



# GT-ED REUNIÓN nº2

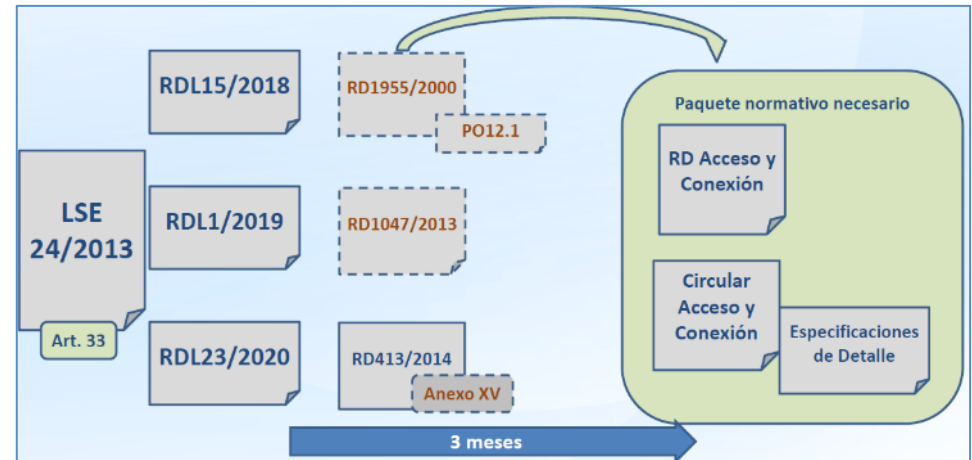
## Propuesta de estudios de detalle a nivel de nudo

Dirección Técnica

15 Octubre 2020

# Antecedentes

Nos encontramos en un **MOMENTO CLAVE**, en el que se plantean cambios disruptivos en los procedimientos de acceso y conexión, respecto a los actualmente vigentes.



## Algunos objetivos:

- Asignación clara de competencias.
- Dotar de mayor transparencia a todo el procedimiento.
- Eliminar especulación.
- Asegurar la ejecución real de los proyectos.
- Liberar capacidad



## Mecanismos propuestos en nueva Regulación:

- Establecimiento de hitos para la caducidad de los permisos.
- Tramitación telemática de solicitudes.
- Se elimina la figura de los Interlocutores Únicos de Nudo.
- Modificación de los criterios de evaluación de la capacidad.

# Antecedentes

La Circular y las ED plantean la modificación de los criterios vinculantes para la evaluación de la capacidad de acceso:

## Vigente:

1. Criterio basado en la potencia de cortocircuito.  
Parámetro **SCR = 20**

## Propuesta Circular y ED:

1. Criterio basado en la potencia de cortocircuito.  
Parámetro **WSCR**
2. **Criterios de estabilidad estática (flujos de cargas)**
3. **Criterios de estabilidad dinámica**

Asegurar el correcto funcionamiento de los MPE ("red a la que se conectan suficientemente fuerte")



Criterio ligado a la fortaleza de la red (Sc). Sólo para generadores conectados de forma NO síncrona (MPE).

Asegurar el correcto funcionamiento del sistema en régimen permanente y transitorio (reflejo de viabilidad de evacuación del producible)



Criterio ligado a la capacidad de evacuación de la red y funcionamiento en régimen estático



Criterio ligado a la estabilidad del sistema y comportamiento dinámico

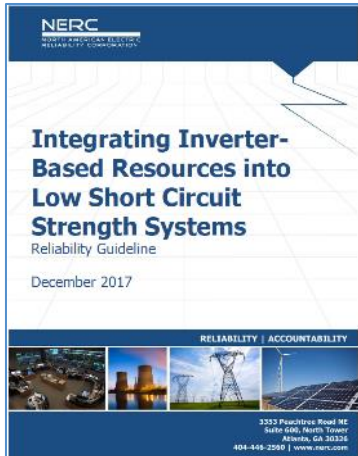
# Limitaciones de los parámetros asociados a SCR

- ❑ Históricamente, **mientras el umbral de SCR ha estado situado en valores altos** ( $SCR > 20$ ), las instalaciones conectadas a través de electrónica de potencia han podido operar **con relativa seguridad**.
- ❑ Sin embargo, **el paso a condiciones de operación con SCR más bajos, provoca la aparición de una amplia variedad de situaciones y problemas en las redes**.
- ❑ Estos problemas tendrán **especial impacto sobre las instalaciones renovables ya conectadas**, las cuales no están concebidas para operar en condiciones de SCR bajos, y que se verán expuestas a:
  - Disparos por inestabilidad y oscilaciones en los controles.
  - Disparos por interacción con los controles de otras instalaciones.
  - Disparos por imposibilidad de soportar huecos de tensión.
  - Penalizaciones por incumplimiento de requisitos.

# Limitaciones de los parámetros asociados a SCR

- ❑ Estos problemas no pueden preverse aplicando metodologías generalistas, ya que su aparición depende de la **topología específica del nudo** y de las **características particulares de cada instalación**. Su identificación. **requiere de un análisis caso por caso**.
- ❑ Los criterios asociados a la potencia de cortocircuito permiten realizar un primer “screening” burdo, pero no sirven para identificar este tipo de problemas, menos aún en condiciones de SCR bajos.
  - Establecer un umbral adecuado se convierte en una tarea peligrosa, por la convivencia de diferentes tecnologías, antigüedad de equipos, lógicas de control, etc.
- ❑ **Los nuevos criterios de estabilidad estática y estabilidad dinámica tampoco suplen las limitaciones de las métricas basadas en potencia de cortocircuito**, ya que no analizan el comportamiento en el interior de los nudos afectados, cuestión clave cuando se trata de solicitudes de acceso de instalaciones que comparten infraestructuras de evacuación hasta el punto de conexión.

# Limitaciones de los parámetros asociados a SCR



## Documento NERC (Página 5)

### Limitations of Screening Metrics

There are some critical limitations when SCR-based screening tools are used in power systems planning. First among these is the wide variety of problems which may be encountered under weak conditions. When the system is generally unable to support stable operation as well, the specific limits which will be encountered are very dependent on the precise nature of the interconnection. Specific control revisions within a vendor family of controls, specific system and outage conditions, and the precise nature of nearby equipment can all determine whether there will be a problem at a given SCR or not. The temptation for planners is to apply screening metrics in a general way to determine whether their system will operate correctly, while the reality is that weak system issues are usually not general but specific. Lower SCR typically increases the likelihood of issues, but often doesn't predict the exact mode of failure or the precise point at which system stability will be compromised. This uncertainty means that usually SCR-based metrics should be relegated to a high level of screening, and if specific knowledge is required regarding whether a given system will operate as expected, more rigorous study is required, often entailing EMT study tools.

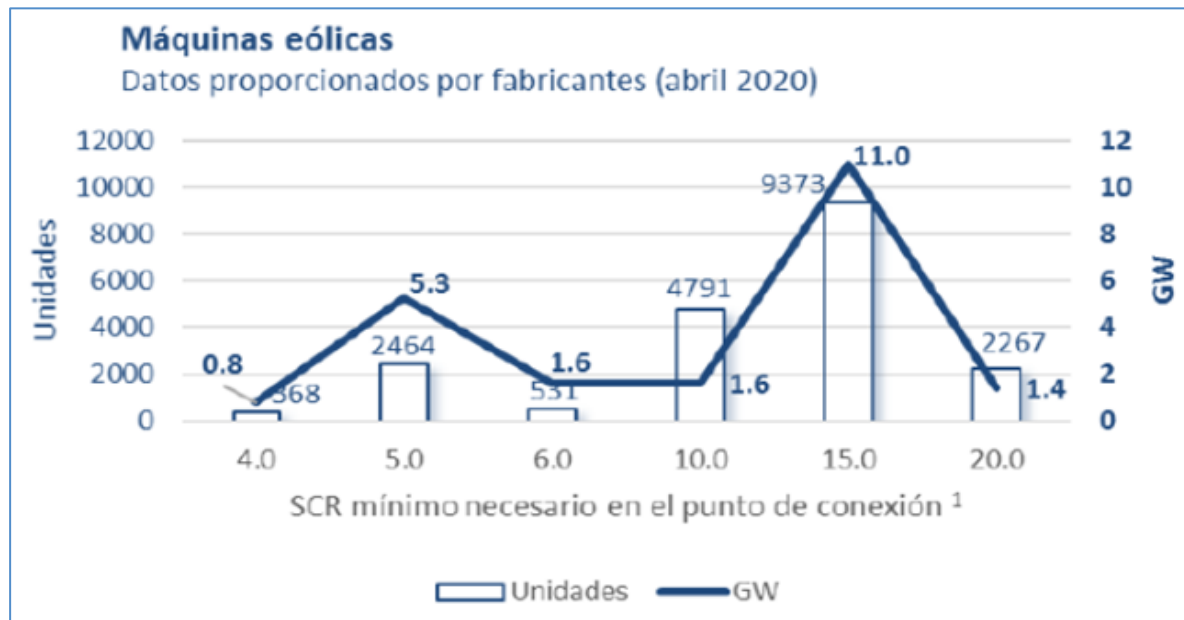
Even when used purely as screening metrics, there is a temptation for planners to use SCR-based tools to set "minimum system strength" criteria. The danger with this is that as equipment and control technology evolves, or as different types of equipment are mixed, the appropriate threshold becomes perilously difficult to set correctly. What is "weak" for one manufacturer may not be a problem for another. What was "weak" for one manufacturer two years ago may no longer be difficult to achieve. The addition of a new piece of equipment may (through poor controls, for example) suddenly destabilize otherwise very well controlled existing equipment.

#### Key Takeaway:

While lower SCR typically increases the likelihood of potential issues with inverter-based resources, these methods should be used as a screening tool. Weak grid issues are system- and equipment-specific and it is difficult to define a "minimum system strength" criteria that can be applied uniformly. The equipment manufacturer should also be apprised of which SCR-based metric was used by the planning engineer.

# Limitaciones de los parámetros asociados a SCR

- La información recopilada por REE a partir de los datos de los principales fabricantes, muestra la **imposibilidad de asegurar el correcto funcionamiento de un contingente importante de potencia instalada renovable**, en el caso de que los límites de WSCR se reduzcan por debajo de diferentes umbrales (20, 15, 10...).



**Bajar a un WSCR=10 supondría poner en riesgo a 12,4 GW eólicos**

# Limitaciones de los parámetros asociados a SCR

## Resumen:

**Los parámetros asociados a la potencia de cortocircuito no resultan válidos como criterios únicos para asignar capacidad de generación.**

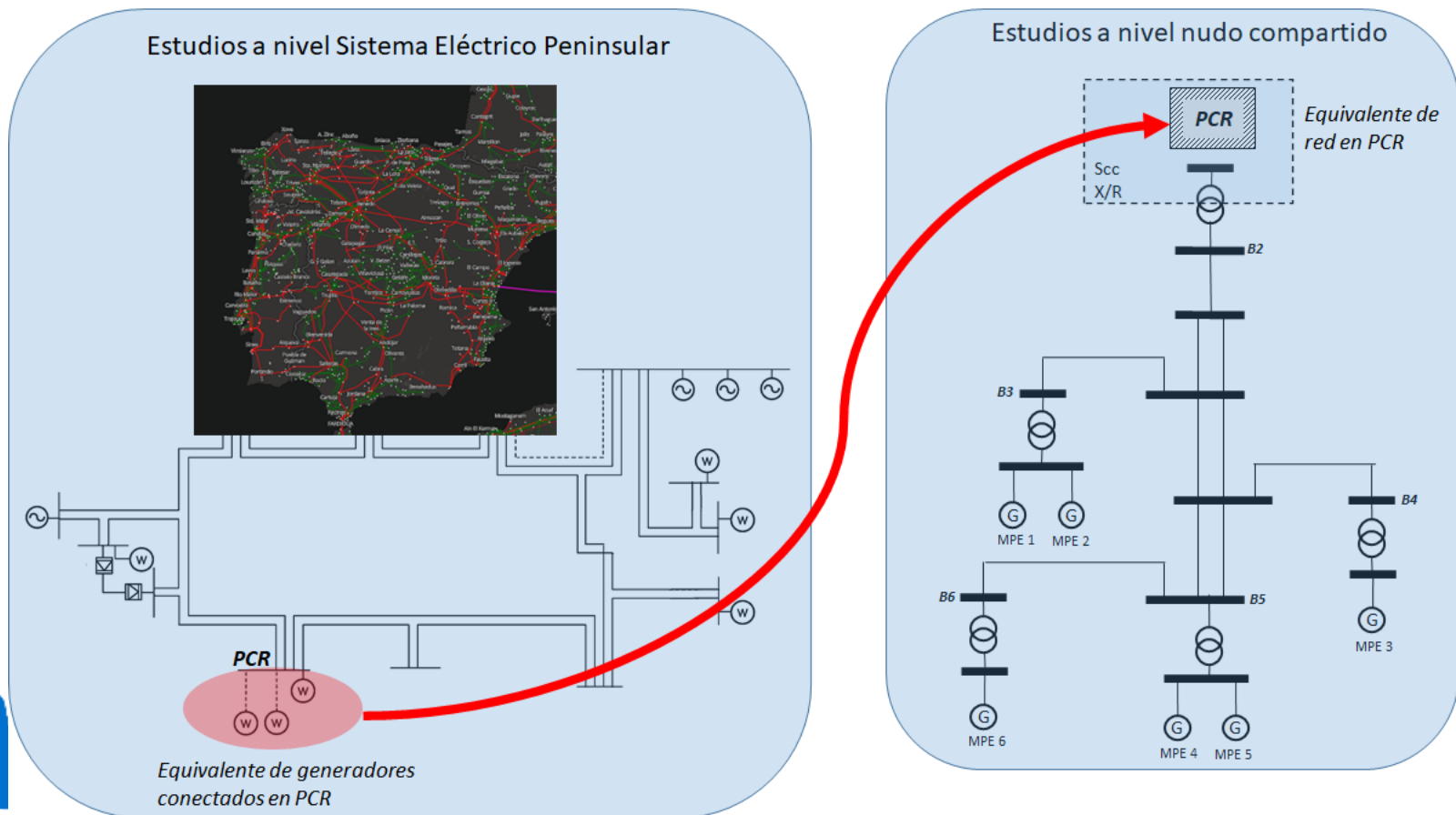
**La aparición de problemas hasta la fecha ha tenido carácter puntual, pero crecerá exponencialmente si se reducen los umbrales de SCR .**

**A día de hoy no existe un marco normativo que regule la resolución de problemas técnicos entre diferentes instalaciones de generación conectadas al mismo nudo, por la afección de unas sobre otras. No existe un procedimiento que defina responsabilidades ni la aplicación de medidas correctoras.**



# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

Se debe **complementar el criterio de potencia de cortocircuito mediante la realización de estudios de detalle a nivel de nudo compartido** (aguas abajo del punto de conexión), que permitan evaluar el impacto del nuevo solicitante de acceso y conexión sobre las instalaciones de generación ya conectadas a dicho nudo.



# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## OBJETIVOS DE ESTOS ESTUDIOS:

### **Habilitar nueva capacidad de acceso**

- más allá de los umbrales de potencia de cortocircuito
- aprovechando las ventajas económicas y ambientales que supone la topología de nudos compartidos y sin necesidad de realizar inversiones en nuevas infraestructuras.

### **Garantizar la operación segura de la generación renovable existente.**

- anticipando problemas de operación “a priori”, no “a posteriori”
- Planteando medidas correctoras.
- Evitando riesgo de demandas y conflictos entre promotores y/o GdR.

Estudios en el  
interior del nudo

- Estabilidad estática
- Estabilidad dinámica

# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## 1. Estudio (estático) de flujos de potencia a nivel nudo de generación

Estos estudios tienen por objeto evaluar la capacidad de los elementos de red de un nudo de generación (líneas, cables, transformadores) para la interconexión de un nuevo generador y verificar el cumplimiento normativo en niveles de tensiones en cada una de las barras dentro de dicho nudo. Estos estudios deberán realizarse a distintas condiciones de operación, por ejemplo

Escenario	Equivalente de PCR*	Tensión en PCR	P en MPEs	Q en MPEs	
				Nueva OM	RD 413/2014
1	Pcc (P5) y X/R (P50)	+5% $V_{nom}$	$P_{max}$	-0.30· $P_{max}$	Cos $\phi$ -0,98
				0.3 / 0.4· $P_{max}$	Cos $\phi$ +0,98
2	Pcc (P5) y X/R (P50)	-5% $V_{nom}$	$P_{max}$	-0.30· $P_{max}$	Cos $\phi$ -0,98
				0.3 / 0.4· $P_{max}$	Cos $\phi$ +0,98
3	Pcc (P5) y X/R (P50)	+5% $V_{nom}$	0,2 $P_{max}$	-0.30· $P_{max}$	Cos $\phi$ -0,98
				0.3 / 0.4· $P_{max}$	Cos $\phi$ +0,98
4	Pcc (P5) y X/R (P50)	-5% $V_{nom}$	0,2· $P_{max}$	-0.30· $P_{max}$	Cos $\phi$ -0,98
				0.3 / 0.4 $P_{max}$	Cos $\phi$ +0,98

# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## 1. Estudio (estático) de flujos de potencia a nivel nudo de generación (cont.)

La tabla anterior recoge algunos puntos más significativos de las figuras 48 y 50 de la Rev02 de la NTS, para puntos de verificación de reactiva en BC casos A y B.

En caso de existir algún tipo de incumplimiento, bien sea por corriente o por tensión, se deberían analizar los niveles de potencia de la nueva instalación objeto de estudio, que hacen desaparecer los incumplimientos.

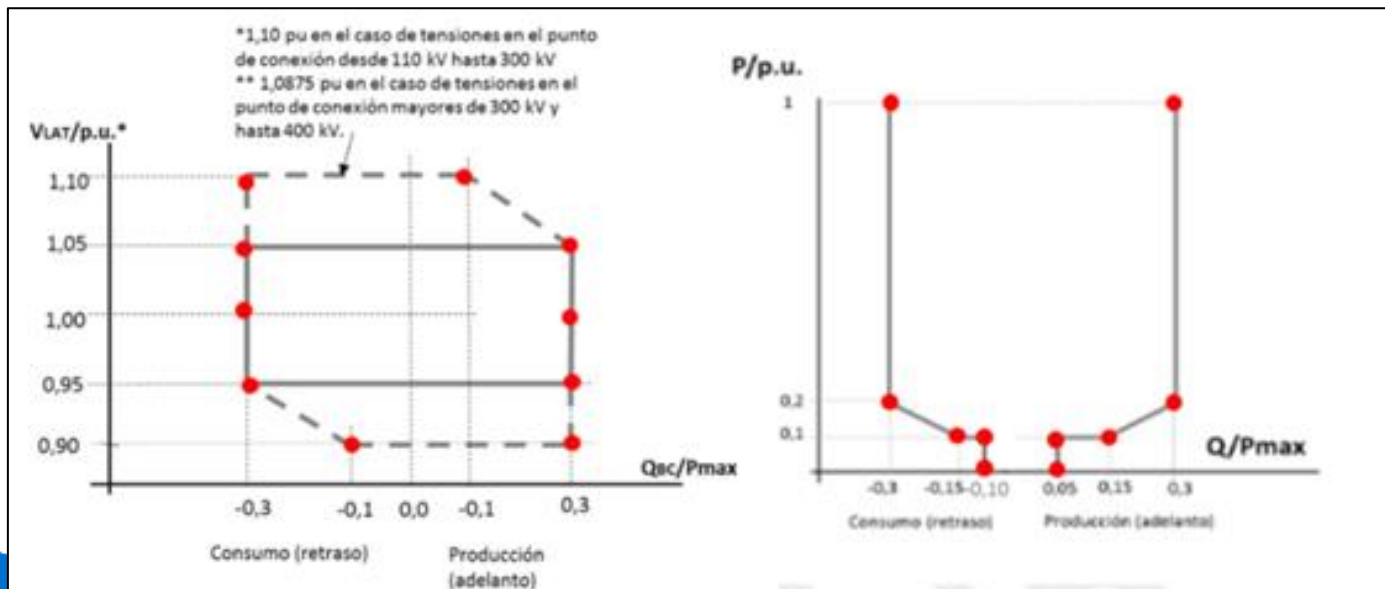


Figura 48. Representación gráfica de los puntos de verificación de la capacidad de potencia reactiva a la capacidad máxima de los MGE (izquierda) y de los puntos de verificación de la capacidad de potencia reactiva a potencias activas menores de la capacidad máxima de los MPE (derecha) según el procedimiento de modelización alternativa en BC Caso A.

# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## Parámetros necesarios para los estudios estáticos:

Los modelos de estos elementos de red deben construirse en base a los parámetros eléctricos notificados por los propietarios de dichos elementos.

Modelo	Tipo	Parámetros mínimos
Equivalente de RT	Librería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potencia de cortocircuito (MVA)</li><li>• Ratio X/R</li></ul>
Líneas	Librería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tensión nominal (kV)</li><li>• Capacidad nominal (MVA)</li><li>• Número de circuitos y longitud en km</li><li>• Resistencia de secuencia directa (<math>\Omega</math>)</li><li>• Reactancia de secuencia directa (<math>\Omega</math>)</li><li>• Susceptancia de secuencia directa (<math>\mu S</math>)</li><li>• Resistencia de secuencia homopolar (<math>\Omega</math>)</li><li>• Reactancia de secuencia homopolar (<math>\Omega</math>)</li><li>• Susceptancia de secuencia homopolar (<math>\mu S</math>)</li></ul>
Cables	Librería	
Transformadores	Librería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potencia nominal (MVA)</li><li>• Tensión nominal (kV) de primario y secundario</li><li>• Grupo de conexión</li><li>• Pérdidas en vacío y en carga (kW)</li><li>• Tensión de cortocircuito (% en base máquina)</li><li>• Tipo y rango de regulación</li></ul>
Elementos de compensación Q	Librería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tensión nominal (kV)</li><li>• Potencia total (MVar).</li><li>• Número de escalones</li><li>• Tipo de control de los escalones</li></ul>
Equivalente MPE	Librería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potencia activa nominal</li><li>• Curva de potencia reactiva en función de la potencia activa</li></ul>

Requisitos recogidos en el **P.O. 9** y que se proporcionan al GdR a través de la información estructural que cada propietario debe aportar respecto a sus instalaciones

# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## 2. Estudio (dinámico) de control de tensión/potencia reactiva a nivel nudo de generación

Este estudio tiene por objeto evaluar la influencia de un nuevo generador en el control de la tensión en las distintas barras que integran el nudo de generación, considerando distintas variaciones del nivel de tensión en PCR, en términos de magnitud, duración (transitorios) y tasa de cambio, causados por potenciales contingencias de la red de transporte. Por ejemplo:

- Escalón de tensión cuya magnitud varía bien en sentido positivo o negativo, por ejemplo, originadas por la apertura intempestiva de una línea de la RT o un cambio súbito de la carga del sistema.
- Escalones de tensión que se presentan de forma irregular en el tiempo y cuya magnitud varía tanto en sentido positivo como negativo, por ejemplo, originadas por acoplamientos de cargas no resistivas.

# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## 2. Estudio (dinámico) de control de tensión/potencia reactiva a nivel nudo de generación

Para realizar estos estudios, es necesario **modelar el comportamiento dinámico de los elementos (MGE y CAMGE) dentro del nudo de generación que participan en el control de tensiones**. Para ello podrían utilizarse:

- modelos de usuario (particularmente para el caso de MPEs)
- modelos genéricos a partir de parámetros/datos notificados por los propietarios de dichos elementos. Los modelos genéricos basados en modelos de librería de software, deberán acompañar un informe de validación que justifique un comportamiento similar al modelo detallado de usuario.

La influencia de un nuevo generador en el control de la tensión en las distintas barras que integran el nudo de generación, se comprobará y evaluará comparando los resultados de los estudios con y sin la conexión del nuevo MPE en estudio. En caso de incumplimientos, se deberá hacer un análisis de sensibilidad reduciendo la potencia activa del MPE en estudio hasta determinar el valor límite que se podría evacuar.

# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## Parámetros necesarios para los estudios dinámicos:

Modelo	Tipo	Parámetros mínimos						
Equivalente de RT	--	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según lo defina el GRT</li> </ul>						
Transformadores (OLTC)	Librería	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por ejemplo:                             <table border="1" data-bbox="788 519 1796 629"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>OLTC1T</td> <td>Two-winding transformer online tap changer model.</td> </tr> <tr> <td>OLPS1T</td> <td>Two-winding transformer phase shift regulator model.</td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>Tiempo de retardo (s)</li> <li>Constante de tiempo del cambiador de tomas (s)</li> <li>Tiempo para nueva señal de cambio de toma (s)</li> </ul>	Model	Description	OLTC1T	Two-winding transformer online tap changer model.	OLPS1T	Two-winding transformer phase shift regulator model.
Model	Description							
OLTC1T	Two-winding transformer online tap changer model.							
OLPS1T	Two-winding transformer phase shift regulator model.							
Elementos dinámicos de compensación Q	Usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Codificados internamente</li> </ul>						
Elementos dinámicos de compensación Q	Librería	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por ejemplo:                             <table border="1" data-bbox="788 1062 1802 1172"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSTCNT</td> <td>Static Condenser (modeled as FACTS device in power flow).</td> </tr> <tr> <td>SVSMO3T2</td> <td>WECC Generic STATCOM based SVC model</td> </tr> </tbody> </table> </li> </ul>	Model	Description	CSTCNT	Static Condenser (modeled as FACTS device in power flow).	SVSMO3T2	WECC Generic STATCOM based SVC model
Model	Description							
CSTCNT	Static Condenser (modeled as FACTS device in power flow).							
SVSMO3T2	WECC Generic STATCOM based SVC model							



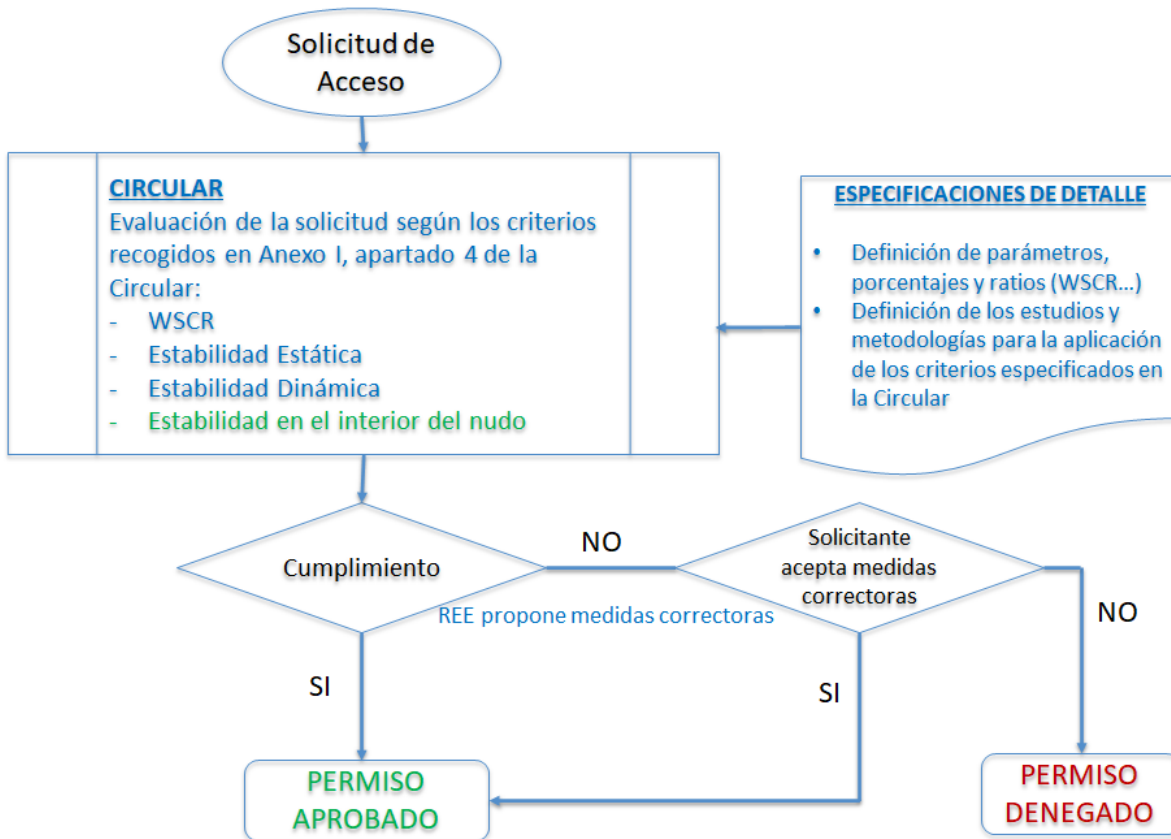
# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## Parámetros necesarios para los estudios dinámicos:

Modelo	Tipo	Parámetros mínimos																																						
Equivalente MPE	Usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Codificados internamente</li> </ul>																																						
Equivalente MPE	Librería	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo genérico de generador. Por ejemplo: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PVGU1</td> <td>User written generator model to represent photo-voltaic (PV) systems</td> </tr> <tr> <td>REGCA1</td> <td>Renewable Energy Generator/Converter Model</td> </tr> <tr> <td>WT1G1</td> <td>Direct connected (Type 1) generator</td> </tr> <tr> <td>WT2G1</td> <td>Induction generator with controlled external rotor resistor (Type 2)</td> </tr> <tr> <td>WT3G1</td> <td>Doubly-fed induction generator (Type 3)</td> </tr> <tr> <td>WT3G2</td> <td>Doubly-fed induction generator (Type 3), version 2</td> </tr> <tr> <td>WT4G1</td> <td>Wind generator model with power converter (Type 4)</td> </tr> <tr> <td>WT4G2</td> <td>Wind generator model with power converter (Type 4), version 2</td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>Modelo de control eléctrico de generador. Por ejemplo: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PVEU1</td> <td>User written electrical control model for photo-voltaic (PV) systems</td> </tr> <tr> <td>REECA1</td> <td>Renewable Energy Electrical Model</td> </tr> <tr> <td>REECB1</td> <td>Renewable Energy Electrical Control model (for large scale PV)</td> </tr> <tr> <td>WT2E1</td> <td>Rotor resistance control model for Type 2 wind generator</td> </tr> <tr> <td>WT3E1</td> <td>Electrical control for Type 3 wind generator</td> </tr> <tr> <td>WT4E1</td> <td>Electrical control models for Type 4 wind generator</td> </tr> <tr> <td>WT4E2</td> <td>Electrical control for Type 4 wind generator, version 2</td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>Modelo genérico de control de planta. Por ejemplo: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>REPCA1 &amp; REPCTA1</td> <td>Plant Controller model</td> </tr> </tbody> </table> </li> </ul>	Model	Description	PVGU1	User written generator model to represent photo-voltaic (PV) systems	REGCA1	Renewable Energy Generator/Converter Model	WT1G1	Direct connected (Type 1) generator	WT2G1	Induction generator with controlled external rotor resistor (Type 2)	WT3G1	Doubly-fed induction generator (Type 3)	WT3G2	Doubly-fed induction generator (Type 3), version 2	WT4G1	Wind generator model with power converter (Type 4)	WT4G2	Wind generator model with power converter (Type 4), version 2	Model	Description	PVEU1	User written electrical control model for photo-voltaic (PV) systems	REECA1	Renewable Energy Electrical Model	REECB1	Renewable Energy Electrical Control model (for large scale PV)	WT2E1	Rotor resistance control model for Type 2 wind generator	WT3E1	Electrical control for Type 3 wind generator	WT4E1	Electrical control models for Type 4 wind generator	WT4E2	Electrical control for Type 4 wind generator, version 2	Model	Description	REPCA1 & REPCTA1	Plant Controller model
Model	Description																																							
PVGU1	User written generator model to represent photo-voltaic (PV) systems																																							
REGCA1	Renewable Energy Generator/Converter Model																																							
WT1G1	Direct connected (Type 1) generator																																							
WT2G1	Induction generator with controlled external rotor resistor (Type 2)																																							
WT3G1	Doubly-fed induction generator (Type 3)																																							
WT3G2	Doubly-fed induction generator (Type 3), version 2																																							
WT4G1	Wind generator model with power converter (Type 4)																																							
WT4G2	Wind generator model with power converter (Type 4), version 2																																							
Model	Description																																							
PVEU1	User written electrical control model for photo-voltaic (PV) systems																																							
REECA1	Renewable Energy Electrical Model																																							
REECB1	Renewable Energy Electrical Control model (for large scale PV)																																							
WT2E1	Rotor resistance control model for Type 2 wind generator																																							
WT3E1	Electrical control for Type 3 wind generator																																							
WT4E1	Electrical control models for Type 4 wind generator																																							
WT4E2	Electrical control for Type 4 wind generator, version 2																																							
Model	Description																																							
REPCA1 & REPCTA1	Plant Controller model																																							

# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## Implementación:



Ejemplos de **medidas correctoras** en caso de afecciones (NERC):

- Cambios en los controles.
- Implementar tiempos de respuesta más lentos.
- Limitar potencia reactiva
- Necesidad de incorporar equipos adicionales para eliminar afecciones (FACTS, STATCOMs, etc)

# Propuesta de estudios a nivel de nudo compartido

## Implementación:

¿QUE?

- ❑ Incorporar un cuarto criterio en la Circular de “**Estabilidad en el interior del nudo**”
- ❑ Definir la **metodología de cálculo** en las ED

¿QUIEN?

Para la realización de los estudios existen **varias alternativas igualmente válidas:**

- Estudios a realizar por el GdR junto con el resto de criterios.
- Estudios a aportar por el nuevo solicitante de acceso. Requiere disponer de la información necesaria.

¿CUANDO?

- ❑ No todos los cálculos deben realizarse en el momento de la solicitud de acceso.
- ❑ Lo importante es que antes de la puesta en servicio del nuevo solicitante, se hayan comprobado las afecciones sobre otros generadores.
  - En el momento de evaluar la solicitud de acceso se puede realizar un primer análisis
  - Los estudios de detalle podrían aportarse posteriormente, durante el procedimiento de puesta en servicio, antes de la FON.

# Conclusiones

1. Actualmente **no existe ningún procedimiento que permita identificar y corregir las previsibles afecciones que se ocasionarán sobre la generación basada en electrónica de potencia**, en escenarios de SCRs bajos.
2. Los cambios en los criterios de evaluación de capacidad de acceso **no deben suponer una penalización para la generación ya conectada**.
3. La implementación de estudios de detalle en el interior de los nudos compartidos, **permitiría reducir significativamente los umbrales de WSCR y abrir mayor capacidad en los nudos**.
4. Para las condiciones de red que tenemos en España, **se trataría de estudios sencillos, con modelos RMS**.
5. **Los estudios pueden realizarse en varias fases**. Los cálculos más detallados podrían aportarse durante el proceso de puesta en servicio, como requisito para obtener la FON.



C/ Sor Ángela de la Cruz, 2. planta 14 D  
28020, Madrid

Tel. +34 917 451 276

[aeolica@aeolica.org](mailto:aeolica@aeolica.org)

[www.aeolica.org](http://www.aeolica.org)

