

**De:** Roberto Carlos Medrano Contreras <robertocarlos.medrano@cemex.com>  
**Enviado el:** jueves, 14 de enero de 2016 11:55 a. m.  
**Para:** Cofemer Cofemer  
**Asunto:** Comentarios a: Manuales de Requerimientos Interconexión de Centrales al SEN. Requerimientos de Conexión a Centros de Carga. Código de Red. Manual de Coordinación Operativa.  
**Datos adjuntos:** Manual de Requerimientos Interconexión al SEN\_rev1.docx; Requerimientos Conexión Centro de Carga\_rev.docx; Criterios Generales Código Red revAMF.docx; Manual de Coordinación Operativa rev AMF\_RMC.docx

Estimados, buenos días

Adjunto los comentarios de CEMEX Energía respecto a los documentos presentados por la CRE el pasado 27 de Noviembre de 2015, mismos que conformarán el Código de Red.

- 1) Manual de Requerimientos Técnicos para la Interconexión de Centrales Eléctricas al SEN.
- 2) Requerimientos Técnicos para la Conexión de Centros de Carga
- 3) Criterios de eficiencia, Calidad, Confiabilidad, Continuidad, Seguridad y Sustentabilidad del Sistema Eléctrico Nacional: Código de Red
- 4) Manual de Coordinación Operativa:

Para cualquier duda o aclaración, no duden en ponerse en contacto con su servidor.

Saludos cordiales,



**Roberto Carlos Medrano C.**  
Operation & Maintenance Manager  
Office: +52 81 8888 4640 | CX-Net: 8052 3 4640 | Mobile: +52 (1) 81.19.16.0673

Av. Ricardo Margáin 325, Col. Valle del Campestre  
66265 San Pedro Garza García, NL - México  
[robertocarlos.medrano@cemex.com](mailto:robertocarlos.medrano@cemex.com)



This email message and any attachments are for the sole use of the intended recipient(s) and contain confidential and/or privileged information. Any unauthorized review, use, disclosure or distribution is prohibited. If you are not the intended recipient, please contact the sender by reply email and destroy all copies of the original message and any attachments. Thank you. "La información de este correo así como la contenida en los documentos que se adjuntan, puede ser objeto de solicitudes de acceso a la información"



**MANUAL DE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS  
PARA LA INTERCONEXIÓN DE CENTRALES  
ELÉCTRICAS AL SISTEMA ELÉCTRICO  
NACIONAL**

---

## CONTENIDO

TÍTULO 1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE INTERCONEXIÓN DE CENTRALES ELÉCTRICAS .....	7
1. Disposiciones generales .....	7
1.1. Clasificación de las Centrales Eléctricas .....	7
1.2. Aplicabilidad de los requerimientos.....	8
2. Requerimientos de interconexión ante variaciones de frecuencia .....	9
2.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A .....	9
2.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	12
2.3. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	19
2.4. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D.....	20
3. Requerimientos de control de frecuencia.....	21
3.1. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo C .....	21
3.2. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo D.....	21
4. Requerimientos de interconexión ante variaciones de tensión .....	21
4.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A .....	21
4.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	21
4.3. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	22
4.4. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D.....	22
5. Requerimientos de control de tensión y potencia reactiva .....	22
5.1. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas síncronas tipo B .....	22
5.2. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas síncronas tipo C .....	23
5.3. Requerimientos específicos para para Centrales Eléctricas síncronas tipo D.....	26
5.4. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo B .....	26
5.5. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo C .....	27
5.6. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo D.....	30
6. Requerimientos de control de tensión en condiciones dinámicas o de falla .....	31
6.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	31
6.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	33
6.3. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D .....	34
7. Requerimientos generales de restauración del sistema .....	36
7.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	36

7.2.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	37
7.3.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D .....	39
8.	Requerimientos generales de administración del sistema .....	39
8.1.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	39
8.2.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	41
8.3.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D .....	44
9.	Requerimientos generales de Calidad de la energía .....	44
9.1.	Requerimientos generales de desbalance máximo .....	44
9.1.1.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A .....	44
9.1.2.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	45
9.1.3.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	45
9.1.4.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D .....	45
9.2.	Requerimientos generales de variaciones máximas de tensión .....	45
9.2.1.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A .....	45
9.3.	Requerimientos generales de variaciones periódicas de amplitud de la tensión.....	46
9.3.1.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	46
9.3.2.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	47
9.3.3.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D .....	47
9.4.	Requerimientos generales de severidad del parpadeo .....	47
9.4.1.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	48
9.4.2.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	48
9.4.3.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D .....	4948
9.5.	Requerimientos generales de variaciones rápidas en la tensión.....	49
9.5.1.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	49
9.5.2.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	49
9.5.3.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D .....	5049
9.6.	Requerimientos generales de contenido armónico máximo.....	5049
9.6.1.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A .....	50
9.6.2.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B .....	51
9.6.3.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C .....	5352
9.6.4.	Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D .....	5453
9.7.	Requerimientos generales de inyección de corriente directa .....	5453
10.	Arreglos de subestaciones de maniobras en el punto de interconexión .....	5554

---

11. Monitoreo de Conformidad .....	<del>5655</del>
TITULO 2. Arreglos transicionales para Tecnologías emergentes .....	<del>5655</del>
1. Tecnologías emergentes .....	<del>5655</del>
2. Establecimiento de umbrales para calificar como Tecnología emergente .....	<del>5756</del>
3. Aplicación para calificar como Tecnología emergente .....	<del>5756</del>
4. Evaluación y aprobación de solicitudes para calificar como Tecnología emergente.....	<del>5857</del>
5. Revisión de clasificación como Tecnología emergente.....	<del>5857</del>

---

## **I. PROPÓSITO Y OBJETIVOS**

## **II. DISPOSICIONES GENERALES**

### **1. TEMA DE OBJETO**

El presente Manual define los requerimientos técnicos para la interconexión de las Centrales Eléctricas al SEN. Por lo tanto, ayuda a garantizar condiciones justas de competencia en el Mercado Eléctrico Mayorista, la seguridad de la red y la integración de las fuentes de energías renovables, así como para facilitar el despacho de energía en todo el país.

### **2. ASPECTOS REGULATORIOS**

Los requerimientos de aplicación general que debe establecer el CENACE con apego al presente Manual están sujetos a la aprobación de la CRE.

En la aplicación del presente Manual, se buscan alcanzar los siguientes objetivos:

- a. aplicar los principios de proporcionalidad y no discriminación;
- b. garantizar la transparencia;
- c. aplicar el principio de optimización entre la mayor eficiencia general y el menor costo total para todas las partes implicadas;
- d. respetar la responsabilidad asignada al CENACE para garantizar la seguridad de la red, incluidas las disposiciones requeridas por la legislación nacional;
- e. consultar al Transportista o Distribuidor y tener en cuenta el posible impacto en sus redes; y
- f. tener en cuenta las especificaciones técnicas y las normas técnicas aplicables.

### **3. OBLIGACIONES DE CONFIDENCIALIDAD**

Cualquier información recibida, intercambiada o transmitida en virtud del presente Manual estará sujeta a las obligaciones de confidencialidad y secreto profesional.

La obligación de secreto profesional será aplicable a toda persona, la CRE o entidad sujeta a las disposiciones del presente Manual.

La información confidencial recibida por las personas, la CRE o entidades mencionadas en el subcapítulo anterior durante el ejercicio de sus deberes no podrá divulgarse a ninguna otra

---

persona u autoridad, sin perjuicio de los casos cubiertos por el derecho nacional, por el resto de disposiciones del presente Manual u otra legislación nacional pertinente.

Sin perjuicio de los casos cubiertos por el derecho nacional, la CRE, las entidades o las personas que reciban información confidencial con arreglo al presente Manual podrán utilizarla únicamente a efectos del ejercicio de sus deberes.

## TÍTULO 1. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE INTERCONEXIÓN DE CENTRALES ELÉCTRICAS

### 1. Disposiciones generales

#### 1.1. Clasificación de las Centrales Eléctricas

La Central Eléctrica debe cumplir los requerimientos según su capacidad instalada de conformidad con las categorías mostradas en la [Tabla 1](#) ~~Tabla 1~~.

Áreas síncronas	Central Eléctrica tipo A	Central Eléctrica tipo B	Central Eléctrica tipo C	Central Eléctrica tipo D
Sistema Interconectado Nacional	$P < 500 \text{ kW}$	$500 \text{ kW} \leq P < 10 \text{ MW}$	$10 \text{ MW} \leq P < 30 \text{ MW}$	$P \geq 30 \text{ MW}$
Sistema Baja California	$P < 500 \text{ kW}$	$500 \text{ kW} \leq P < 5 \text{ MW}$	$5 \text{ MW} \leq P < 20 \text{ MW}$	$P \geq 20 \text{ MW}$
Sistema Baja California Sur	$P < 500 \text{ kW}$	$500 \text{ kW} \leq P < 3 \text{ MW}$	$3 \text{ MW} \leq P < 10 \text{ MW}$	$P \geq 10 \text{ MW}$
Sistema Interconectado Mulegé	$P < 500 \text{ kW}$	$500 \text{ kW} \leq P < 1 \text{ MW}$	$1 \text{ MW} \leq P < 3 \text{ MW}$	$P \geq 3 \text{ MW}$

Tabla 1: Clasificación de una Central Eléctrica según su capacidad.

Con respecto a cambios de Capacidad instalada, modernización o remplazo de equipo:

- en caso de modificación de la Capacidad instalada, le aplicarán los requerimientos del tipo (A, B, C o D) que le corresponda de acuerdo a la nueva Capacidad instalada, conforme a la [Tabla 1](#) ~~Tabla 1~~;
- en caso que se prevea que los cambios producirán un impacto en el sistema, se deben acordar los cambios entre la Central Eléctrica y el CENACE antes de implementarlos; y
- en caso de modernización o reemplazo de equipo existente, el nuevo equipo debe cumplir con los respectivos requerimientos que le apliquen.

**Con formato:** Fuente: 11 pto

**Comentado [CU1]:** De capacidad?

**Comentado [CU2]:** Esto es aplicable aunque no haya un cambio de capacidad?

## 1.2. Aplicabilidad de los requerimientos

Todos los requerimientos que se definen a continuación serán aplicables o referidos al punto de interconexión, a menos que un requerimiento específico indique otra cosa.

Las Centrales Eléctricas Existentes no estarán sujetas a los requerimientos de los criterios del Código, excepto en los casos siguientes:

- a. Una Central Eléctrica Existente que incremente su capacidad de generación.
- b. Una Central Eléctrica de tipo B, C o D que se ha modificado de tal forma que su contrato de interconexión se debe revisar sustancialmente de conformidad con el procedimiento siguiente:
  - i. La Central Eléctrica que tenga prevista la modernización total o parcial, así como la sustitución de alguno de los equipos principales, entre los que se pueden encontrar los siguientes: turbina, caldera, generador eléctrico, regulador automático de tensión, sistema estabilizador de potencia, regulador automático de velocidad y sistema de excitación que afectan a las capacidades técnicas. La Central Eléctrica deberá notificar sus planes con antelación al CENACE;
  - ii. Si el CENACE considera que el alcance de la modernización o de la sustitución de equipos es tal que se requiere un nuevo contrato de interconexión, el CENACE deberá notificarlo a la CRE; y
  - iii. Si procede, la CRE deberá decidir si es necesario revisar el contrato de interconexión existente o si se requiere uno nuevo, así como los requerimientos del presente Código que se aplicarán; o
- c. Una Central Eléctrica que cambie o adicione un Punto de Interconexión.
- d. Si procede, la CRE decide supeditar una Central Eléctrica a todos o algunos de los requerimientos del presente Código, tras la propuesta del CENACE en virtud de los estudios que este realice.

**Comentado [CU3]:** ¿Hay algún criterio de tolerancia para el incremento?

Se propone con incrementos mayores del 10% de la capacidad instalada. Esto con la finalidad de incentivar las mejores prácticas y aprovechar las mejoras tecnológicas de los equipos primarios de generación.

**Comentado [CU4]:** Definir qué capacidades técnicas.

**Comentado [CU5]:** Qué criterios serán tomados en cuenta para requerir un nuevo contrato?

## 2. Requerimientos de interconexión ante variaciones de frecuencia

### 2.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A

La Central Eléctrica de tipo A debe cumplir con los requerimientos relacionados con la estabilidad de frecuencia.

a) Rangos de frecuencia:

- i. la Central Eléctrica, durante su vida útil, ~~debe ser capaz de debe~~ mantenerse interconectada a la red y operando dentro de los rangos de frecuencia y tiempo definidos en la Tabla 2.
- ii. los tiempos especificados son acumulativos e independientes en cada rango de frecuencia; y
- iii. rangos más amplios de frecuencia o tiempo pueden ser solicitados por el CENACE, ~~siempre y cuando no afecten la vida útil de los equipos, de manera justificada~~, para preservar o restablecer la seguridad del sistema, asegurando el mejor aprovechamiento de las capacidades técnicas de algunas tecnologías. Si estos rangos son económica y técnicamente factibles, no deben limitarse.

Área síncrona	Rango de frecuencias	Tiempo mínimo de operación
Sistema Interconectado Nacional y Baja California	$61.8 \text{ Hz} \leq f < 62.4 \text{ Hz}$	15 minutos
	$61.2 \text{ Hz} \leq f < 61.8 \text{ Hz}$	30 minutos
	$58.8 \text{ Hz} \leq f < 61.2 \text{ Hz}$	Ilimitado
	$58.2 \text{ Hz} \leq f < 58.8 \text{ Hz}$	30 minutos
	$57.0 \text{ Hz} \leq f < 58.2 \text{ Hz}$	15 minutos
Sistema Baja	$61.8 \text{ Hz} \leq f < 63.0 \text{ Hz}$	15 minutos

California Sur y Sistema Interconectado Mulegé	$61.2 \text{ Hz} \leq f < 61.8 \text{ Hz}$	30 minutos
	$58.8 \text{ Hz} \leq f < 61.2 \text{ Hz}$	Ilimitado
	$58.2 \text{ Hz} \leq f < 58.8 \text{ Hz}$	30 minutos
	$57.0 \text{ Hz} \leq f < 58.2 \text{ Hz}$	15 minutos

Tabla 2: Tiempos mínimos en los que una Central Eléctrica debe operar en frecuencias diferentes del valor nominal, sin desconectarse de la red.

b) Respuesta ante rapidez de cambio de frecuencia:

- i. la Central Eléctrica debe **ser capaz de** mantenerse interconectada a la red y operando ante razones de cambio de la frecuencia respecto al tiempo, de hasta 2.5 Hz/s; y
- ii. razones de cambio de la frecuencia respecto al tiempo más amplios pueden ser solicitados por el CENACE, de manera justificada, para preservar o restablecer la seguridad del sistema, asegurando el mejor aprovechamiento de las capacidades técnicas de algunas tecnologías. Si esta razón de cambio resulta ser económica y técnicamente factible, no debe limitarse **siempre y cuando no haya consecuencias para los equipos de generación**.

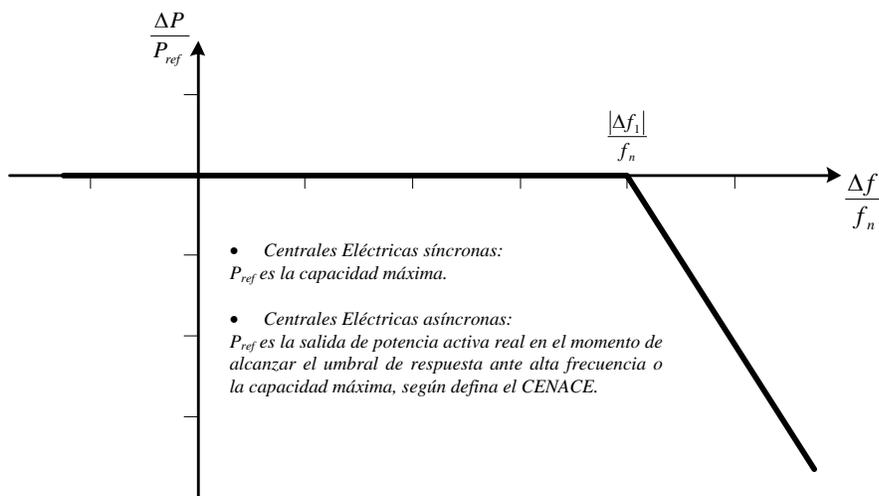
c) Respuesta ante alta frecuencia:

- i. la Central Eléctrica debe activar su control sobre la potencia activa en respuesta a una condición de alta frecuencia como se muestra en la **Figura 1**. Este control debe activarse a partir de 60.2 Hz, con una característica de regulación seleccionable entre 3 % y 8 %. El ajuste de la característica de regulación lo definirá el CENACE de acuerdo a la necesidad del sistema. La respuesta de potencia activa debe ser activada en menos de 2 segundos, en caso de no ser técnicamente factible este tiempo debe ser razonablemente justificado. La Central Eléctrica debe continuar en operación al nivel mínimo de regulación cuando alcancen este límite o a un nivel inferior si es posible; y

**Con formato:** Fuente: 11 pto

**Con formato:** Fuente: 11 pto, Sin Cursiva, Revisar la ortografía y la gramática

- ii. la Central Eléctrica debe operar en forma estable durante el modo de respuesta a alta frecuencia. Cuando dicho modo este activo, su valor de consigna debe prevalecer sobre cualquier otro valor de consigna.



Donde:

$P_{ref}$  es la potencia activa de referencia con la que se relaciona  $\Delta P$  y puede especificarse de forma diferente para las centrales eléctricas síncronas y las Centrales Eléctricas asíncronas.

$\Delta P$  es el cambio en la salida de potencia activa de la Central Eléctrica.

$f_n$  es la frecuencia nominal (60 Hz) de la red.

$\Delta f$  es la desviación de frecuencia de la red.

Cuando  $\Delta f$  es superior a  $\Delta f_1$ , la Central Eléctrica debe proporcionar un cambio en la salida de potencia activa negativo de acuerdo con la característica de regulación indicada en el modo de respuesta ante alta frecuencia.

Figura 1: Capacidad de respuesta de la potencia activa de la Central Eléctrica ante alta frecuencia.

- d) Mantener la potencia activa constante respecto a cambios de frecuencia:
- i. la Central Eléctrica debe mantener constante **siempre y cuando la fuente de energía primaria permita** su aportación de potencia activa, sin importar los cambios en la frecuencia, a menos que la salida de potencia siga los cambios definidos en términos del apartado 2**b)b)** inciso **b)b)**.
- e) Limitación total de potencia activa a solicitud del CENACE:

**Comentado [CU6]:** No existe ésta numerología en el documento.

**Con formato:** Color de fuente: Texto 1

**Con formato:** Color de fuente: Texto 1

- 
- i. la Central Eléctrica debe estar equipada con una interfaz lógica (puerto de entrada) que permita recibir una instrucción para detener la aportación de potencia activa en menos de 5 segundos. Esta limitación prevalecerá mientras no exista una confirmación del CENACE para reactivar la aportación de potencia activa a la red. Las condiciones de aportación se ajustarán al apartado ~~(2.12.4)~~ inciso ~~(D)~~.
  - f) Condiciones para reconexión automática:
    - i. la Central Eléctrica podrá interconectarse automáticamente a la red bajo las siguientes condiciones:
      - A. frecuencia en el rango de 58.8 Hz a 60.0 Hz y tensión en el rango de  $\pm 10$  % del valor nominal al menos durante 5 minutos; y
      - B. una rampa admisible máxima de incremento de potencia de 10 % de la capacidad nominal de la Central Eléctrica por minuto.
    - ii. la interconexión automática es permitida bajo las condiciones anteriores a menos que el CENACE especifique lo contrario.

## 2.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de frecuencia para las Centrales Eléctricas de tipo A, más los siguientes:

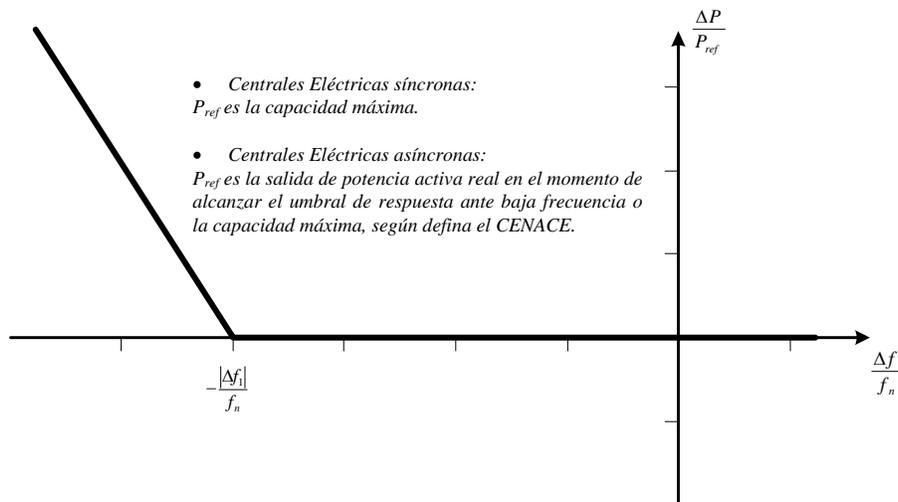
- a) Limitación parcial de potencia a solicitud del CENACE:
  - i. para poder controlar la potencia de salida, la Central Eléctrica debe estar equipada con una interfaz (puerto de entrada) que permita recibir una instrucción para reducir la aportación de potencia activa.
- b) Controlabilidad de potencia activa y su rango de control:
  - i. la Central Eléctrica debe ajustar el valor de consigna de potencia activa como le sea instruido por el CENACE. La Central Eléctrica implementará el valor de consigna dentro de un periodo y una tolerancia definidos previamente por el

---

CENACE, sujeto a la disponibilidad de recursos de la fuente primaria de energía.

c) Respuesta ante baja frecuencia:

- i. la Central Eléctrica debe activar su control de la potencia activa en respuesta a una condición de baja frecuencia como se muestra en la ~~Figura 2~~Figura-2. Este debe activarse a partir 59.8 Hz, con una característica de regulación en el rango de 3 % a 8 %. El ajuste de la característica de regulación lo definirá el CENACE de acuerdo a la necesidad del sistema. La Central Eléctrica debe proveer un incremento de potencia activa hasta su Capacidad instalada. La entrega real de potencia activa dependerá de las condiciones ambientales y operativas, en particular ante limitaciones cerca de la Capacidad instalada ante baja frecuencia y la disponibilidad de la fuente primaria de energía. La respuesta de potencia activa debe ser activada en menos de 2 segundos, en caso de no ser técnicamente factible este tiempo debe ser razonablemente justificado; y
- ii. una operación estable durante condiciones de baja frecuencia debe ser asegurada por la Central Eléctrica. Cuando dicho modo este activo, su valor de consigna debe prevalecer sobre cualquier otro valor de consigna.



Donde:

$P_{ref}$  es la potencia activa de referencia con la que se relaciona  $\Delta P$  y puede especificarse de forma diferente para las centrales eléctricas síncronas y las Centrales Eléctricas asíncronas.

$\Delta P$  es el cambio en la salida de potencia activa de la Central Eléctrica.

$f_n$  es la frecuencia nominal (60 Hz) de la red.

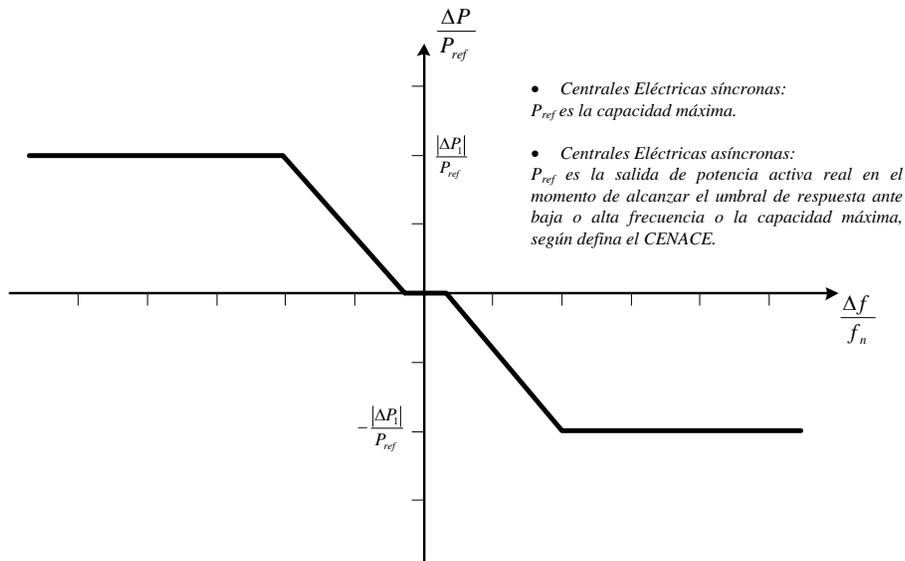
$\Delta f$  es la desviación de frecuencia de la red.

Cuando  $\Delta f$  es inferior a  $\Delta f_1$ , la Central Eléctrica debe proporcionar un cambio en la salida de potencia activa positivo de acuerdo con la característica de regulación indicada en el modo de respuesta ante baja frecuencia.

Figura 2: Capacidad de respuesta de la potencia activa de la Central Eléctrica ante baja frecuencia.

- ii. los siguientes requerimientos deben aplicar acumulativamente respecto de la respuesta a la ~~a~~ frecuencia;
- iii. la Central Eléctrica debe proveer una respuesta de potencia activa a la frecuencia de acuerdo a la ~~Figura 3~~ ~~Figura 3~~ y con los parámetros especificados CENACE dentro de los rangos de la ~~Tabla 3~~ ~~Tabla 3~~;
- iv. los rangos definidos en la ~~Tabla 3~~ ~~Tabla 3~~ deben ser configurables o ajustables solicitud del CENACE;

Con formato: IncisoCR, Sangría: Izquierda: 1 cm, Sin viñetas ni numeración



Donde:  
 $P_{ref}$  es la potencia activa de referencia con la que se relaciona  $\Delta P$ .  
 $\Delta P$  es el cambio en la salida de potencia activa de la Central Eléctrica.  
 $f_n$  es la frecuencia nominal (60 Hz) de la red, y  
 $\Delta f$  es la desviación de frecuencia de la red.

Figura 3: Control primario de frecuencia de la Central Eléctrica.

Parámetros		Rangos
Intervalo de potencia activa en relación con la Capacidad instalada	$\frac{ \Delta P_i }{P_{m\acute{a}x}}$	3 - 10 %
Insensibilidad propia del control de respuesta a la frecuencia	$ \Delta f_i $	5 - 15 mHz
	$\frac{ \Delta f_i }{f_n}$	0.008 - 0.025 %
Banda muerta de respuesta a la frecuencia		$\pm 30$ mHz
Característica de regulación		3 - 8 %

Tabla 3: Parámetros de respuesta de la potencia activa del control primario de frecuencia.

- v. en caso de alta frecuencia, la respuesta de la potencia activa está restringida por el límite mínimo de regulación de acuerdo a la [Tabla 4](#) para cada tecnología;

Con formato: Fuente: 11 pto

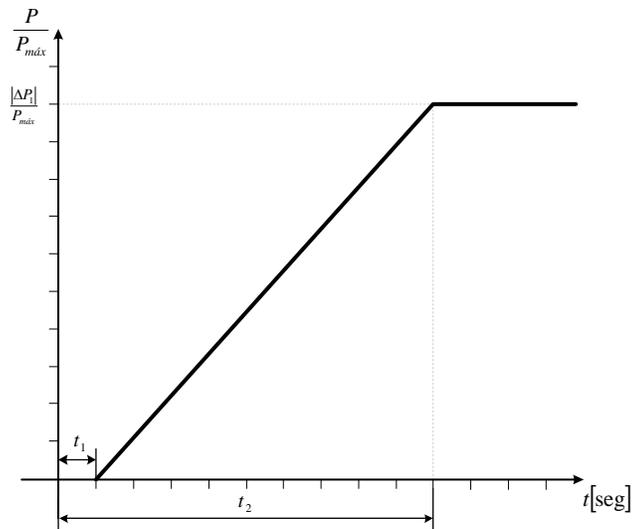
Tecnología de la Central Eléctrica y su tipo principal de combustible	Rango de regulación de potencia activa en relación a la potencia máxima (%)
Carboeléctrica a base de carbón pulverizado	35 - 100
Termoeléctrica a base de combustóleo	20 - 100
Termoeléctrica a base de gas	20 - 100
Termoeléctrica a base de biogás	35 - 100
Termoeléctrica a base de paja o madera	50 - 100
Carboeléctrica a base de carbón sólido	50 - 100
Termoeléctrica a base de biomasa	70 - 100
Motor de gas	50 (35 % al menos 5 minutos) - 100
Turbina de gas	20 - 100
Ciclo combinado a base de gas	20% para la turbina de gas - 100
	75% para la turbina de vapor - 100
Motor Diésel	50 (20 % al menos 5 minutos) - 100
Central Geotérmica	50 - 100
Central eólica	0 - 100
Central fotovoltaica	0 - 100
Hidroeléctrica	0 - 100
Nucleoeléctrica	50 - 100

Tabla 4: Rango de Regulación de Potencia Activa referido a la potencia máxima de la Central Eléctrica.

- vi. en caso de baja frecuencia, la respuesta de potencia activa está limitada por la Capacidad instalada de la Central Eléctrica. La entrega real de potencia activa dependerá de las condiciones ambientales y operativas, en particular ante

limitaciones cerca de la Capacidad instalada ante baja frecuencia y la disponibilidad de la fuente primaria de energía;

- vii. para asegurar una adecuada regulación de la frecuencia, la Central Eléctrica debe mantener la respuesta de potencia activa, al menos o por encima de la línea sólida que se define en la [Figura 4](#)Figura-4, de acuerdo con los especificados por el CENACE dentro de los rangos definidos por la [Tabla](#) combinación de la elección de los parámetros especificados por el CENACE debe tomar en cuenta las posibles limitaciones de las tecnologías;



Donde:

$P_{m\acute{a}x}$  es la capacidad máxima con la que se relaciona  $\Delta P$ .

$\Delta P$  es el cambio en la salida de potencia activa de la Central Eléctrica. La Central Eléctrica debe proporcionar una salida de potencia activa  $\Delta P$  hasta el punto  $\Delta P_1$  de acuerdo con los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ , y los valores de  $\Delta P_1$ .

$t_1$  y  $t_2$  deberá especificarlos el CENACE según la Tabla 5.

$t_1$  es la demora inicial, y

$t_2$  es el tiempo para la activación total.

Figura 4: Capacidad de respuesta de la potencia activa a la frecuencia.

- viii. si el retraso en la activación inicial de la respuesta de frecuencia de potencia activa es superior a 2 segundos, la Central Eléctrica debe proporcionar evidencia que demuestre la limitación técnica;
- ix. de acuerdo a las limitaciones por tecnología, el CENACE podrá fijar un periodo de tiempo inferior a dos segundos; y

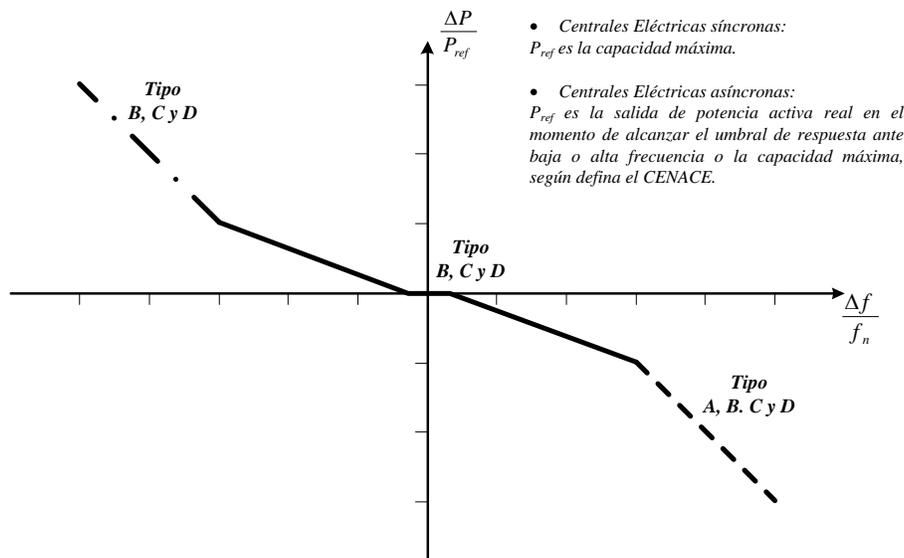
- x. la Central Eléctrica debe responder a la frecuencia desde el límite máximo de regulación al límite mínimo de regulación y viceversa en un tiempo máximo de 15 minutos. Al especificar el tiempo, el CENACE tomará en cuenta el margen de potencia activa y la fuente primaria de energía de la Central Eléctrica. Dentro de los límites de tiempo especificados, el control de potencia activa no debe tener ningún impacto adverso en la respuesta a la frecuencia de la Central Eléctrica.
- xi. la [Figura 5](#) ejemplifica el comportamiento que la Central Eléctrica debe ante los modos de respuesta de potencia activa ante baja y alta frecuencia, así como el control primario de frecuencia.

Parámetros		Rangos o valores
Intervalo de potencia activa en relación con la Capacidad instalada de la Central Eléctrica (intervalo de respuesta a la frecuencia)	$\frac{ \Delta P_1 }{P_{m\acute{a}x}}$	3 - 10 %
En el caso de las Centrales Eléctricas síncronas, la demora inicial máxima admisible $t_1$ a menos que se justifique lo contrario de acuerdo con el apartado (2.22.2) inciso (d) sub inciso (viii)		2 segundos
En el caso de las Centrales Eléctricas asíncronas, la demora inicial máxima admisible $t_1$ a menos que se justifique lo contrario de acuerdo con el apartado (2.22.2) inciso (d) sub inciso (ix)		Menor a 2 segundos
Tiempo de activación total $t_2$ , a menos que el CENACE permita tiempos de activación más largos por motivos de estabilidad del sistema		30 segundos

Tabla 5: Parámetros de activación de la respuesta de la potencia activa a la frecuencia resultantes de un cambio en el paso de frecuencia.

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Cambria, Color de fuente: Texto 1

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Cambria, Color de fuente: Texto 1



Donde:  
 $P_{ref}$  es la potencia activa de referencia con la que se relaciona  $\Delta P$ .  
 $\Delta P$  es el cambio en la salida de potencia activa de la Central Eléctrica.  
 $f_n$  es la frecuencia nominal (60 Hz) de la red, y  
 $\Delta f$  es la desviación de frecuencia de la red.

Figura 5: Capacidad de respuesta de la potencia activa de la Central Eléctrica ante baja y alta frecuencia, así como el control primario de frecuencia.

### 3. Desconexión ante baja frecuencia:

- i. la Central Eléctrica que esté alimentando carga no prioritaria, por ejemplo plantas con re\_bombeo, debe desconectar su carga en caso de baja frecuencia cumpliendo con los ajustes definidos por el CENACE. El requerimiento mencionado en este inciso no se extiende a sus servicios auxiliares.

#### 2.3.3.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C

Aplican los Requerimientos Generales de frecuencia para Centrales Eléctricas de tipo A y B, con excepción del apartado (2.12.4) incisos (e) y (f) y apartado (2.22.2) inciso (a), más siguientes:

- a) Control secundario de frecuencia:

Con formato: Cap CR

- 
- i. la Central Eléctrica debe cumplir con las especificaciones destinadas a restablecer la frecuencia a su valor nominal o a mantener los flujos de intercambio de energía entre enlaces regionales a sus valores programados, indicados por el CENACE.

#### **2.4.3.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de frecuencia para Centrales Eléctricas de tipo A, B y C, con excepción del apartado ~~(2.12.1)~~ incisos ~~(e)~~ y ~~(f)~~, apartado ~~(2.22.2)~~ inciso ~~(a)~~ y inciso ~~(¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.,~~ más los siguientes:

- a) Monitoreo de tiempo real del control primario de frecuencia:
  - i. para supervisar la operación de respuesta de potencia activa a la frecuencia, la interfaz de comunicación de la Central Eléctrica debe estar equipada para enviar en tiempo real y de manera segura al CENACE, al menos las siguientes señales;
    - A. señal de estado del control primario (activo/inactivo);
    - B. consigna de potencia activa;
    - C. valor actual de potencia activa;
    - D. parámetros de ajuste actuales de respuesta de potencia activa a la frecuencia;
    - E. rango de potencia activa en relación con la Capacidad instalada;
    - F. característica de regulación;
    - G. ajuste de insensibilidad de respuesta a la frecuencia;
    - H. banda muerta de frecuencia; y
    - I. umbrales de desactivación de respuesta de potencia activa ante baja o alta frecuencia; y
  - ii. en caso de ser necesario, el CENACE especificará señales adicionales y dispositivos de registro de fallas y monitoreo del comportamiento dinámico del sistema que debe proporcionar la Central Eléctrica de acuerdo con las condiciones del SEN.

### 3.4. Requerimientos de control de frecuencia

#### 3.4.1.1. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo C

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de frecuencia para Centrales Eléctricas de tipo A, B y C.

#### 3.4.1.2. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo D

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de frecuencia para Centrales Eléctricas de tipo A, B, C y D y los requerimientos específicos de estabilidad de frecuencia para Centrales Eléctricas asíncronas de tipo C.

### 4.5. Requerimientos de interconexión ante variaciones de tensión

#### 4.5.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A

La Central Eléctrica de tipo A debe cumplir con los requerimientos relacionados con la estabilidad de tensión.

- a) la Central Eléctrica debe mantenerse interconectada a la red y operar dentro de los rangos de tensión, en los plazos especificados en la [Tabla 6](#).

Área síncrona	Rango de tensión del punto de interconexión	Tiempo mínimo de operación
Sistema Interconectado Nacional, Baja California, Baja California Sur y Mulegé	$0.90 \text{ pu} \leq V < 1.10 \text{ pu}$	Ilimitado

Tabla 6: Valores de operación sin desconectarse de la red para Centrales Eléctricas de tipo A.

#### 4.5.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B

No aplica el requerimiento general de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A, apartado (5.14.1) inciso (a).

Para las Centrales Eléctricas de tipo B aplican los siguientes:

Área síncrona	Rango de tensión del punto de interconexión	Tiempo mínimo de operación
---------------	---	----------------------------

Con formato: Color de fuente: Texto 1

Con formato: Color de fuente: Texto 1

Sistema Interconectado Nacional, Baja California, Baja California Sur y Mulegé	$1.05 \text{ pu} \leq V < 1.10 \text{ pu}$	30 minutos
	$0.95 \text{ pu} \leq V < 1.05 \text{ pu}$	Ilimitado
	$0.90 \text{ pu} \leq V < 0.95 \text{ pu}$	30 minutos

Tabla 7: Valores de operación sin desconectarse de la red para Centrales Eléctricas.

a) Rangos de tensión:

- i. la Central Eléctrica debe ser capaz de mantenerse interconectada a la red y operar dentro de los rangos de tensión, en los tiempos, por evento, especificados en la Tabla 7Tabla 7;
- ii. el CENACE podrá establecer periodos más cortos de tiempo durante los cuales la Central Eléctrica debe ser capaz de permanecer interconectada a la red en caso de sobretensión y baja frecuencia o baja tensión y alta frecuencia simultáneas; y
- iii. se pueden acordar rangos de tensión más amplios o periodos de tiempo de funcionamiento mínimos más largos entre el CENACE y la Central Eléctrica, si resultan económica y técnicamente viables, la Central Eléctrica no los debe negar sin causa justificada.

Con formato: Fuente: 11 pto

#### 4.3.5.3. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A y B.

#### 4.4.5.4. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A, B y C.

### 5.6. Requerimientos de control de tensión y potencia reactiva

#### 5.1.6.1. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas síncronas tipo B

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A y B, más los siguientes:

a) Capacidad de potencia reactiva:

- i. la Central Eléctrica síncrona debe tener la capacidad de mantener su potencia reactiva en un rango de factor de potencia de al menos 0.95 en atraso y adelanto.

**b) 7. Sistema de control de tensión:**

- i. en relación con el sistema de control de tensión, la Central Eléctrica síncrona debe estar equipada con un sistema de control automático de excitación permanente que pueda proporcionar una tensión constante en las terminales de la Central Eléctrica a una consigna seleccionable, sin causar inestabilidad en todo el rango de operación.

Con formato: Cap CR

**5.2.7.1. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas síncronas tipo C**

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A, B y C y los requerimientos específicos de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas síncronas de tipo B, con excepción del apartado (6.15.4) inciso (a)a), más los

a) Capacidad de potencia reactiva:

- i. el CENACE en su caso especificará la potencia reactiva complementaria que debe proporcionar una Central Eléctrica síncrona.

**b) 8. Capacidad de potencia reactiva a potencia máxima:**

- i. la Central Eléctrica síncrona debe cumplir el perfil  $V-Q/P_{m\acute{a}x}$  especificado por el CENACE de conformidad con los siguientes principios:
  - A. las dimensiones de la envolvente del perfil  $V-Q/P_{m\acute{a}x}$  deben estar dentro del rango especificado en la [Tabla 8](#)~~Tabla 8~~;
  - B. la posición del marco interior del perfil  $V-Q/P_{m\acute{a}x}$ , debe estar dentro de los límites de la envolvente fijados en el marco exterior de la [Figura](#)
  - C. para perfiles que no sean rectangulares, el rango de tensión, en la [Tabla 8](#)~~Tabla 8~~, representa los valores máximos y mínimos.
- ii. la Central Eléctrica síncrona debe moverse a cualquier punto de operación dentro de su perfil  $V-Q/P_{m\acute{a}x}$  en el tiempo definido por el CENACE.

Con formato: Cap CR

Tabla 8: Parámetros del marco interior de la **Figura 6** para Centrales Eléctricas síncronas.

Área síncrona	Rango máximo de $Q/P_{m\acute{a}x}$	Rango máximo de nivel de tensión en régimen permanente en (pu)
Sistema Interconectado Nacional, Baja California, Baja California Sur y Mulegé	$\pm 0.5$	$\pm 0.05$

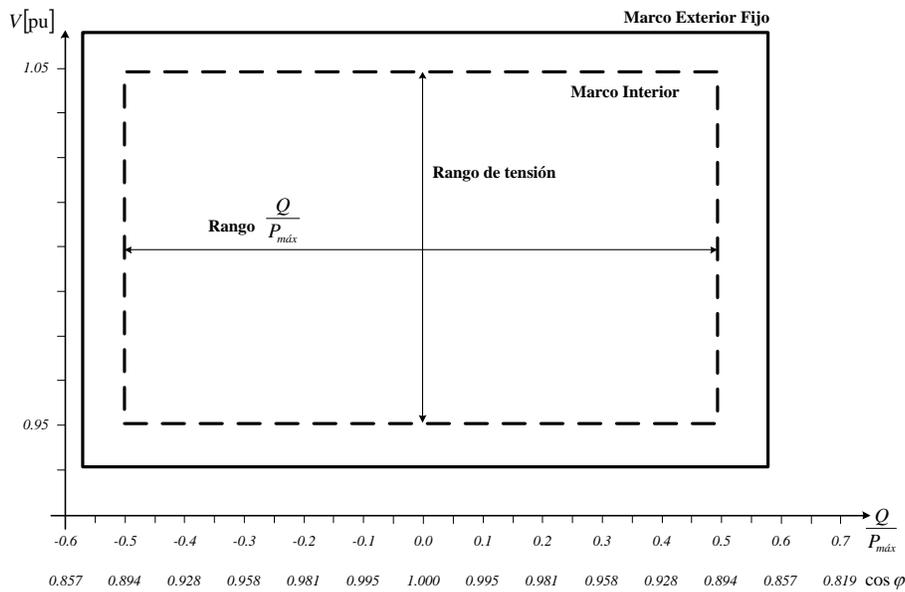


Figura 6: Diagrama V-Q/ $P_{m\acute{a}x}$  de una Central Eléctrica.

**9. Capacidad de potencia reactiva debajo de la potencia máxima:**

Con formato: Cap CR

- i. cuando se opera la Central Eléctrica síncrona a una salida de potencia activa por debajo de la Capacidad instalada ( $P < P_{m\acute{a}x}$ ), esta debe ser capaz de operar

---

en cada punto de operación posible en la curva de Capacidad  $P-Q$  de la Central Eléctrica, por lo menos hasta el nivel mínimo de la potencia activa.

#### 10. Sistema de control de tensión:

- i. los parámetros y ajustes de los componentes del sistema de control de tensión se acordarán entre la Central Eléctrica y el CENACE;
- ii. el acuerdo mencionado en el sub\_inciso anterior se referirá a las especificaciones y el rendimiento del regulador automático de tensión (AVR, por sus siglas en inglés) con respecto al comportamiento en régimen permanente y transitorio, así como las especificaciones y el rendimiento del sistema de control de excitación. Este último debe incluir:
  - A. limitación de ancho de banda de la señal de salida, para asegurar que la respuesta de mayor frecuencia no pueda excitar oscilaciones torsionales en otras Centrales Eléctricas interconectadas a la red;
  - B. un limitador de baja excitación, para evitar que el AVR reduzca la excitación de la Central Eléctrica síncrona a un nivel que podría poner en peligro la estabilidad síncrona;
  - C. un limitador de sobreexcitación, que asegure que la Central Eléctrica síncrona está funcionando dentro de sus límites de diseño (curva de Capacidad  $P-Q$ ); y
  - D. la funcionalidad del sistema de estabilización de potencia (PSS, por sus siglas en inglés), para atenuar las oscilaciones de potencia.
- iii. el CENACE y el propietario de la Central Eléctrica celebrarán un acuerdo con respecto a las capacidades técnicas de la Central Eléctrica para ayudar a la estabilidad angular en condiciones de falla.

Con formato: Cap CR

---

### **5.3.10.1. Requerimientos específicos para para Centrales Eléctricas síncronas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A, B, C y D y los requerimientos específicos de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas síncronas de tipo B y C, con excepción del apartado (6.15.4) inciso (a)a), más los siguientes:

a) Sistema de control de tensión:

La Central eléctrica debe contar con los siguientes sistemas que permitan el funcionamiento continuo en caso de falla del dispositivo principal:

- i. un regulador automático de tensión de respaldo; y
- ii. sistema estabilizador de potencia de doble señal.

### **5.4.10.2. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo B**

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A y B, más los siguientes:

a) Capacidad de potencia reactiva:

- i. la Central Eléctrica asíncrona debe tener la capacidad de mantener su potencia reactiva en un rango de factor de potencia de al menos 0.95 en atraso y adelanto.

### **11. Respuesta de corriente ante fallas simétricas:**

- i. en caso de ser necesario, el CENACE especificará que una Central Eléctrica asíncrona sea capaz de proporcionar una respuesta rápida??? de corriente de falla en caso de fallas simétricas (3 fases).
- ii. el CENACE especificará:
  - A. cómo y cuándo se debe determinar una desviación de tensión, así como el valor final de la desviación de tensión;

Con formato: Cap CR

- B. las características de la corriente de falla transitoria, incluido el dominio de tiempo para medir la desviación de tensión y la corriente de falla transitoria; y
- C. la sincronización y precisión de la corriente de falla transitoria, que puede incluir varias etapas durante una falla y tras liberarla.

### **12. Respuesta de corriente ante fallas asimétricas:**

Con formato: Cap CR

- i. en caso de ser necesario, el CENACE especificará que una Central Eléctrica asíncrona sea capaz de proporcionar una respuesta rápida de corriente de falla en caso de fallas asimétricas (1 fase o 2 fases).

#### **5.5.12.1. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo C**

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A, B y C y los requerimientos específicos de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas asíncronas de tipo B, excepto el apartado (10.25.4) inciso (a), más los siguientes:

- a) Capacidad de potencia reactiva:
  - i. el CENACE especificará la potencia reactiva complementaria que debe facilitar una Central Eléctrica asíncrona.

### **13. Capacidad de potencia reactiva a potencia máxima:**

Con formato: Cap CR

- i. la Central Eléctrica asíncrona debe cumplir el perfil  $V-Q/P_{máx}$  especificado por el CENACE de conformidad con los siguientes principios:
  - A. las dimensiones de la envolvente del perfil  $V-Q/P_{máx}$  deben estar dentro del rango especificado en la [Tabla 9](#);
  - B. la posición del marco interior del perfil  $V-Q/P_{máx}$ , debe estar dentro de los límites de la envolvente fijados en el marco exterior de la [Figura 9](#);
  - C. para perfiles que no sean rectangulares, el rango de tensión, en la [Tabla 9](#), representa los valores máximos y mínimos.
- ii. la Central Eléctrica asíncrona debe moverse a cualquier punto de operación dentro de su perfil  $V-Q/P_{máx}$  en el tiempo definido por el CENACE.

Área síncrona	Rango máximo de $Q/P_{m\acute{a}x}$	Rango máximo de nivel de tensión en régimen permanente en (pu)
Sistema Interconectado Nacional, Baja California, Baja California Sur y Mulegé	$\pm 0.5$	$\pm 0.05$

Tabla 9: Parámetros del marco interior de la [Figura 6](#) para Centrales Eléctricas asíncronas.

**Con formato:** Fuente: Sin Cursiva, Revisar la ortografía y la gramática

**14. Capacidad de potencia reactiva debajo de la potencia máxima:**

**Con formato:** Cap CR

- i. la Central Eléctrica asíncrona debe cumplir el perfil  $P-Q/P_{Nominal}$  especificado por el CENACE de conformidad con los siguientes principios:

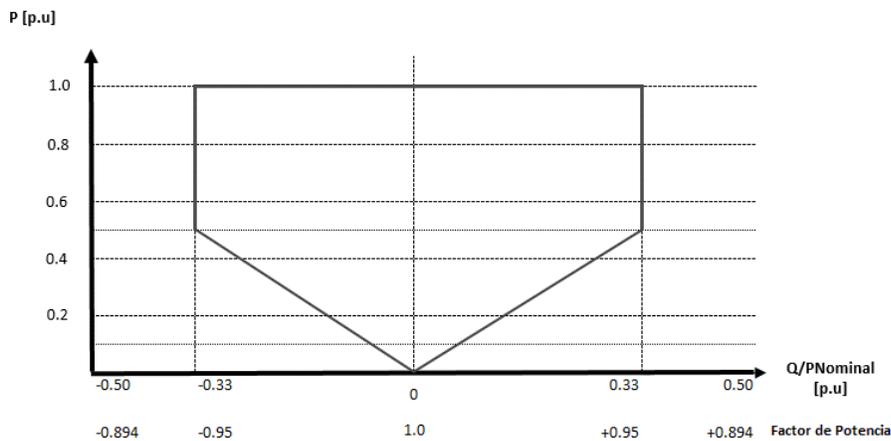


Figura 7: Diagrama P-Q/P<sub>Nominal</sub> de una Central Eléctrica.

- ii. cuando se opere a potencia activa por debajo de la Capacidad instalada ( $P < P_{Nominal}$ ), la Central Eléctrica asíncrona debe proporcionar la potencia reactiva en cualquier punto de operación dentro de su perfil  $P-Q/P_{Nominal}$ , si todas las Unidades de Central Eléctrica de ese parque están técnicamente disponibles, es decir, que no están fuera de servicio por mantenimiento o bajo falla. De lo

- contrario puede haber capacidad reducida de potencia reactiva, teniendo en cuenta las disponibilidades técnicas; y
- iii. la Central Eléctrica asíncrona debe moverse a cualquier punto de operación dentro de su perfil  $P-Q/P_{Nominal}$ , en tiempos adecuados a los valores solicitados por el CENACE.

### 15. Modos de control de potencia reactiva:

- i. la Central Eléctrica asíncrona debe proporcionar potencia reactiva automáticamente por cualquiera de los modos de control: control de tensión, control de potencia reactiva o control de factor de potencia, la consigna será enviada por el CENACE de forma remota;
- ii. a efectos del modo de control de tensión, la Central Eléctrica asíncrona debe contribuir al control automático de la tensión mediante la entrega de potencia reactiva a la red con un rango de consigna de tensión de al menos 0.95 a 1.05 pu, en pasos no superiores a 0.01 pu, con una pendiente definida por el CENACE en pasos no mayores que 0.5 %;
- iii. la consigna puede ser operada con o sin una banda muerta definida por el CENACE en un rango de 0 a  $\pm 1$  % de la tensión nominal de la red en pasos no mayores de 0.1 %;
- iv. a efectos del modo de control de potencia reactiva, la Central Eléctrica asíncrona debe alcanzar la consigna solicitada por el CENACE con una configuración de pasos no mayores de 1 MVar o 1 % (lo que sea menor) de la potencia reactiva máxima;
- v. a efectos del modo de control de factor de potencia, la Central Eléctrica asíncrona debe controlar el factor de potencia automáticamente dentro del rango de potencia reactiva requerida, especificada por el CENACE, con un factor de potencia objetivo en pasos no mayores que 0.001; e
- vi. independientemente del modo de control, la respuesta ante el cambio de consigna en la Central Eléctrica asíncrona debe lograr el 90% de la consigna dentro de un tiempo  $t_1$  máximo de 3 segundos, y debe ubicarse en el valor especificado en un tiempo  $t_2$  máximo de 5 segundos, con una tolerancia de consigna en estado estable no mayor que 0.5% para control de tensión, 0.1%

Con formato: Cap CR

---

para control de factor de potencia, y hasta 2% para control de potencia reactiva. La tolerancia será medida respecto al valor de consigna.

**16. Prioridad del modo de control de potencia reactiva:**

Con formato: Cap CR

- i. el CENACE especificará el modo de control prioritario. Los modos de control especificados deben estar disponibles y deben ser seleccionables a petición del CENACE.

**17. Prioridad del control de potencia activa y potencia reactiva:**

Con formato: Cap CR

- i. el CENACE especificará si la contribución de potencia activa o la contribución de potencia reactiva tiene prioridad durante fallas. Si se da prioridad a la contribución de la potencia activa, esta disposición ha de establecerse a más tardar 0.25 segundos desde el inicio de la falla.

**18. Amortiguamiento de oscilaciones de potencia:**

Con formato: Cap CR

- i. si es requerido por el CENACE, la Central Eléctrica asíncrona contribuirá a amortiguar las oscilaciones de potencia.

**5.6.18.1. Requerimientos específicos para Centrales Eléctricas asíncronas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas de tipo A, B, C y D y los requerimientos específicos de estabilidad de tensión para Centrales Eléctricas asíncronas de tipo B y C, excepto el apartado (10.25.4) inciso (a).

## 6.19. Requerimientos de control de tensión en condiciones dinámicas o de falla

### 6.19.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B

La Central Eléctrica de tipo B debe cumplir con los requerimientos relacionados con el control de tensión en condiciones dinámicas o de falla.

a) Respuesta ante fallas:

en cuanto a la respuesta ante condiciones anormales de operación, la Central Eléctrica debe ser capaz de permanecer interconectada y en operación estable mientras la tensión permanezca dentro la zona permitida (Zona A) mostrada en la [Figura 8](#) y la [Tabla 10: Parámetros de la Figura 8 para la capacidad de respuesta de Centrales Eléctricas síncronas de tipo B y C ante condiciones anormales de operación](#).

Punto de operación	Parámetros de tensión (pu)	Parámetros de tiempo (segundos)
$P_{B1}$	0.00	0.00
$P_{B2}$	0.00	0.25
$P_{B3}$	0.70	0.25
$P_{B4}$	0.70	0.70
$P_{B5}$	0.90	1.50
$P_{A1}$	1.30	0.00
$P_{A2}$	1.30	0.20
$P_{A3}$	1.10	0.20

Tabla 10: Parámetros de la [Figura 8](#) para la capacidad de respuesta de Centrales Eléctricas síncronas de tipo B y C ante condiciones anormales de operación.

Con formato: Fuente:

Punto de operación	Parámetros de tensión (pu)	Parámetros de tiempo (segundos)
$P_{B1}$	0.00	0.00

$P_{B2}$	0.00	0.40
$P_{B3}$	0.35	0.55
$P_{B4}$	0.70	0.70
$P_{B5}$	0.90	1.50
$P_{A1}$	1.30	0.00
$P_{A2}$	1.30	0.20
$P_{A3}$	1.10	0.20

Tabla 11: Parámetros de la [Figura 8](#) para capacidad de respuesta de Centrales Eléctricas asincrónicas de tipo B y C ante condiciones anormales de operación.

Con formato: Fuente:

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Revisar la ortografía y la gramática

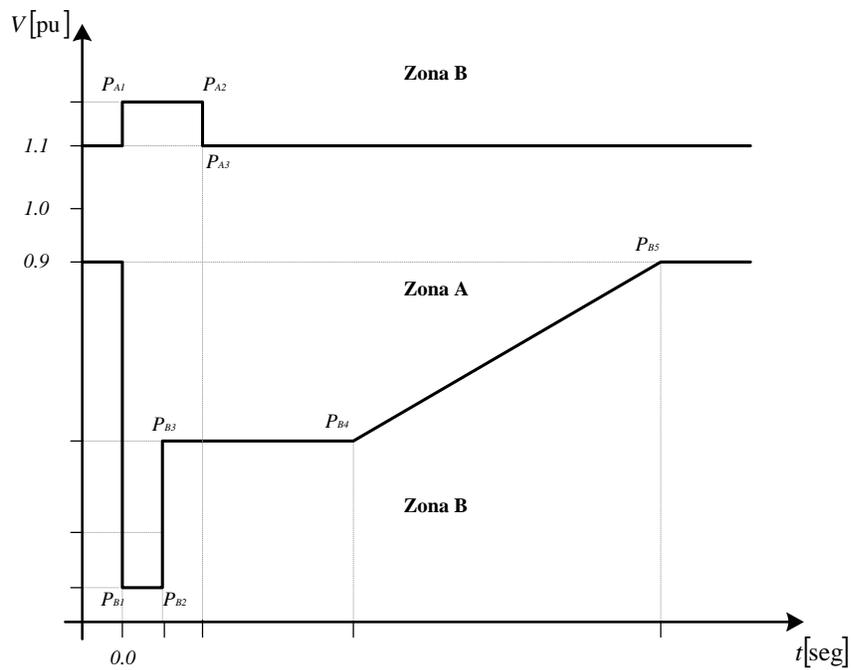


Figura 8: Respuesta de la Central Eléctrica de tipo B y C ante condiciones anormales de operación. El diagrama es ilustrativo y representa los límites de un perfil de tensión contra tiempo, expresado en por unidad antes, durante y después de una falla.

- ii. La zona de operación permitida (Zona A) debe estar expresada entre el límite inferior y superior de las tensiones de fase a fase del sistema, durante una falla, en función del tiempo, antes, durante y después de la falla;
- iii. los esquemas de protección y sus ajustes para fallas internas deben ser diseñados para asegurar la continuidad y no comprometer la respuesta de la Central Eléctrica ante condiciones anormales de operación; y
- iv. tanto la protección de baja tensión como la zona de operación permitida deben ser ajustadas por la Central Eléctrica en el rango más amplio que sea técnicamente factible para la Central Eléctrica, a menos que el CENACE requiera un rango menor. Los ajustes definidos deben ser justificados técnicamente por la Central Eléctrica.

#### **6.2.19.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C**

Aplican los Requerimientos Generales de control de tensión en condiciones dinámicas o de falla para Centrales Eléctricas de tipo B, más los siguientes:

- a) estabilidad en estado estable:
  - i. en caso de oscilaciones de potencia, la Central Eléctrica debe mantener la estabilidad de estado estable cuando opere en cualquier punto operativo de la curva de Capacidad; y
  - ii. la Central Eléctrica debe ser capaz de permanecer interconectada a la red y funcionar sin reducción de potencia, siempre que la tensión y la frecuencia ~~de~~ permanezcan dentro de los límites especificados.

#### **6.2.20. Recierres monopolares y tripolares:**

- i. la Central Eléctrica debe permanecer interconectada a la red durante recierres monopolares o tripolares en las líneas del sistema. Los detalles de esa capacidad serán objeto de coordinación y acuerdos sobre los sistemas de protección y sus ajustes.

Con formato: Cap CR

## 21. Capacidad de corto circuito

Con formato: Cap CR

- i. La Central Eléctrica interconectada en tensiones mayores a 69 kV debe tener capacidad de corto circuito ante fallas eléctricamente cercanas al punto de interconexión mayor a 1.8 veces la corriente nominal de la Central.

### 6.3.21.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D

Aplican los Requerimientos Generales de control de tensión en condiciones dinámicas o de falla para Centrales Eléctricas de tipo B y C, excepto el apartado (19.16.1) inciso (a)a) más los siguientes:

- a) Respuesta ante fallas:
  - i. en cuanto a la respuesta ante condiciones anormales de operación, la Central Eléctrica debe ser capaz de permanecer interconectada y en operación estable mientras la tensión permanezca dentro la zona permitida (Zona A) mostrada en la Figura 9, ~~Tabla 12~~ y la ~~Tabla 13~~.

Punto de operación	Parámetros de tensión (pu)	Parámetros de tiempo (segundos)
$P_{B1}$	0.00	0.00
$P_{B2}$	0.00	0.25
$P_{B3}$	0.25	0.25
$P_{B4}$	0.25	0.45
$P_{B5}$	0.50	0.70
$P_{B6}$	0.90	1.50
$P_{A1}$	1.30	0.00
$P_{A2}$	1.30	0.20
$P_{A3}$	1.10	0.20

Tabla 12: Parámetros de la [Figura 9](#) para la capacidad de respuesta de Centrales Eléctricas síncronas tipo condiciones anormales de operación.

Punto de operación	Parámetros de tensión (pu)	Parámetros de tiempo (segundos)
$P_{B1}$	0.00	0.00
$P_{B2}$	0.00	0.15
$P_{B3}$	0.45	0.15
$P_{B4}$	0.45	0.30
$P_{B5}$	0.75	2.0
$P_{B6}$	0.90	3.0
$P_{A1}$	1.30	0.00
$P_{A2}$	1.30	0.20
$P_{A3}$	1.10	0.20

Tabla 13: Parámetros de la [Figura 9](#) para capacidad de respuesta de Centrales Eléctricas asíncronas tipo D ante condiciones anormales de operación.

**Con formato:** Fuente: Sin Cursiva, Revisar la ortografía y la gramática

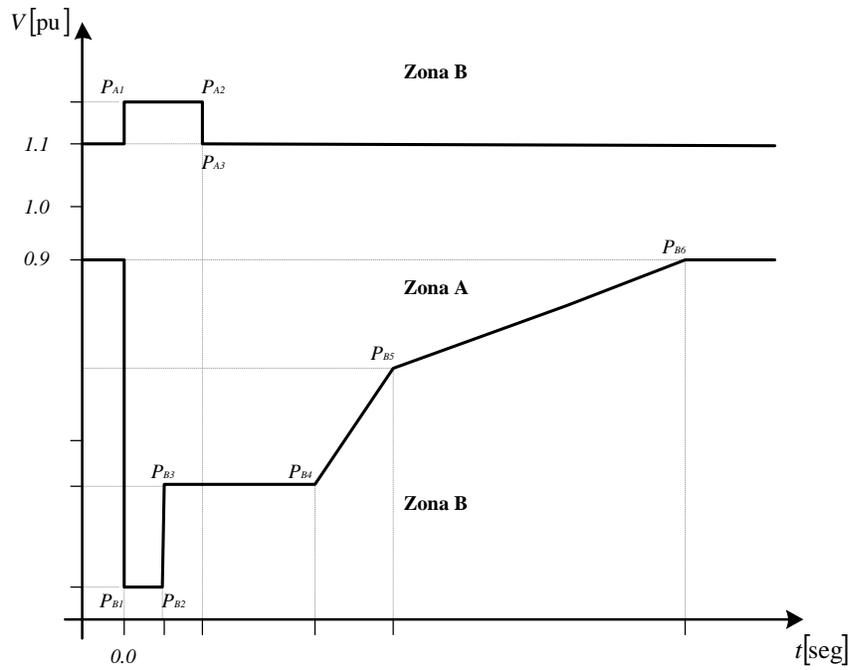


Figura 9: Respuesta de la Central Eléctrica de tipo D ante condiciones anormales de operación. El diagrama es ilustrativo y representa los límites de un perfil de tensión contra tiempo, expresado en por unidad antes, durante y después de una falla.

## 7.22. Requerimientos generales de restauración del sistema

### 7.1-22.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B

La Central Eléctrica de tipo B debe cumplir con los siguientes requerimientos en relación a la restauración del sistema.

- a) Reconexión después de un evento:
  - i. El CENACE especificará las condiciones bajo las cuales la Central Eléctrica debe reconectarse, después de una desconexión del sistema.

---

### 7.2.22.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C

Aplican los Requerimientos Generales de restauración del sistema para Centrales Eléctricas de tipo B, más los siguientes:

a) Arranque negro:

- i. la capacidad de arranque negro no es obligatoria;
- ii. el CENACE podrá realizar una solicitud de capacidad de arranque para una región del sistema si considera que la seguridad del mismo podría estar en riesgo; la Central Eléctrica podrá ofrecer la capacidad de arranque negro;
- iii. la Central Eléctrica con capacidad de arranque negro debe estar lista para tomar carga, sin suministro de energía eléctrica externa (con sus propios medios), dentro de un tiempo no mayor a 30 minutos;
- iv. la Central Eléctrica con capacidad de arranque negro debe estar en condiciones para regular dentro de los límites de frecuencia establecidos en la [Tabla 2](#) por el CENACE en la [Tabla 7](#); dentro de todo el rango de potencia activa el nivel de regulación mínimo y máximo, así como, a nivel de operación para auxiliares;
- vi. la Central Eléctrica con capacidad de arranque negro debe regular automáticamente la tensión durante el proceso de restauración; y
- vii. la Central Eléctrica con capacidad de arranque negro debe:
  - A. ser capaz de alimentar los bloques de carga previamente acordados con el CENACE;
  - B. operar en modo de respuesta a la frecuencia, tanto en alta frecuencia, como en baja frecuencia; y
  - C. funcionar en paralelo con otras Centrales Eléctricas dentro de una isla.

### b) 23. Operación en isla:

- i. la Central Eléctrica debe ser capaz de participar en la operación en isla si le es requerido por el CENACE;
- ii. los límites de frecuencia para la operación en isla serán las establecidas de conformidad con la

Con formato: Cap CR

ii. ~~Tabla 2~~

- iv. los límites de tensión para la operación en isla serán los establecidos de conformidad con la ~~Tabla 7~~Tabla 7;
- v. la Central Eléctrica debe operar en control primario de frecuencia durante la operación en isla;
- vi. la Central Eléctrica debe reducir la potencia activa desde su punto operativo actual a cualquier nuevo punto de funcionamiento dentro de la curva de Capacidad (diagrama  $P-Q$ ). La Central Eléctrica debe reducir la producción de potencia activa tanto como le sea inherentemente y técnicamente factible;
- vii. el método para la detección de un cambio en la operación de sistema interconectado a operación en isla, se acordará entre la Central Eléctrica y el CENACE. El método convenido no debe basarse únicamente en señales de posición de equipo de seccionamiento o interrupción; y
- viii. la Central Eléctrica debe operar en respuesta a la frecuencia, tanto en alta frecuencia, como en baja frecuencia.

#### **24. Resincronización rápida:**

- i. la Central Eléctrica, con un tiempo máximo de resincronización de 15 minutos debe ser capaz de una resincronización rápida de acuerdo con la estrategia de definida entre el CENACE y la Central Eléctrica;
- ii. la Central Eléctrica, con un tiempo de resincronización mayor a 15 minutos, debe estar diseñada para cambiar desde cualquier punto de operación dentro de su curva de Capacidad (diagrama  $P-Q$ ) a una condición de operación alimentando solo sus servicios auxiliares o carga local. Para esta condición, la identificación de la operación solo alimentando servicios auxiliares o carga local, no debe basarse únicamente en señales de posición de equipo de seccionamiento o interrupción; y
- iii. la Central Eléctrica después de cambiar al modo para alimentar solo sus servicios auxiliares o carga local debe continuar operando de forma estable, independientemente de la fuente de alimentación de sus servicios auxiliares. El tiempo de operación mínimo en este modo será acordado entre la Central Eléctrica y el CENACE, tomando en cuenta las características específicas de la fuente primaria de energía.

Con formato: Cap CR

---

### **7.3-24.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de restauración del sistema para Centrales Eléctricas de tipo B y C.

### **8-25. Requerimientos generales de administración del sistema**

#### **8-25.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B**

La Central Eléctrica de tipo B debe cumplir con los siguientes requerimientos en relación a la administración general del sistema.

- a) Esquemas de control y ajustes:
  - i. los esquemas y ajustes de los equipos de control de la Central Eléctrica que tienen impacto en la estabilidad del sistema, así como aquellos necesarios para emprender acciones de emergencia, deben ser acordadas por el CENACE y la Central Eléctrica; y
  - ii. cualquier cambio en los esquemas y ajustes mencionados en el sub\_inciso anterior debe ser coordinado entre el CENACE y la Central Eléctrica.

#### **26. Esquemas de protección y ajustes:**

- i. el CENACE debe definir los esquemas y ajustes necesarios para proteger el sistema tomando en cuenta las características de la Central Eléctrica. Los esquemas de protección relevantes para el sistema y la Central Eléctrica, deben ser coordinados y acordados entre el CENACE y la Central Eléctrica. Los ajustes y esquemas de protección para fallas internas que defina la Central Eléctrica deben ser diseñados para no comprometer el desempeño del sistema;
- ii. las protecciones de la Central Eléctrica deben tener mayor prioridad sobre los controles operativos tomando en cuenta la seguridad del sistema, así como, la seguridad del personal, visitantes y de las poblaciones cercanas a la Central Eléctrica, además de la reducción de un posible daño al equipo de la misma;

Con formato: Cap CR

- 
- iii. los esquemas de protección podrán cubrir al menos contra los siguientes aspectos:
- A. cortocircuito externo e interno;
  - B. carga asimétrica (secuencia de fase negativa);
  - C. sobrecarga del estator o del rotor;
  - D. sobre o baja excitación;
  - E. sobretensión o baja tensión en terminales de la Central Eléctrica;
  - F. sobretensión o baja tensión en el punto de interconexión;
  - G. sobretensión o baja tensión en servicios auxiliares;
  - H. oscilaciones de potencia entre áreas;
  - I. corriente de energización (inrush);
  - J. operación asíncrona (deslizamiento de polos);
  - K. protección contra esfuerzos torsionales inadmisibles (por ejemplo resonancia subsíncrona);
  - L. protección de la línea de interconexión entre la Central Eléctrica y la red;
  - M. protección del transformador de Unidad de Central Eléctrica;
  - N. esquemas de protección de respaldo y ante falla de equipo de seccionamiento;
  - O. sobreflujo magnético ( $V/f$ );
  - P. potencia inversa;
  - Q. razón de cambio de la frecuencia; y
  - R. desplazamiento de tensión del neutro.
- iv. cualquier cambio a los esquemas de protección relevantes para la Central Eléctrica y para el sistema deben ser acordados entre el CENACE y la Central Eléctrica, antes de que cualquier cambio se realice.

## 27. Prioridad de protección y control:

- i. la Central Eléctrica debe organizar sus protecciones y equipos de control en conformidad con la siguiente prioridad de actuación, organizados en orden decreciente de importancia:
- A. protecciones del sistema y protecciones de la Central Eléctrica;
  - B. inercia sintética (si aplica);

Con formato: Cap CR

- C. control de frecuencia (ajuste de potencia activa);
- D. restricción de potencia activa; y
- E. limitación de rampa de potencia activa.

## **28. Intercambio de información:**

- i. la Central Eléctrica debe intercambiar información con el CENACE en tiempo real o bajo demanda con una estampa de tiempo o a solicitud, tal como lo defina el CENACE; y
- ii. el CENACE definirá el contenido de la información a ser intercambiada con la Central Eléctrica.

Con formato: Cap CR

### **8.2.28.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C**

Aplican los Requerimientos Generales de administración del sistema para Centrales Eléctricas de tipo B excepto el apartado (25.18.1) incisos (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., más los siguientes:

- a) Pérdida de estabilidad o control angular:
  - i. la Central Eléctrica debe ser capaz de desconectarse automáticamente de la red con el fin de ayudar a preservar la seguridad del sistema o para evitar que la Central Eléctrica sufra daños. La Central Eléctrica y el CENACE acordarán los criterios para la detección de pérdida de estabilidad angular;

## **29. Instrumentación:**

- i. la Central Eléctrica, a solicitud del CENACE, debe estar equipada con dispositivos de registro de fallas y monitoreo del comportamiento dinámico del sistema. La Central Eléctrica debe registrar al menos los siguientes parámetros:
  - A. tensión;
  - B. potencia activa;
  - C. potencia reactiva; y
  - D. frecuencia.

Con formato: Cap CR

- 
- ii. el CENACE especificará los parámetros de calidad de suministro que han de cumplirse y otras variables adicionales de interés;
  - iii. la configuración de los dispositivos de registro de fallas, incluidos los criterios de activación y las frecuencias de muestreo serán acordados entre la Central Eléctrica y el CENACE;
  - iv. el dispositivo de monitoreo de comportamiento dinámico del sistema incluirá un criterio de activación especificado por el CENACE;
  - v. los dispositivos para calidad de suministro y monitoreo de comportamiento dinámico del sistema deben incluir los medios para que el CENACE pueda acceder a la información. Los protocolos de comunicación para los datos registrados serán definidos en el Manual de Tecnologías de Información para los Integrantes de la Industria Eléctrica, que es parte de las Reglas del Mercado.
  - vi. el analizador de calidad de la energía debe cumplir con los siguientes requerimientos:
    - A. un registro de datos de forma continua en el punto de interconexión que cumpla con la especificación o normativa aplicable;
    - B. la información generada debe estar disponible para el CENACE para su explotación a través de las funcionalidades de consulta y/o envío remoto automático; y
    - C. el paquete de software será entregado para la visualización de los archivos nativos que se generen por eventos del analizador.

### **e)30. Modelos de simulación:**

- i. a petición del CENACE, la Central Eléctrica debe proporcionar modelos de simulación que reflejen adecuadamente el comportamiento de la Central Eléctrica en las simulaciones tanto en estado estacionario y dinámico o en simulaciones de transitorios electromagnéticos;
- ii. la Central Eléctrica asegurará que los modelos provistos se han verificado contra los resultados de las pruebas de conformidad contempladas y comunicarán los resultados de la verificación al CENACE. El CENACE podrá exigir que dicha verificación se lleve a cabo por un certificador autorizado;

Con formato: Cap CR

- iii. los modelos proporcionados por la Central Eléctrica deben contener al menos los siguientes sub\_modelos, dependiendo de la existencia de los componentes individuales:
  - A. Central Eléctrica y fuente primaria de energía;
  - B. control de velocidad y control de potencia activa;
  - C. el sistema de control de tensión, incluyendo si es aplicable, el sistema estabilizador de potencia (PSS, por sus siglas en inglés);
  - D. modelos de protección de la Central Eléctrica; y
  - E. modelos de convertidores/inversores, controladores de planta, sistemas de compensación de potencia activa y reactiva para centrales basadas en inversores.
- iv. la solicitud del CENACE correspondiente a los modelos incluirá:
  - A. el formato en el que la Central Eléctrica proporcionará los modelos; y
  - B. documentación adicional necesaria tal como diagramas de bloques y manuales de operación.
- v. la Central Eléctrica proveerá de registros del comportamiento real al CENACE cuando este lo solicite. El CENACE podrá hacer una solicitud de este tipo, con el fin de comparar la respuesta de los modelos con esos registros; y
- vi. los modelos proporcionados por la Central Eléctrica deben ser validados mediante pruebas en campo, la conformidad de este requerimiento es indispensable para la declaratoria de entrada en operación normal.

### 31. Equipos para operación o seguridad de sistema:

- i. si el CENACE considera necesaria la instalación de dispositivos adicionales en una Central Eléctrica con el fin de preservar o restaurar la seguridad operativa del sistema, el CENACE y la Central Eléctrica deben ~~investigar la problemática~~ analizar la problemática y acordar una solución apropiada.

### 32. Tasas de cambio de la potencia activa:

- i. el CENACE debe especificar, los límites mínimos y máximos de las tasas de cambio de potencia activa (límites de rampa) tanto en dirección hacia arriba y

Con formato: Cap CR

Con formato: Cap CR

---

hacia abajo para las Centrales Eléctricas, teniendo en cuenta las características específicas de la fuente primaria de energía;

### **9.33. Método de aterrizamiento aterizaje del neutro:**

- i. La disposición de puesta a tierra del punto neutro en el lado de la red, de los transformadores elevadores de la Central Eléctrica debe cumplir con las especificaciones del CENACE.

Con formato: Cap CR

#### **9.3.33.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D**

Aplican los requerimientos generales de administración del sistema para Centrales Eléctricas de Tipo B y C excepto el subcapítulo (25.18.1), incisos (¡Error! No se encuentra el origen de referencia. y (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., más los siguientes:

- a) Sincronización:
  - i) la sincronización de la Central Eléctrica se realizará sólo después de que se hayan completado las obras específicas determinadas por el CENACE;
  - ii) la Central Eléctrica debe estar equipada con las instalaciones necesarias para sincronización; y
  - iii) previo a la puesta en servicio, el CENACE y la Central Eléctrica acordarán la configuración de los dispositivos de sincronización.

#### **9.34. Requerimientos generales de Calidad de la energía**

Los valores y rangos definidos en esta sección se deben cumplir en operación normal. Estos valores máximos serán ajustados con base en el impacto de la Central Eléctrica y las características de desbalance de tensión y la capacidad de la subestación.

##### **9.1.34.1. Requerimientos generales de desbalance máximo**

###### **9.1.1.34.1.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A**

La Central Eléctrica de tipo A debe cumplir los siguientes requerimientos de desbalance máximo:

- a) los valores máximos permitidos de desbalance en estado estable no deben exceder:

- 
- i. el 3 % para desbalance máximo en la tensión (componente de desbalance de secuencia negativa); y
  - ii. el 5 % para desbalance máximo en la corriente.

#### **9.1.2.34.1.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B**

La Central Eléctrica de tipo B debe cumplir los siguientes requerimientos de desbalance máximo:

- a) los valores máximos permitidos de desbalance en estado estable no deben exceder el 1.8 % para desbalance máximo en la tensión (componente de desbalance de secuencia negativa).

#### **9.1.3.34.1.3. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C**

La Central Eléctrica de tipo C debe cumplir los siguientes requerimientos de desbalance máximo:

- a) los valores máximos permitidos de desbalance en estado estable no deben exceder el 1.4 % para desbalance máximo en la tensión (componente de desbalance de secuencia negativa).

#### **9.1.4.34.1.4. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de desbalance máximo permitido en tensión para Centrales Eléctricas de tipo C.

#### **9.2.34.2. Requerimientos generales de variaciones máximas de tensión**

##### **9.2.1.34.2.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A**

La Central Eléctrica de tipo A debe cumplir los siguientes requerimientos de variaciones máximas en la tensión:

- a) la interconexión de la Central Eléctrica con la red no debe causar variaciones de tensión que se encuentren fuera de los límites establecidos en la [Tabla 14](#).

Variaciones/minuto	Variación ( $\Delta V/V$ ) Máxima de Tensión en (%)
	Baja Tensión ( $V \leq 1$ kV)
0.0 - 0.0083	3.50
0.0084-0.0667	3.00
0.0668 - 0.5	2.50
0.501 - 2.0	2.00
2.001 - 10.0	1.75
10.001 - 30.0	1.25
30.001 - 60.0	1.00
60.001 - 240.0	0.75
240.001 - 600.0	0.50
600.001 - 1800.0	0.25

Tabla 14: Variación máxima de tensión permitida.

### 9.3.34.3. Requerimientos generales de variaciones periódicas de amplitud de la tensión

#### 9.3.1.34.3.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B

La evaluación de la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión es:

- a) indicador de severidad de parpadeo a corto plazo ( $P_{st}$ ): Evalúa la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión a corto plazo, con intervalos de observación de 10 minutos. El valor del  $P_{st}$  se expresa en unidades de perceptibilidad en (p.u.).

↪ **35.** **indicador de severidad de parpadeo a largo plazo ( $P_{lt}$ ):** Evalúa la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de la tensión a largo plazo, con intervalos de observación de 2 horas. Se calcula a partir de valores sucesivos de  $P_{st}$ .

Con formato: Cap CR

↪ **36.** **amplitud de las variaciones rápidas en la tensión:** Evalúa los cambios en la tensión en R.M.S. para la frecuencia fundamental por varios ciclos.

#### **9.3.2.36.1.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C**

Aplican los Requerimientos Generales de variaciones periódicas de amplitud de la tensión para Centrales Eléctricas de tipo B.

#### **9.3.3.36.1.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de variaciones periódicas de amplitud de la tensión para Centrales Eléctricas de tipo B y C.

#### **9.4.36.2. Requerimientos generales de severidad del parpadeo**

Las variaciones periódicas de amplitud de la tensión serán medidas, cuando la Central Eléctrica por sus características presente este fenómeno.

Dónde:

$E_{Psti}$ ,  $E_{Pti}$ : son los límites de emisión para los usuarios de la instalación  $i$  directamente suministrados.

La combinación para severidad de variaciones periódicas de amplitud de la tensión causadas por varias instalaciones puede encontrarse en la siguiente forma:

$$P_{st} = \sqrt[3]{\sum_i P_{sti}^3}$$

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_i P_{lti}^3}$$

Las expresiones anteriores permitirán encontrar el nivel de variaciones periódicas de amplitud de la tensión resultante de varias fuentes, como es el caso de una Central Eléctrica formada por varias Unidades de Central Eléctrica.

#### 9.4.1.36.2.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B

La Central Eléctrica de tipo B debe cumplir los siguientes requerimientos de severidad del parpadeo:

- a) la Central Eléctrica de tipo B no debe causar niveles de emisión de variaciones periódicas de amplitud de la tensión individuales que se encuentren fuera de los límites establecidos permisibles en la [Tabla 15](#)Tabla 15:

Indicador	Límite
$E_{Psti}$	0.90
$E_{Plti}$	0.70

Tabla 15: Límites de emisiones permisibles.

#### 9.4.2.36.2.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C

La Central Eléctrica de tipo C debe cumplir los siguientes requerimientos de severidad del parpadeo:

- a) la Central Eléctrica de tipo C no debe causar niveles de emisión de variaciones periódicas de amplitud de la tensión individuales que se encuentren fuera de los límites establecidos permisibles en la [Tabla 15](#)Tabla 15:

Con formato: Fuente: 11 pto

Indicador	Límite
$E_{Psti}$	0.80
$E_{Plti}$	0.60

Tabla 16: Límites de emisiones permisibles.

#### **9.4.3.36.2.3. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de severidad del parpadeo para Centrales Eléctricas de tipo C.

#### **9.5.36.3. Requerimientos generales de variaciones rápidas en la tensión**

Las variaciones rápidas en la tensión se calcularán de acuerdo a la siguiente formulación:

$$\text{Variación rápida en la tensión} = \% \frac{\Delta V}{V_{nom}}$$

#### **9.5.1.36.3.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B**

La Central Eléctrica de tipo B debe cumplir los siguientes requerimientos de variaciones rápidas en la tensión:

- a) la interconexión de una Central Eléctrica no debe ocasionar más de 5 variaciones rápidas por día en la tensión superiores al |5%|.

#### **9.5.2.36.3.2. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C**

La Central Eléctrica de tipo C debe cumplir los siguientes requerimientos de variaciones rápidas en la tensión:

- a) la interconexión de una Central Eléctrica no debe ocasionar más de 5 variaciones rápidas por día en la tensión superiores al |4%|.

---

### **9.5.3.36.3.3. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de variaciones rápidas en la tensión para Centrales Eléctricas de tipo C.

### **9.6.36.4. Requerimientos generales de contenido armónico máximo**

Los límites indicados en las Tablas siguientes consideran la aportación de todas las instalaciones interconectadas al mismo punto de interconexión que causan distorsión a la onda de tensión, por lo cual, estos límites deben cumplirse de manera proporcional para cada Central Eléctrica con base en su capacidad de generación (MVA), la capacidad del punto de interconexión (MVA) y el impacto de las subestaciones interconectadas al punto de interconexión.

La operación e interconexión de la Central Eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional no debe ocasionar la circulación de corrientes armónicas que ocasionen violaciones a los límites de distorsión armónica en la tensión determinados como se indica en el párrafo anterior.

En caso de no cumplir con estos requerimientos, se deben agregar filtros sintonizados para mitigar el efecto adverso hacia la red eléctrica.

#### **9.6.1.36.4.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo A**

La Central Eléctrica de tipo A debe cumplir los siguientes requerimientos de contenido armónico máximo:

- a) los valores máximos permitidos de distorsión armónica total en la forma de onda de corriente es de 5 %, considerando hasta la 50ª armónica.

**37.** cada armónico individual se debe limitar a los porcentajes mostrados en la

Con formato: Cap CR

**38.**

**39.**

**40.**

**41.**

b) **Tabla 17**

magnitud menor que el 25% que el armónico impar correspondiente.

Armónicas Impares	Límite de distorsión
3ª a 9ª	Menos del 4.0 %
11ª a 15ª	Menos del 2.0 %
17ª a 21ª	Menos del 1.5 %
23ª a 33ª	Menos del 0.6 %

Armónicas Pares	Límite de distorsión
2ª a 8ª	Menos del 1.0 %
10ª a 32ª	Menos del 0.5 %

Tabla 17: Límites máximos de distorsión de corriente.

#### **9.6.2.42.1.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo B**

La Central Eléctrica de tipo B debe cumplir los siguientes requerimientos de contenido armónico máximo:

- a) los valores máximos permitidos de distorsión armónica total en la forma de onda de la tensión es de 6.5 %, considerando hasta la 50ª armónica.

**43.** los límites de distorsión armónica de la tensión individual se indican en la **Tabla 18**.

Con formato: Cap CR

**44.** El valor máximo de interarmónicos individuales de tensión no debe exceder el 0.2% respecto de la fundamental.

Orden de la armónica	Nivel de armónica (% de la Tensión fundamental)	Orden de la armónica	Nivel de armónica (% de la Tensión fundamental)
3	4.00	2	1.80
5	5.00	4	1.00
7	4.00	6	0.50
9	1.20	8	0.50
11	3.00	10	0.47
13	2.50	12	0.43
15	0.30	14	0.40
17	1.70	16	0.38
19	1.50	18	0.36
21	0.20	20	0.35
23	1.20	22	0.33
25	1.09	24	0.32
27	0.20	26	0.32
29	0.91	28	0.31
31	0.84	30	0.30

33	0.20	32	0.30
35	0.72	34	0.29
37	0.67	36	0.29
39	0.20	38	0.29
41	0.59	40	0.28
43	0.55	42	0.28
45	0.20	44	0.28
47	0.49	46	0.27
49	0.46	48	0.27
		50	0.27

Tabla 18: Niveles armónicos en la Tensión para Centrales Eléctricas de tipo B.

#### 9.6.3.44.1.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo C

La Central Eléctrica de tipo C debe cumplir los siguientes requerimientos de contenido armónico máximo:

- a) los valores máximos permitidos de distorsión armónica total en la forma de onda de la tensión es de 3.0 %, considerando hasta la 50ª armónica.

b) **45.** los límites de distorsión armónica de la tensión individual se indican en la **Tabla 19**.

Con formato: Cap CR

c) **46.** el valor máximo de interarmónicos individuales de tensión no debe exceder el 0.2 % respecto de la fundamental.

Orden de la armónica	Nivel de armónica (% de la Tensión fundamental)	Orden de la armónica	Nivel de armónica (% de la Tensión fundamental)
3	2.00	2	1.40
5	2.00	4	0.80
7	2.00	6	0.40

9	1.00	8	0.40
11	1.50	10	0.35
13	1.50	12	0.32
15	0.30	14	0.30
17	1.20	16	0.28
19	1.07	18	0.27
21	0.20	20	0.26
23	0.89	22	0.25
25	0.82	24	0.24
27	0.20	26	0.23
29	0.70	28	0.23
31	0.66	30	0.22
33	0.20	32	0.22
35	0.58	34	0.22
37	0.55	36	0.21
39	0.20	38	0.21
41	0.50	40	0.21
43	0.47	42	0.21
45	0.20	44	0.20
47	0.43	46	0.20
49	0.42	48	0.20
		50	0.20

Tabla 19: Niveles armónicos en la tensión para Centrales Eléctricas de tipo C y D.

#### **9.6.4.46.1.1. Requerimientos generales para Centrales Eléctricas tipo D**

Aplican los Requerimientos Generales de contenido armónico máximo para Centrales Eléctricas de tipo C.

#### **9.7.46.2. Requerimientos generales de inyección de corriente directa**

---

La Central Eléctrica de tipo A, B, C y D debe cumplir el requerimiento de inyección de corriente directa:

- a) en ningún caso se permitirá la inyección de corriente directa en el punto de interconexión.

#### **10.47. Arreglos de subestaciones de maniobras en el punto de interconexión**

En tanto no se cuente con una Norma Oficial Mexicana o especificaciones técnicas sobre el arreglo de subestaciones, se debe respetar la siguiente regla:

- a) Para tensiones iguales o menores de 161 kV:
  - iii. Si el punto de interconexión es en una subestación existente, el arreglo de la nueva bahía debe ser igual a las bahías existentes; y
  - iv. Si el punto de interconexión implica abrir líneas de transmisión para intercalar la subestación de maniobras, el arreglo de la subestación debe ser de doble bus e interruptor sencillo, o arreglo en anillo según lo determine el CENACE.
- b) Para tensiones mayores a 161 kV:
  - i. Si el punto de interconexión es en una subestación existente, el arreglo de la subestación debe ser:
    - I. Igual a las bahías existentes, cuando el arreglo de la subestación existente es de un solo bus principal.
    - II. En bahía de doble interruptor o interruptor y medio según determine el CENACE, cuando el arreglo de la subestación existente es de dos buses principales.
  - ii. Si el punto de interconexión implica abrir líneas de transmisión para intercalar la subestación de maniobras, el arreglo de la subestación debe ser de doble bus con bahías en arreglo, doble interruptor o interruptor y medio según determine el CENACE.

- 
- c) Solo en casos que por cuestiones ambientales y/o de aspectos sociales (turísticos, alta densidad de población, espacios reducidos), la subestación debe ser encapsulada en gas SF6, respetándose lo arreglos de subestaciones mencionados en los puntos anteriores.
- a)d) En ningún caso en la Red Nacional de Transmisión se permiten interconexiones en T o TAP.

### **11.48. Monitoreo de Conformidad**

Los Transportistas y Distribuidores están obligados a interconectar a sus redes las Centrales Eléctricas una vez que se hayan completado las obras específicas determinadas por el CENACE. Para tal efecto, el CENACE notificará al Transportista o Distribuidor la orden de interconexión física correspondiente, previa comprobación que una Unidad de Verificación o Unidad de Inspección, aprobada por la CRE, certifique que la instalación para la interconexión cumple con las características específicas de la infraestructura requerida por el CENACE.

Las Unidades de Verificación o Inspección, según corresponda, deberán utilizar las Normas Oficiales Mexicanas, especificaciones técnicas aprobadas por la CRE y los demás estándares aplicables para comprobar que las Centrales Eléctricas cumplen con los requerimientos necesarios para realizar la interconexión.

## **TITULO 2. Arreglos transicionales para Tecnologías emergentes**

### **1. Tecnologías emergentes**

- a) Los requisitos establecidos en el Título 1 del presente Manual no se aplicarán a las Centrales Eléctricas clasificadas como tecnologías emergentes, de conformidad con los lineamientos establecidos en el presente Título.

**2.2. Una Central Eléctrica podrá clasificarse como tecnología emergente cuando cumpla las siguientes condiciones:**

Con formato: Cap CR

- i. sea de tipo A;
  - ii. sea una tecnología de Central Eléctrica disponible comercialmente; y
  - iii. el fabricante de la tecnología compruebe que las ventas acumuladas de la tecnología de la Central Eléctrica de un Área Síncrona, al momento de la solicitud de clasificación como tecnología emergente, no superen el 25 % del nivel máximo de la Capacidad instalada acumulada establecido de acuerdo con el apartado (2) inciso a) del presente título.
- c) No se considerarán tecnologías emergentes las siguientes:
- i. Centrales Solares Fotovoltaicas
  - ii. Centrales Eólicas
  - iii. Centrales Geotérmicas
  - iv. Centrales Mini-hidroeléctricas

**2.3. Establecimiento de umbrales para calificar como Tecnología emergente**

El nivel máximo de la Capacidad instalada acumulada de las Centrales Eléctricas clasificadas como tecnologías emergentes en un Área Síncrona será del 0.1 % de la carga máxima anual en dicha Área.

**2.4. Aplicación para calificar como Tecnología emergente**

- a) En un plazo de seis meses a partir de la entrada en vigor del presente documento, los fabricantes de Centrales Eléctricas de tipo A podrán enviar a la CRE, mediante escrito simple, una solicitud de clasificación de su tecnología como tecnología emergente.

**5. De conformidad con el inciso anterior, para realizar una solicitud el fabricante deberá informar a la CRE sobre las ventas acumuladas de la tecnología correspondiente dentro de cada Área Síncrona en el momento de la solicitud.**

Con formato: Cap CR

**6. Para la solicitud de tecnología emergente se deberá considerar el nivel máximo de la Capacidad instalada acumulada de cada Área Síncrona, correspondiente al año anterior en el que se presenta la solicitud.**

#### **4.7. Evaluación y aprobación de solicitudes para calificar como Tecnología emergente**

a) En un plazo de 3 meses contados a partir de la admisión de la solicitud, la CRE determinará si dichas Centrales se deben clasificar como tecnologías emergentes.

**8. La CRE debe publicar una lista de las tecnologías clasificadas como tecnologías emergentes.**

Con formato: Cap CR

#### **5.9. Revisión de clasificación como Tecnología emergente**

- a) A partir de la fecha de la clasificación como tecnología emergente, el fabricante de la tecnología de generación de electricidad clasificada como tecnología emergente, deberá enviar cada 6 meses a la CRE una actualización de las ventas de dicha tecnología.
- b) La CRE publicará información relacionada con la Capacidad instalada acumulada de las tecnologías de generación de electricidad clasificadas como tecnologías emergentes.
- c) En caso de que la Capacidad instalada acumulada de la nueva tecnología de generación de electricidad clasificada como tecnología emergente interconectada supere el umbral establecido en el apartado 2) del presente título, la CRE retirará la clasificación de tecnología emergente.

- 
- d) Sin perjuicio de las disposiciones anteriores, el CENACE podrá proponer a la CRE, la revocación de una clasificación de tecnología emergente con fundamento en las condiciones y necesidades del SEN.
  - e) Una vez que se retire la clasificación como tecnología emergente, aquellas Centrales Eléctricas que utilicen esa tecnología y que previamente se encuentren interconectadas a la red, deberán de cumplir, en un plazo no mayor a 3 meses, con los requerimientos que les apliquen de conformidad con el presente Manual.