Programa de Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Ing. Hidráulica y Ambiental – Universidad Nacional de San Juan

PIRNA- UBA: Programa de Investigaciones en Recursos Naturales y Ambiente – Instituto de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras- Universidad de Buenos Aires

RAV: Reporte de Actividad Volcánica

REAV: Reportes Especiales de Actividad Volcánica

RNVV: Red Nacional de Vigilancia Volcánica

SACME: S.A. Centro de Movimiento de Energía

SADI: Sistema Argentino de Interconexión

SEE-SSETTDEE: Secretaría de Energía Eléctrica – Subsecretaría de Energía Térmica, Transporte y Distribución de Energía Eléctrica- Ministerio de Energía y Minería

SEGEMAR: Servicio Geológico Minero Argentino

SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile

SHN: Servicio de Hidrografía Naval

SIFEM: Sistema Federal de Emergencias

SMN: Servicio Meteorológico Nacional

SNMF: Servicio Nacional del Manejo del Fuego

SNPC: Sistema Nacional de Protección Civil

SPCAIEC: Secretaría de Protección Civil y Abordaje Integral de Emergencias y Catástrofes – Ministerio de Seguridad

SPCAIEC-DNAR: Secretaría de Protección Civil y Abordaje Integral de Emergencias y Catástrofes- Dirección Nacional de Análisis del Riesgo- Ministerio de Seguridad

SPE: Secretaría de Planeamiento Energético – Ministerio de Energía y Minería

SPE-SSEEP: Secretaría de Planeamiento Energético- Subsecretaría de Escenarios y Evaluación de Proyectos– Ministerio de Energía y Minería

SSRRHH: Subsecretaría de Recursos Hídricos- Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda

UTE: Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

VAAC: Volcanic Ash Advisory Center

VONA: Formato de notificación del Observatorio Volcanológico para la aviación

## **ANEXO II: Datos Históricos Relevantes**

- **Crecida del río Iguazú y efectos sobre la central Yacyretá.**

Yacyretá es la central de mayor potencia del país (2745 MWe) y tiene una generación bruta anual de aproximadamente 20.000 MWh. Esta central se encuentra emplazada sobre el Río Paraná a la altura de la Provincia de Corrientes del lado argentino y a la altura del Departamento de Encarnación-Paraguay. El volumen del agua que llega al embalse de Yacyretá proviene en un 95% de la cuenca de aporte que está agua arriba de la zona de la “triple frontera” - confluencia del Paraná Superior con el río Iguazú – en donde funcionan unas 60 presas de embalse para generación hidroeléctrica, con diferentes capacidades de administración del recurso hídrico.

La central tiene un caudal operativo de diseño acotado, levemente superior al módulo del río. Se trata de una central hidroeléctrica de pasada. Está diseñada para turbinar el agua que fluye a través de ella, en el orden de 16.000 m<sup>3</sup>/s, y generar energía eléctrica. En caso de llegar un mayor caudal que el normal - el excedente - se evacua a través de los vertederos del brazo principal y del Brazo Aña Cuá, que fueron construidos para evacuar una creciente extraordinaria de hasta 95.000 m<sup>3</sup>/s.

En junio de 2013 y en junio de 2014 recibió dos crecidas muy significativas, con una componente muy importante desde el río Iguazú en ambos casos. Cabe decir que desde el otoño de 2011 el embalse se ubica en su cota de proyecto, después de trabajar muchos años a cota reducida. Los caudales pico en estos dos eventos fueron de 39.200m<sup>3</sup>/s y 42.800m<sup>3</sup>/s, con menos de 48hs después de la definición del evento en la cuencas del río Iguazú.

Dado lo mencionado anteriormente, la central hidráulica si bien se vio sometida a aportes de agua extremos de los ríos, operó a plena potencia sin necesidad de tomar medidas extraordinarias. Sin embargo, en estas condiciones hidrológicas, es posible que las centrales tengan que tomar medidas respecto el aumento de la sedimentación producto del arrastre del caudal de agua del río.

- **Olas de calor**

### **APAGÓN CIUDAD DE BUENOS AIRES – 7 DE NOVIEMBRE DE 2012**

El 7 de noviembre de 2012, se produjo un problema de suministro de energía eléctrica de alta tensión que dejó a más de ochocientos cincuenta mil (850.000) usuarios sin energía en la ciudad de Buenos Aires y conurbano bonaerense, en donde las Empresas EDENOR y EDESUR, son concesionarias. El apagón ocurrió en horas pico cercano a las 18 hs, cuando la temperatura atípica para la época del año superaba ampliamente los 30 °C,

después de tres jornadas de mucho calor. El motivo del corte fue una doble falla en dos líneas de alta tensión de la red Costanera-Bosques de 220 kV, que hicieron salir de servicio a 12 estaciones transformadoras principales. Una de las líneas que transmitía energía en Hudson hacia Costanera Norte, salió de servicio, arrastrando a la otra línea de alta tensión. En ese momento, las líneas no estaban sobrecargadas a pesar de que había un gran nivel de demanda. Estaban transportando 600 MW, de 1200 MW de capacidad que poseen.

- **Cenizas volcánicas**

#### ***21/5/2008 Erupción del volcán Chaitén***

Durante el proceso originado en Mayo del 2008 con la erupción del volcán Chaitén, se produjeron salidas de servicio en el sistema eléctrico zonal (Central Hidroeléctrica Futaleufu, Líneas de transmisión y distribución), cambios en la escorrentía por impermeabilización del suelo, y una gran preocupación por los distintos sismos registrados a pie de presa. Debido a las consecuencias catastróficas del fenómeno natural, no contempladas en el Plan de Acción Durante emergencias (PADE), fue necesario desarrollar una nueva metodología: Plan de Acción Durante Emergencias Volcánicas (PADEV), para hacer frente a los inconvenientes operativos y de seguridad. (Mastronardi, 2011)

#### ***4/6/2011 Erupción del volcán Puyehue-Cordón Caulle***

Tras la erupción del volcán chileno en junio de 2011 una enorme nube de cenizas afectó al río Limay, que además se llenó de toneladas de piedra pómez, comprometiendo la integridad de las turbinas de las centrales hidroeléctricas en el Comahue. La erupción del volcán afectó a todas las actividades humanas, desde la vida cotidiana hasta los recursos económicos, de gran parte de las provincias de Neuquén y Río Negro, en cuyo límite se encuentra la obra hidroeléctrica.

Abrasiva y conductora de electricidad, la ceniza volcánica puso en serio riesgo a las turbinas generadoras y los equipos en general de la central hidroeléctrica AES Alicurá. Más aún cuando el material que flotaba en el lago de Alicurá cubría más de 15 kilómetros cuadrados con un espesor variable de 10 a 15 cm, proveniente del lago Nahuel Huapi.

En Hidroeléctrica Alicura encendieron la alerta apenas entró en erupción el volcán. Se desplegó un trabajo de contención mediante barreras anti-derrame de petróleo y se logró mantener la operación de la represa. Así, evitó que las cenizas ingresaran a las turbinas, re-direccionando las piedras volcánicas hacia el vertedero. Fue por segunda vez en la historia que se abre este vertedero. Cuando la arena y las piedritas entraron en la naciente del río Limay ya tenían previsto conducir esa masa flotante hacia el vertedero mediante la colocación de una manga, similar a las de control de derrames petroleros en cursos de agua, con el fin de evitar que entre en las turbinas y, con su poder abrasivo, dañe los álabes o el rotor.

- **Tornados**

#### ***21/2/2014 Berazategui***

Un tornado de magnitud media se produjo en Berazategui sorpresivamente. El fenómeno se registró a las 11:30 y afectó dos torres de alta tensión de 220 kv en la localidad de Plátanos provocando un apagón. Se produjo un cortocircuito en las líneas 30 y 31 de alta

tensión que atraviesan el conurbano bonaerense lo que provocó cortó el suministro en gran parte de la ciudad y quedaron interrumpidas dos líneas de subte.

### **27/10/2014 Bragado**

Un temporal que incluyó fuertes lluvias y un tornado azotó a la ciudad y provocó severos daños materiales y la caída de una columna de alta tensión. La fuerte tormenta se replicó en la tarde del martes 28 en la zona y causó destrozos y afección del tendido eléctrico de la línea de alta tensión Bragado-Salto. El corte se debió a la salida de servicio de la Estación Transformadora TRANSBA Bragado El tornado rompió parte del campo de acceso de la línea Henderson-Bragado 220 kv interrumpiendo la alimentación principal a esa Estación transformadora con el consiguiente corte de las líneas de la zona norte y oeste de la provincia de Buenos Aires.

En la Tabla 1 se muestra un listado de los casos de tornados que afectaron Red en Extra Alta Tensión (EAT).

Fecha	Sitio	Provincia	Línea de 550kV	Torres
23-02-1987	Bolivar	Buenos Aires	Ezeiza-Henderson(*)	27
04-03-1989	Bolivar	Buenos Aires	Rosario-Rodriguez[+]	19
01-03-1989	Bolivar	Buenos Aires	Romang-Resistencia	1
13-10-1991	Miguel del Monte	Buenos Aires	Abasto-Olavarría(*)	10
20-03-1992	Maria Lucila	Buenos Aires	Ezeiza-Henderson(*)	2
09-05-1992	José Santos Arevalos	Buenos Aires	Ezeiza-Henderson(*)	2
31-01-1993	Sanchez	Buenos Aires	Rosario-Rodriguez[+]	13
13-04-1993	Olavarría	Buenos Aires	Ezeiza-Henderson(*)	40
13-04-1993	ola de 300 tornados	Buenos Aires	Abasto-Olavarría-B.Blanca	16
29-08-1993	San Lorenzo	Santa Fé	Santo Tomé-Rosario[+]	7
10-11-1993	General Pinto	Buenos Aires	Almafuerte-Malvinas	6
06-05-1994	Bolivar	Buenos Aires	Ezeiza-Henderson	9
28-10-1997	San Martín Norte	Santa Fé	Santo Tomé-Romang	3
03-10-2000	Matilde	Santa Fe	Rosario-Santo Tome	4
08-10-2000	Macachín	La Pampa	Henderson-Puelches(*)	3
21-10-2000	Maria Lucila	Buenos Aires	Ezeiza-Henderson(*)	23
26-12-2000	Gral Las Heras	Buenos Aires	Ezeiza-Henderson(*)	24
16-12-2001	Macachín	La Pampa	Macachin-Puelches(*)	12
10-03-2002	Marcos Paz	Buenos Aires	Ezeiza-Henderson(*)	1

Fuente: TRANSENER

#### Referencias:

(\*): Corredor Bs.As-Comahue.

[+]: Corredor Bs.As.-Rosario.

Tabla 1: Casos de tornados que afectaron la Red de Extra Alta Tensión (EAT)

- **Temporal violento**

### **19/9/1998 Misiones Posadas Yacyreta**

Debido a la caída de torres de alta y media tensión, gran parte de la población estuvo sin luz durante casi todo el día. El servicio se vio interrumpido también por el corte de redes de enlace entre Posadas y Yacyretá, lo que obligó a la empresa Electricidad Misiones SA (EMSA) a poner en marcha sus usinas de emergencia.

- **Tormenta eléctrica**

**5/12/2012 Salta**

Diferentes barrios siguen sin luz. Vecinos de Primera Junta, Solidaridad, Villa Lavalle, Siglo XXI e incluso zonas de Campo Quijano, permanecen sin energía eléctrica. Desde EDESA se informó que una fuerte descarga atmosférica en la Estación Transformadora Salta Este, provocó un principio de incendio en las instalaciones de esa estación, lo que produjo la interrupción del suministro eléctrico. Afectó en principio a los barrios Limache, Los Pinos, Policial, Siglo XXI, Solidaridad, San Javier, Democracia, Independencia, Convivencia, Primera Junta, Libertad, El Círculo, Santa Elena, Intersindical entre otros de la zona sur de la Capital de la provincia.

**4/10/2016 Córdoba**

Durante una tormenta eléctrica un rayo provocó un incendio en la estación transformadora de EPEC en Deheza a 210 km al sur de Córdoba que dejó sin suministro eléctrico a varias localidades de General Deheza, General Cabrera y Carnerillo.

- **Inundaciones**

**Mayo de 2003 Santa Fé**

El suministro de electricidad para la ciudad de Santa Fe proviene tanto de generación propia como de la originada en el sistema interconectado nacional. Con el desborde del río Salado, a partir del 1º de mayo 2003 quedó inundada completamente – y bajo más de 3 metros de agua – la estación transformadora de Santa Fe Oeste, propiedad de la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe (EPE). Por la acción de las aguas – de alta salinidad – se averiaron en forma definitiva diversos equipos de alta potencia que se encuentran en proceso de sustitución con unidades nuevas o de reemplazo. Al no disponerse de dicha estación, componente clave del sistema, fue preciso recurrir a cortes programados de electricidad en la ciudad. Además, la estación transformadora fue convertida, gracias a la oportuna acción de la EPE, en solo una sección de paso para la energía de alta tensión hacia otras subestaciones.

**2004- San Juan**

Rotura endicamiento natural de Los Erizos, provincia de San Juan. En 2004 se produjo un represamiento natural por una barrera de hielo a la altura de la localidad de Los Erizos, se ubica sobre el curso medio del río Santa Cruz, afluente del río Blanco, a su vez tributario principal del río San Juan, durante algunos meses del año las pendientes se cubren con una espesa capa de nieve y hielo, que produce un efecto de sobrecarga sobre la pendiente, al menos en forma temporal. Durante el período de deshielo el agua infiltrada en las superficies de discontinuidad del macizo rocoso y entre el material detrítico aumenta la presión de poros y el peso del material sobre laderas, favoreciendo su desestabilización. Además, los cursos temporales de agua pueden movilizar material detrítico y desestabilizar aún más la pendiente. Luego de casi un año de acumulación de agua (70 mts de acumulación), el día 12 de noviembre de 2005 ocurre un aluvión que

rompió el dique de hielo. La onda de crecida originada por la rotura recorrió 254 km en ~12 horas y causó los siguientes fenómenos: rotura del dique de hielo en Los Erizos en la localidad de Los Molles destruyó por completo todo el campamento minero erosionando el antiguo depósito de flujo sobre el que fue emplazado, en el Departamento de Calingasta, de San Juan, se rompió un puente, arrastró animales y árboles e inundó varias zonas, hubo decenas de personas evacuadas, en la represa hidroeléctrica Los Caracoles, ocasionó la rotura de la ataguía, el agua llegó al paredón y arrastró varias casillas rodantes y grúas fijas, en el dique Ullúm sacaron de servicio a la usina)

- **Sequías**

### **1988-1989 Argentina**

A fines de 1988 la Argentina experimentó una de las peores crisis energéticas de su historia La histórica sequía del 1988-1989, que comenzó en agosto y se extendió por 14 meses pasando por todas las etapas desde sequía incipiente hasta extrema. Esto afectó seriamente la zona del Comahue determinando serios problemas en el suministro de electricidad acompañado de lapsos de bajos aportes en el río Uruguay.

La escasez de electricidad ya había comenzado en abril de 1988 por lo que se realizaron cortes de luz rotativos de 5 horas por turno en ese mes. Sin embargo, con esas interrupciones no se logró solucionar el faltante energético. El inicio del verano con sus respectivos aumentos de temperatura y la baja potencia de las usinas hidroeléctricas agudizó la situación que colapsó cuando quedaron fuera de servicio dos bombas de la central hidroeléctrica de Embalse Río III (a fines de diciembre), también por la salida de servicio de la central nuclear de Atucha y además por un incendio ocurrido en La Pampa que afectó una línea que transportaba energía desde El Chocón.<sup>10</sup>

### **2007-2010 Neuquén**

Una profunda sequía que comenzó en 2007 condujo a que la represa hidroeléctrica de El Chocón, en la provincia de Neuquén, alcanzara el nivel de cota mínima extraordinaria, a partir de la cual deja de producir electricidad. La central de El Chocón, disminuyó su generación en un 69 por ciento y continuó operando en la franja de operación extraordinaria, por debajo del nivel mínimo, con cota del orden de la cota mínima operable (367,00 m). Registró un despacho reducido al mínimo por norma de manejo de agua generando con el caudal erogado por Piedra del Aguila. Se mantuvo la limitación de la potencia operable por nivel del embalse a 150-164 Mw (de acuerdo al número de máquinas que entran en servicio). Durante marzo de 2007, tuvo prácticamente cinco grupos fuera de servicio por indisponibilidad del grupo 2 parado para trabajos de mantenimiento programado estacional desde el día 11 de febrero hasta el 19 de marzo e indisponibilidad del grupo 4 desde el 25 de marzo hasta el 2 de mayo. El caudal erogado por el Compensador Arroyito se fue gradualmente reduciendo desde 290 metros cúbicos por segundo durante la primera semana a 185 m3/s en la última semana a partir del día 25. A su vez, Piedra del Aguila operó en la franja de operación normal y por encima de la franja de atenuación de crecidas. Esta situación de crisis hídrica duró hasta el 2010 y fue superada gracias a la implementación de un sistema de normas operativas dinámicas (adaptables día a día a la realidad hidrológica imperante) de los embalses del sistema

---

<sup>10</sup> Referencias: Mastronardi, J. 2011. La operación hidroeléctrica ante la erupción del volcán Chaitén III Revista CIER N° 59 - Junio 2011 Operación y Mantenimiento de centrales ante desastres naturales

aguas arriba. Esta situación de déficit de generación hidroeléctrico en Comhue generó también un efecto dominó sobre las centrales hidroeléctricas del sistema Cuyo.

### **ANEXO III: Meteorología Espacial**

Este documento complementa la información brindada durante la exposición "**Eventos Extremos en Meteorología Espacial**" realizada por los Dres. **Adriana Gulisano y Sergio Dasso**, el día **27 de octubre de 2015**, durante la XIII Reunión Plenaria de la Comisión de Trabajo de Gestión de Riesgo.

#### **Meteorología Espacial**

De acuerdo con el Plan Estratégico del Programa Nacional de Meteorología Espacial de USA (1995) el clima espacial se refiere a las Condiciones físicas en el Sol, en el viento solar, la magnetosfera, la ionosfera, y la termosfera, que pueden influir en las prestaciones y fiabilidad de sistemas tecnológicos instalados o bien en el suelo o en satélites espaciales, y/o que hacen peligrar la salud o vidas humanas.

Los aspectos económico-sociales más relevantes se relacionan con evitar las consecuencias de los eventos de clima espacial ya sea mediante el diseño de sistemas de pronóstico y/o mediante un eficiente sistema de alertas que permitan tomar medidas preventivas.

**Áreas que se ven afectadas directa o indirectamente por eventos de climatología espacial:**

- Tecnología satelital
- Comunicaciones
- Aumento de Niveles de radiación a pasajeros y pilotos
- Control de órbita de satélites
- Corrientes Telúricas
- Sistemas de posicionamiento global

Los operadores de satélites, se ven afectados por los eventos de clima espacial ya que la re-entrada en la atmósfera de los satélites se ve afectada por las condiciones de arrastre atmosférico ("drag"), que influye en maniobras críticas y en la vida útil de los mismos. Las comunicaciones de radio frecuencia dependen de las propiedades ionosféricas. Los sistemas de geoposicionamiento globales se ven afectados y muchos sistemas comerciales (por ejemplo cajeros automáticos, clearing bancarios, perforaciones de precisión) dependen de un correcto funcionamiento de los mismos para sincronizar operaciones, debido a las corrientes telúricas la vida útil de gasoductos y oleoductos y el sistema de transporte eléctrico podría verse afectado debido a fallas en los transformadores, las aerolíneas comerciales deben tener cuidado con las dosis de radiación que los pasajeros y la tripulación reciben durante estos eventos, y también considerar el daño potencial de las componentes electrónicas en proceso continuo de miniaturización.

**Escala de Tormentas de Radiación Solar:**

Escala	Descripción	Efecto	(Nivel de flujo de partículas $\geq$ 10 MeV ) partículas/ cm <sup>2</sup> seg stereo rad	Frecuencia promedio (1 ciclo =11 años)
S 5	Extrema	<p>Biológicos: Inevitable peligro de alta radiación para astronautas en actividad extravehicular; pasajeros y la tripulación a bordo de aviones de alta altitud en vuelos en altas latitudes pueden estar expuestos al riesgo de radiación.</p> <p>Operaciones satelitales: Los satélites pueden quedar inutilizados, los impactos en las memorias pueden causar la pérdida de control, puede causar ruido grave en los datos de imagen, los trazadores de estrellas pueden ser incapaces de localizar las fuentes; posible daño permanente a los paneles solares.</p> <p>Otros sistemas: posible apagón de comunicaciones y de HF (alta frecuencia) a través de las regiones polares, y errores de posición que hacen las operaciones de navegación extremadamente difíciles.</p>	10 <sup>5</sup>	Menor a 1 por ciclo
S 4	Severa	<p>Biológicos: Inevitable peligro de alta radiación para astronautas en actividad extravehicular; pasajeros y la tripulación a bordo de aviones de alta altitud en vuelos en altas latitudes pueden estar expuestos al riesgo de radiación.</p> <p>Operaciones satelitales: Puede experimentar problemas de dispositivos de memoria y ruido en sistemas de imagen; problemas en los trazadores de estrellas pueden causar problemas de orientación, y la eficiencia de los paneles solares puede verse degradada.</p> <p>Otros sistemas: probable apagón de comunicaciones de radio de alta frecuencia a través de las regiones polares y aumento de los errores de navegación durante varios días.</p>	10 <sup>4</sup>	3 por ciclo
S 3	Fuerte	<p>Biológicos: Se recomienda evitar peligro de radiación para astronautas en actividad extravehicular; pasajeros y la tripulación a bordo de aviones de alta altitud en vuelos en altas latitudes pueden estar expuestos al riesgo de radiación.</p> <p>Operaciones satelitales: Probables fallas de evento único y ruido en sistemas de imagen; y la eficiencia de los paneles solares puede verse ligeramente reducida.</p> <p>Otros sistemas: Propagación de radio HF degradada a través de las regiones polares y probables errores de posición de navegación.</p>	10 <sup>3</sup>	10 por ciclo
S 2	Moderada	<p>Biológicos: Pasajeros y la tripulación a bordo de aviones de alta altitud en vuelos en altas latitudes pueden estar expuestos a elevado riesgo de radiación.</p> <p>Operaciones satelitales: infrecuentes fallas de evento único son posibles.</p> <p>Otros sistemas: Efectos pequeños sobre la propagación de radio HF a través de las regiones polares y probables efectos en la navegación de regiones del casquete polar.</p>	10 <sup>2</sup>	25 por ciclo
S 1	Menor	<p>Biológicos: Ninguno.</p> <p>Operaciones satelitales: Ninguno.</p> <p>Otros sistemas: Impactos menores en radio de alta frecuencia HF en regiones polares</p>	10	50 por ciclo



**Escala de Tormentas Geomagnéticas:**

Escala	Descripción	Efecto	Medición Física	Frecuencia promedio (1 ciclo = 11 años)
<b>G5</b>	<b>Extrema</b>	<p>Sistemas energéticos: pueden ocurrir problemas de control de tensión generalizados y problemas en los sistemas de protección. Algunos sistemas interconectados pueden experimentar colapso total o apagones. Puede haber daño en transformadores.</p> <p>Operaciones satelitales: Pueden experimentar una amplia carga superficial. Problemas de orientación y de enlaces ascendentes / descendentes y de seguimiento.</p> <p>Otros sistemas: las corrientes en tuberías pueden alcanzar cientos de amperios. La propagación de radio de HF (alta frecuencia) puede ser imposible en muchas áreas por uno o dos días. La navegación por satélite puede verse degradada por días, la navegación de radio de baja frecuencia puede interrumpirse durante horas, y pueden observarse auroras en latitudes geomagnéticas de típicamente <math>\sim 40^\circ</math></p>	Kp=9	4 por ciclo (4 días por ciclo)
<b>G 4</b>	<b>Severa</b>	<p>Sistemas energéticos: Posibles problemas de control de tensión generalizada y algunos sistemas de protección de la red podrán dispararse erróneamente.</p> <p>Operaciones satelitales: Pueden experimentar carga superficial y problemas de seguimiento, pueden ser necesarias correcciones para problemas de orientación.</p> <p>Otros sistemas: las corrientes en tuberías afectan medidas preventivas. Propagación esporádica de radio HF , navegación por satélite degradada durante horas. Navegación de radio de baja frecuencia interrumpida, y pueden observarse auroras en latitudes geomagnéticas de típicamente <math>\sim 45^\circ</math> .</p>	Kp = 8, incluyendo a 9-	100 por ciclo (60 días por ciclo)
<b>G 3</b>	<b>Fuerte</b>	<p>Sistemas Energéticos: pueden ser necesarias correcciones de tensión y pueden dispararse falsas alarmas en algunos dispositivos de protección.</p> <p>Operaciones Satelitales: Pueden cargarse en superficie. La fricción puede aumentar en los satélites de baja órbita terrestre, y pueden ser necesarias correcciones para problemas de orientación.</p> <p>Otros sistemas: Navegación por satélite intermitente, problemas en navegación de radio de baja frecuencia. Puede haber intermitencia en radio HF y pueden observarse auroras en latitudes geomagnéticas de típicamente <math>\sim 50^\circ</math></p>	Kp = 7	200 por ciclo (130 días por ciclo)
<b>G 2</b>	<b>Moderado</b>	<p>Sistemas Energéticos: sistemas de potencia en altas latitudes pueden experimentar alarmas de voltaje, tormentas magnéticas de larga duración pueden causar daños en transformadores.</p> <p>Operaciones Satelitales: Acciones correctivas de orientación pueden ser requeridas por el control de tierra. Posible cambios en el arrastre afecta las predicciones orbitales.</p> <p>Otros sistemas: la propagación de radio HF puede desvanecerse a altas latitudes. Pueden observarse auroras en latitudes geomagnéticas de típicamente <math>\sim 55^\circ</math></p>	Kp = 6	600 por ciclo (360 días por ciclo)
<b>G1</b>	<b>Menor</b>	<p>Sistemas Energéticos: Pueden ocurrir fluctuaciones débiles de la red eléctrica</p> <p>Operaciones Satelitales: posibles impactos menores en las operaciones de satélites.</p> <p>Otros sistemas: se ven afectados animales migratorios a este nivel y a niveles más altos. Se ven comúnmente auroras a altas latitudes.</p>	Kp = 5	1700 por ciclo (900 días por ciclo)

**Escala de Apagones de Radio:**

Escala	Descripción	Efecto	Medición Física Watts/m <sup>2</sup>	Frecuencia promedio (1 ciclo=11 años)
R5	Extremo	Radio HF: Apagón de radio completo en HF (alta frecuencia) en todo el lado iluminado de la Tierra por varias horas. Lo que provoca que no haya ningún contacto por radio HF con marinos y aviadores en ruta en este sector. Navegación: las señales de navegación de baja frecuencia utilizadas por los sistemas de aviación y marítimos experimentan cortes generales sobre el lado iluminado de la Tierra durante muchas horas, lo que provoca la pérdida de posicionamiento. El aumento de los errores de navegación por satélite en el posicionamiento durante varias horas en el lado iluminado de la Tierra, puede extenderse hacia el lado nocturno.	X20 (2 x 10 <sup>-3</sup> )	Menor a 1 por ciclo
R4	Severo	Radio HF: apagón de comunicación de radio HF sobre la mayor parte del lado iluminado de la Tierra durante una o dos horas. Contacto por radio HF perdido en este momento. Navegación: Apagones de las señales de navegación de baja frecuencia causa del error aumento en el posicionamiento de una a dos horas. Interrupciones menores de navegación por satélite posibles en el lado iluminado de la Tierra.	X10 (10 <sup>-3</sup> )	8 por ciclo (8 días por ciclo)
R3	Fuerte	Radio HF:apagón de radio de comunicación HF en un amplia área, pérdida de contacto por radio durante aproximadamente una hora en el lado diurno de la Tierra. Navegación: las señales de navegación de baja frecuencia se ven degradados por alrededor de una hora.	X1 (10 <sup>-4</sup> )	175 por ciclo (140 días por ciclo)
R2	Moderado	Radio HF: apagón limitado de comunicaciones por radio HF en el lado iluminado por el sol, pérdida de contacto por radio durante decenas de minutos. Navegación: Degradación de las señales de navegación de baja frecuencia por decenas de minutos.	M5 (5 x 10 <sup>-5</sup> )	350 por ciclo (300 días por ciclo)
R1	Menor	Radio HF: degradación débil de la comunicación de radio HF en el lado iluminado por el Sol, pérdida ocasional de contacto por radio. Navegación: Señales de navegación de baja frecuencia degradadas por períodos cortos.	M1 (10 <sup>-5</sup> )	2000 por ciclo (950 días por ciclo)

## **ANEXO IV: Procedimiento Interno de CAMMESA**

### **Procedimiento Operativo de comunicación en caso de Alerta**

En caso de detectar un riesgo cada organismo emitirá una alerta que será recibida en forma de alarma en el COC con el objeto de tomar las acciones preventivas necesarias y minimizar las posibles consecuencias.

### **Informaciones y acciones preventivas**

Con el objeto de evaluar las condiciones de riesgo, el acceso a datos básicos e información procesada facilitados por distintos organismos y/o disponibles en la web, son herramientas fundamentales para ser utilizadas por los operadores en la prevención de eventos, tomando las medidas necesarias en el despacho de generación eléctrica para disminuir al mínimo las probables consecuencias de las amenazas mencionadas.

La comunicación entre los diferentes agentes del MEM es crucial para el correcto flujo de información, necesaria para garantizar la seguridad del SADI, especialmente frente a una alerta de “Riesgo de desenganche” de alguna línea de extra alta tensión, tal como se describe en el Procedimiento N° 8 de CAMMESA “Reglamento Operativo del SADI”, Capítulo Número 12 FORMALIDAD DE LAS COMUNICACIONES OPERATIVAS.

### **Daños previsibles que podrían ser provocados por las amenazas:**

A las personas, a la infraestructura pública y privada, al abastecimiento de energía eléctrica, a la producción de bienes y servicios, a las industrias de todos los rubros, al transporte, a la actividad petrolera, gasífera, portuaria, turística, educativa, económica y judicial, a la seguridad nacional y toda otra actividad cotidiana.

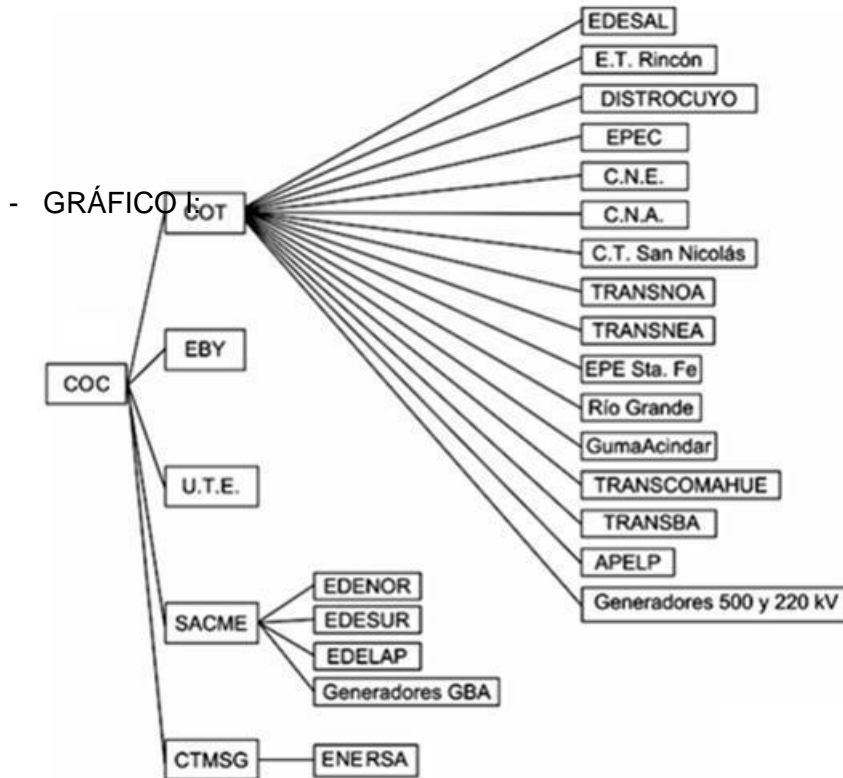
### **Procedimiento para las comunicaciones en caso de riesgo de grandes perturbaciones**

Los Operadores del COC disponen de información del sistema de alta tensión y de las regiones del SADI, en consecuencia requieren ser informados de los riesgos de fallas que podrían ocasionar grandes perturbaciones.

En caso que los riesgos impliquen un aumento de probabilidad de ocurrencia de una gran perturbación en el SADI o en alguna región, se requerirá una pronta respuesta de los operadores, tanto para la caracterización del episodio y de sus posibles consecuencias como para la ejecución de instrucciones rápidas para minimizar los cortes de servicio.

La secuencia de acciones descriptas en el Procedimiento Técnico N° 7 de CAMMESA, apartado 2, “Procedimiento a seguir ante colapso total del SADI”, se soporta básicamente en el Sistema de Comunicaciones que vincula a cada empresa con su Centro de Control de Área (CCA) y con CAMMESA. Frente al riesgo de una gran perturbación, el COC tomará contacto prioritariamente con los CCA y con los Centros de Operaciones de las centrales binacionales y el despacho de UTE Uruguay. Con el fin de evitar la saturación

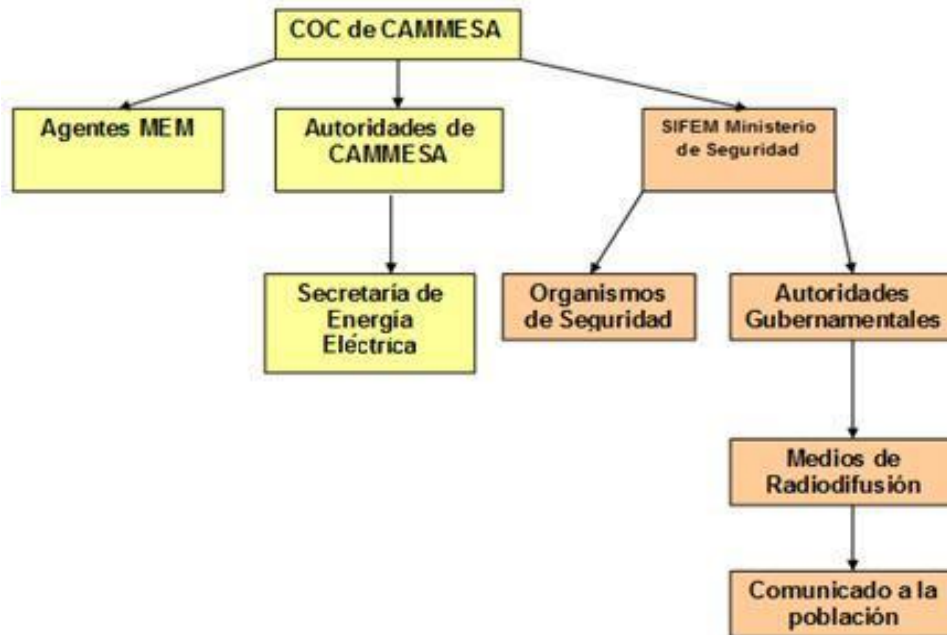
de las comunicaciones, éstas se establecerán según el diagrama descrito en el gráfico I y II.



Los operadores de cada uno de los centros allí mencionados y los del resto de los agentes del MEM evitarán establecer otros itinerarios de comunicaciones durante la situación de riesgo. Cada CCA o Centro de Generación (COG) informará al COC en caso de no poder comunicarse con alguno de los interlocutores asignados, con el fin de que el COC intente una comunicación alternativa. Se trata de privilegiar un único sentido de comunicaciones y al mismo tiempo verificar la disponibilidad del vínculo.

El COC además de informar a los Centros de Operación mencionados en el gráfico I debe comunicar la información a las Autoridades y Organismos Públicos indicados en el gráfico II en casos de riesgos de emergencias graves.

- GRÁFICO II:



### **Contenidos típicos de las Informaciones a comunicar en caso de riesgos de perturbaciones en generación y/o transmisión eléctrica**

El comunicado será elaborado y publicado por el COC en base a la información proporcionada por los Centros de Operaciones de los agentes y otros organismos. Incluirá en lo posible los siguientes datos:

- Estado previo del SADI.
- Causa del riesgo de perturbación.
- Hora en que se inició el riesgo de perturbación.
- Clasificación del riesgo según su origen.
- Regiones y/o ciudades que serían afectadas.
- Indicación de las posibles consecuencias del riesgo.
- Magnitud, en MW y en porcentaje de demanda total del SADI que sería afectada.
- Perspectivas de normalización de la situación de riesgo.

### **Medios de comunicación del COC disponibles para la operación en situaciones de riesgo de emergencias del SADI:**

Con CTM SALTO GRANDE:

- Directo de Onda Portadora (OP) o Microondas (MO).
- Teléfono fijo.
- Celular.
- Radio con las E.E.T.T. Salto Grande Argentina y Salto Grande Uruguay.
- Intercomunicador con las Centrales de ambas márgenes. -Con YACYRETÁ:
- Directo de Onda Portadora (OP) o Microondas (MO).
- Teléfono fijo.
- Celular.

Con UTE:

- Directo de Onda Portadora (OP) o Microondas (MO).
- Teléfono fijo. -Con SACME:
- Directo de Onda Portadora (OP) o Microondas (MO).
- Teléfono público y teléfono de red interna punto a punto con todas las E.E.T.T. y Centrales de su área.
- Radio con algunas E.E.T.T. y con las Guardias Móviles.

Con COT DE TRANSENER:

- Directo de Onda Portadora (OP) o Microondas (MO) con todas las E.E.T.T., Centrales, Distros y PAFTT conectados a su red (excepto con SECHEEP y C. T. Luis Piedrabuena, con los cuales sólo hay comunicación por teléfono).
- Teléfono público.
- Radio con todas las E.E.T.T. propias, excepto Gran Mendoza, Río Grande, Recreo, El Bracho y Campana. Se aclara que el radio de alcance del equipamiento de VHF es de aproximadamente 35 Km., lo cual obliga a recurrir a la disponibilidad de Estaciones Repetidoras a las cuales el Centro de Control de Área (CCA) no tiene acceso directo (sí las E.E.T.T.).
- Teléfono público con APELP.

Con SIFEM Ministerio de Seguridad:

- Teléfono público.

**Requisitos para el desempeño coordinado y autónomo de los medios de comunicación:**

Para alcanzar la mayor efectividad de estos medios frente al riesgo de una perturbación, en los Centros de Operaciones de las empresas mencionadas deberán existir normas claras de utilización de los mismos en emergencia. Estas normas deberán establecer la forma de verificación de la disponibilidad de cada medio y la secuencia de utilización alternativa cuando alguno de ellos falla. Deberá actualizarse toda vez que se produzcan modificaciones en su estructura física o en su grado de confiabilidad. Las empresas informarán a CAMMESA las circunstancias vinculadas con riesgos de perturbaciones en el sistema eléctrico que implican la posible pérdida de alguno de estos medios de comunicación. Las empresas informarán a CAMMESA el tiempo de funcionamiento autónomo de cada uno de estos medios si ocurriera la falta total de alimentación externa.

## **ANEXO V: Formatos Interoperables**

La información interoperable se puede consultar en:

Geoportal interoperable:

<https://ide.ign.gob.ar/portal/apps/webappviewer/index.html?id=f85aced77f5644b1b280d20fb2519961>

Portal MilCapas:

<http://milcapas.citedef.gob.ar/login> (con usuario y contraseña)

### **LISTADO DE ESTÁNDARES PARA LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS**

Los servicios web refieren a una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares para intercambiar datos entre aplicaciones.

#### **Publicación de avisos:**

GeoRSS

<http://georss.org/>

El contenido consiste en puntos de interés georreferenciados y otras anotaciones y las fuentes se diseñan para generar mapas. Se basa en RSS, que se utiliza para difundir información actualizada frecuentemente a usuarios que se han suscrito a la fuente de contenidos.

#### **Publicación de Alertas y Alarmas:**

Common Alert Protocol (CAP)

<http://docs.oasis-open.org/emergency/cap/v1.2/CAP-v1.2-os.html>

Es un formato simple y general para el intercambio de alertas de emergencia y advertencias públicas sobre diferentes tipos de redes, definido por la OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards)

#### **Publicación de Mapas y Visualizaciones de Datos Geoespaciales:**

Web Mapping Service (WMS)

<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>

Un servicio que produce dinámicamente mapas referenciados espacialmente a partir de información geográfica generada, permitiendo su visualización.

Keyhole Markup Language (KML)

<http://www.opengeospatial.org/standards/kml>



Es un lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones.

### **Publicación de Datos Geoespaciales Crudos o de Acuerdo a un Esquema Interoperable:**

Web Feature Service (WFS)

<http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>

Un Servicio de Vectores en la Web es un estándar abierto que brinda la posibilidad de transferir vectores que representan elementos geográficos, junto a sus atributos.

Web Coverage Service (WCS)

<http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>

Un servicio que permite el acceso interoperable a “grilla de cobertura” (en inglés “grid coverages”), que refiere típicamente a contenido del tipo imagen de satélite, foto aérea digital, datos digitales de elevación, y cualquier otro fenómeno que se pueda representar en puntos de medida.

### **Lenguaje XML de Descripción de la Información Geoespacial:**

Geography Markup Language (GML)

<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>

GML (Geography Markup Language) es el estándar XML de la OGC para representar información de elementos espaciales.

### **Catálogos y Servicios de Metadatos:**

Catalogue Service for the web (CSW)

<http://www.opengeospatial.org/standards/cat>

Permite acceder y consultar metadatos de los recursos cartográficos disponibles en servicios web. Mediante este servicio también se puede realizar búsqueda de metadatos y datos disponibles.

*En Caso de no disponer de capacidad para publicar la información en forma interoperable, se debe garantizar el acceso a la información al menos en formatos digitales conocidos (Shapefile, geotiff, PDF, CSV, etcétera) ya sea entregados en mano o puestos a disposición en la red por medios electrónicos conocidos, como el FTP.*

### **Anexo VI: Amenaza sísmica**

A continuación se identifica la amenaza sísmica de acuerdo a los antecedentes de sismos históricos desde 1692 y modernos, información de probable actividad cuaternaria de fallas geológicas, estudios de la estructura del subsuelo hasta profundidades del manto terrestre y mapa de zonificación sísmica disponible:

- Ocurrencia de sismos superficiales:
  - a) Sismicidad andina (Profundidad  $\leq 40$  km) con  $M \geq 5,5$
  - b) Sismicidad margen pasivo (Profundidad  $\leq 30$  km) con magnitud sísmica  $M > 4,5$
  - c) Sismicidad margen transformante (Profundidad  $\leq 25$  km) con magnitud sísmica  $M \geq 5,5$  y otra sismicidad del extremo sur del territorio argentino
- Ocurrencia de sismos intermedios (Profundidad entre 90 y 450 km) con magnitud sísmica  $M \geq 6,5$
- Ocurrencia de sismos profundos (Profundidad  $\geq 451$  km) con magnitud sísmica  $M \geq 7,5$
- Ocurrencia de megaterremotos con magnitud sísmica  $M \geq 7,0$  en la costa chilena.

#### Período probable de ocurrencia del evento sísmico:

- Todos los días del año
- Luego de un sismo de gran tamaño en la misma área de falla activa.
- Después de un megaterremoto del sector de la costa chilena en el océano Pacífico.

#### Escala de Intensidad Mercalli Modificada (1931) -abreviada y modificada por C.F. Richter-

- I Imperceptible. Lo registran los sismógrafos.
- II Lo perciben las personas en reposo, en los pisos superiores, o situadas favorablemente.
- III Se percibe en el interior de los edificios. Puede no reconocerse como un sismo. Los objetos colgados oscilan levemente. Vibraciones como las que producen los camiones ligeros al pasar.
- IV Se percibe en el interior de los edificios, reconociéndose que se trata de un sismo. Los objetos colgantes oscilan y las puertas y ventanas crujen. Se perciben vibraciones como las ocasionadas por el paso de un camión pesado. En la parte superior de este grado crujen las cabriadas y paredes de madera y tintinean los vasos y la loza.

V Se percibe a la intemperie; se puede estimar su duración. Quienes duermen, se despiertan. Los líquidos se mueven; algunos se vuelcan. Los objetos pequeños inestables, se desplazan o se caen. Las puertas oscilan, se cierran y se abren. Los relojes de péndulo pueden pararse, alterar su funcionamiento o arrancar si estaban detenidos.

VI Lo perciben todos. Muchos se asustan y salen al descubierto. Las personas caminan inseguras. Las ventanas, platos y artículos de vidrio se rompen. Los adornos, libros y objetos similares se caen de los estantes. Algunos cuadros se caen de las paredes. Los muebles se mueven o se vuelcan. Los revoques débiles y la mampostería D, se agrietan. Las campanas pequeñas repican (la de la iglesia, escuela). Los árboles y arbustos se sacuden visiblemente, o se los oye crujir.

VII Es difícil permanecer de pie. Lo notan los conductores de automóviles. Los objetos colgados trepidan. Los muebles se rompen. Daños en la mampostería D. Las chimeneas débiles se rompen a nivel del techo. Caen los revoques, los ladrillos se aflojan; las piedras, revestimientos, cornisas, los parapetos sin contrafuertes y los ornamentos arquitectónicos también caen. Algunas grietas en la mampostería C. Olas en los estanques. Pequeños deslizamientos y derrumbes en los bancos de arena o de grava. Las campanas grandes repican.

VIII Se hace difícil conducir un automóvil. Se daña la mampostería C y en parte se cae. Algún daño en la mampostería B; ninguno en la mampostería A. Caen los revoques y algunos muros de mampostería. Caída y torsión de chimeneas de las casas y de las fábricas, monumentos, torres, tanques elevados. Las casas con estructura de madera salen de sus cimientos si no están ancladas; los muros de relleno son arrojados hacia afuera. Los pilotes podridos se quiebran. Las ramas se desprenden de los árboles. Cambios en el caudal y temperatura de manantiales y pozos. Grietas en terreno mojado y en taludes inclinados.

IX Pánico general. Se destruye la mampostería D; se daña fuertemente la mampostería C, algunas veces con colapso completo. Se daña la mampostería B. Las estructuras no ancladas se desplazan de los cimientos. Los marcos crujen. Serios daños en depósitos para líquidos. Se rompen las tuberías enterradas. Grietas importantes en el terreno. Expulsión de arena y lodo en terrenos aluviales, conformación de cráteres de arena.

X Se destruye la mayoría de las estructuras de mampostería, incluso sus cimientos y también algunas estructuras de madera bien construidas y algunos puentes. Serios daños en presas, diques, terraplenes. Grandes derrumbes. Agua arrojada sobre las márgenes de los canales, ríos, lagos, etc. Arena y lodo desplazados horizontalmente en las playas y en terreno plano. Rieles doblados ligeramente.

XI Rieles muy doblados. Tuberías enterradas completamente destruidas. Grandes grietas en la tierra.

XII Catástrofe. Destrucción total. Grandes masas de roca desplazadas. Cambios de niveles del terreno. Objetos arrojados al aire.

### Tipos de Mamposterías

"A": Construida con buenos materiales, buena mano de obra y buen proyecto. Reforzada con acero u hormigón armado. Diseñada para resistir esfuerzos laterales.

"B": Buena mano de obra y buen mortero. Reforzada, pero no diseñada para resistir fuerzas laterales.

"C": Mano de obra y morteros corrientes. No demasiado débiles. Falta de amarre en las esquinas. No reforzada ni diseñada para resistir fuerzas horizontales.

"D": Materiales débiles como el ADOBE, morteros pobres. MALA mano de obra. Débil horizontalmente.

### ANEXO VII: Niveles de Alerta Volcánica

ALERTA	Estado de actividad	Tiempo para erupción	Escenario posible
VERDE	Volcan activo Comportamiento Estable (No riesgo inmediato)	Meses/Años	El volcán puede estar en un estado base que caracteriza el periodo de reposo o quietud, o registrar actividad sísmica, fumarólica u otras manifestaciones de actividad en superficie que <b>afectan fundamentalmente la zona más inmediata o próxima al centro de emisión</b> , por lo que no representa riesgo para las poblaciones y actividades económicas de su zona de influencia.
AMARILLO	Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica	Semanas/Meses	Variaciones en los niveles de parámetros derivados de la vigilancia que indican que el volcán está por encima de su umbral base y que el proceso es <b>inestable</b> , pudiendo evolucionar aún aumentando o disminuyendo esos niveles. Pueden registrarse fenómenos como: enjambres sísmicos (algunos de ellos sentidos), emisión de ceniza, lahares, cambios morfológicos, ruidos, olores de gases volcánicos, entre otros; que pueden alterar la calidad de vida de las poblaciones en la zona de influencia volcánica. ○ disminución o retorno después de un nivel superior, indicando que la actividad volcánica ha decrecido significativamente, retornando a su equilibrio o se encuentra cercano al umbral base, pero se continúa el monitoreo exhaustivo por una posible reactivación.
NARANJA	Erupción probable o retorno después de etapa eruptiva	Días/Semanas	Variaciones <b>significativas</b> en el desarrollo del proceso volcánico derivadas del análisis de los indicadores de los parámetros de vigilancia, con dos diferentes situaciones a considerar: (1) Incremento con alta probabilidad de evolucionar en evento(s) eruptivo(s) de carácter explosivo o efusivo, (2) ocurrencia de erupción menor la cual genera una amenaza limitada hacia la población e infraestructura existente. ○ disminución o retorno después de una fase eruptiva, indicando que el proceso se haya en una etapa de descenso, con características que determinan que aún el sistema volcánico es inestable.
ROJO	Erupción inminente o en curso	Horas/Erupción en Progreso	Proceso eruptivo en proceso, cuyo clímax se puede alcanzar en horas o evento eruptivo de alta amenaza en curso. La fase eruptiva, sea explosiva o efusiva, puede estar compuesta de varios episodios. El tiempo de preparación y respuesta es muy corto.

### ANEXO VIII: Recomendaciones

Se ha identificado la necesidad de generar los siguientes productos referentes a:

- Detección de rayos
- Generar una base de datos de grandes, medianas y pequeñas presas para generación eléctrica
- Eventos severos de meteorología del espacio. Debería contarse con pronósticos de Tormentas de Radiación Solar, Tormentas geomagnéticas y de apagones de Radio (Ver anexo Meteorología Espacial)

**ANEXO IX: Amenazas que generaron perturbaciones en el SADI (2015-2016)**

Fuente: CAMMESA. Elaboración: IGN

