

**red eléctrica**

Una empresa de Redeia

# Guía para la presentación del informe de amortiguamiento de oscilaciones y de emulación de inercia de la NTS

**Versión 4**

Dirección General de Operación

2 de junio de 2025

## Índice

1	Introducción .....	1
2	Procedimiento de entrega de informes .....	2
2.1	Requisitos de oscilaciones 5.9 y 5.10 .....	2
2.2	Requisitos de emulación de inercia 5.6.....	2
3	Plantilla recomendada para presentar los informes .....	3
3.1	Introducción .....	3
3.2	Descripción del modelo utilizado.....	3
3.3	Análisis de amortiguamiento de oscilaciones .....	4
3.4	Análisis de emulación de inercia .....	5
4	Propuesta de certificado de MGE .....	6

## Control de cambios

Versión	Descripción
1 (8/10/2021)	Versión inicial.
2 (18/11/2021)	Revisión por parte de certificadores e inclusión de la emulación de inercia.
3 (19/09/2022)	Revisión por parte del operador del sistema.
4 (2/06/2025)	Finalización del período de revisión de los informes y emisión de las cartas de conformidad por parte del operador del sistema (Red Eléctrica).



## 1 Introducción

---

Este documento se realiza con el objetivo de proporcionar una orientación sobre el contenido, tanto del informe de oscilaciones, como del informe de emulación de inercia, para dar cumplimiento a lo establecido en los subapartados de la NTS siguientes:

- 5.6, en relación con la capacidad de emulación de inercia,
- 5.9 y 5.10 en relación con la capacidad de amortiguar las oscilaciones de potencia o de no deteriorar el amortiguamiento de estas.

Estas modificaciones también aplican de forma análoga a la NTS SENP, dado que para la evaluación de los requisitos de los subapartados del 5.6, 5.9 y 5.10 se hace referencia a la NTS SEPE.

Consideraciones previas para tener en cuenta:

- En el subapartado 5.6 de la NTS, de aplicación **voluntaria** a los MPE, se exponen dos metodologías posibles para la elaboración del informe (ver subapartado 5.6.2 de la NTS). Por lo tanto, el **informe de emulación de inercia** únicamente será proporcionado por aquellos MPE que dispongan de esta capacidad no obligatoria.
- El subapartado 5.9 de la NTS se aplica a los MGES y la metodología que se resume en este documento para la elaboración del **informe de oscilaciones requerido**, también se aplica a los MGES, siendo una alternativa a la metodología indicada en el subapartado 5.9.4 de la NTS. No obstante, la guía se ha enfocado en su redacción principalmente hacia los MPE, es decir, según el subapartado 5.10.
- En el subapartado 5.10 de la NTS, de aplicación a los MPE, se exponen dos metodologías posibles para la elaboración del **informe de oscilaciones requerido**, que no son de libre elección, sino basadas en la disponibilidad o no de POD en el MPE.

### A partir del 16 de junio de 2025:

- Las cartas de conformidad para los requisitos 5.6, 5.9 y 5.10 de la NTS, que hayan sido emitidas por el operador del sistema (Red Eléctrica), mantienen su validez para la versión de la NTS que consta en el alcance de la carta de conformidad.
- Aquellas entidades de certificación que estuvieran acreditadas para las opciones A y B establecidas en la versión 3 de esta Guía, publicada el 19 de septiembre de 2022, estarán habilitadas para emitir certificados de combinaciones de UGE y CAMGE conforme a lo especificado en la versión 4 de esta Guía.
- La versión 3 de esta Guía quedará superada por la versión 4, y no permanecerá publicada en la web de Red Eléctrica. Se facilitará al interesado bajo solicitud.
- Los requisitos técnicos incluidos en los subapartados 5.6, 5.9 y 5.10 de la NTS SEPE, se evaluarán de la misma forma que el resto de los requisitos técnicos incluidos en la NTS, dando así por concluido el período en el que el operador del sistema ha realizado la evaluación de estos requisitos.
- En consecuencia, no se tramitarán nuevas solicitudes de evaluación de los informes de inercia ni de los informes de oscilaciones con el operador del sistema. Las solicitudes que se hayan realizado con fecha previa a 16 de junio de 2025 seguirán bajo la evaluación del operador del sistema, y se les emitirá, si procede, la carta de conformidad correspondiente.

## 2 Procedimiento de entrega de informes

---

A continuación, se proporcionan indicaciones sobre el procedimiento de entrega de ambos informes:

### 2.1 Requisitos de oscilaciones 5.9 y 5.10

El certificador autorizado evaluará el informe que demuestre el cumplimiento del requisito de manera integral, es decir, por el conjunto formado por la UGE y el CAMGE. En aquellos casos en los que el MGE no disponga de CAMGE, será suficiente la evaluación del cumplimiento del requisito a nivel de UGE.

El informe podrá ser realizado por una entidad no acreditada para la NTS, y, por tanto, tendrá el mismo tratamiento que cualquier otro requisito técnico de los evaluados en la NTS.

A partir del 16 de junio de 2025 no se deberán trasladar estos informes a Red Eléctrica, salvo solicitud expresa. En el certificado final de MGE deberá incluirse la conformidad del requisito 5.9/5.10, según sea de aplicación.

**El propietario del MGE es el responsable último en garantizar el cumplimiento del requisito de oscilaciones** conforme a la metodología establecida en la NTS.

### 2.2 Requisitos de emulación de inercia 5.6

El certificador autorizado evaluará el informe que demuestre el cumplimiento del requisito de manera integral, es decir, por el conjunto formado por la UGE y el CAMGE. En aquellos casos en los que el MGE no disponga de CAMGE, será suficiente la evaluación del cumplimiento del requisito a nivel de UGE.

El informe podrá ser realizado por una entidad no acreditada para la NTS, y, por tanto, tendrá el mismo tratamiento que cualquier otro requisito técnico de los evaluados en la NTS.

A partir del 16 de junio de 2025 no se deberán trasladar estos informes a Red Eléctrica, salvo solicitud expresa. En el certificado final de MGE deberá incluirse la conformidad del requisito 5.6, según sea de aplicación.

En lo que respecta a la necesidad del análisis modal establecido en el epígrafe 2 del subapartado 5.6.2, debe ser compatible con el análisis modal realizado en el subapartado 5.10 ya que el módulo de emulación de inercia debe estar activado para dicho análisis.

**El propietario del MPE es el responsable último en garantizar el cumplimiento del requisito (voluntario) de emulación de inercia** conforme a la metodología establecida en la NTS.

## 3 Plantilla recomendada para presentar los informes

Se utilizará la estructura indicada en los subapartados siguientes **para la realización del informe de oscilaciones**. En aquellos aspectos compatibles con el requisito de **emulación de inercia**, se recomienda también seguir la misma estructura.

### 3.1 Introducción

Explicación de qué información se está entregando y objetivo del informe:

1. **MPE con/sin POD.** En caso de contar con un POD, bien a nivel UGE o a nivel CAMGE, será necesaria su descripción detallada de la funcionalidad, adicional a la solicitada en el subapartado 3.2 siguiente.
2. **Forma de evaluación:**
  - Evaluación UGE y/o CAMGE (fabricantes).
  - Evaluación MPE en conjunto (titular de la instalación o empresa designada).

En ambos casos, si existe un CAMGE, será necesario modelarlo de forma conjunta con la UGE en las simulaciones requeridas.
3. **Opciones elegidas** en función de las posibilidades existentes:
  - Estudio en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia (valores propios).
  - Modelo certificado o modelo linealizado.
4. **Objetivo del informe:** obtener la aprobación para una determinada combinación de UGE y CAMGE o bien para una familia de UGE y CAMGE a los que es de aplicación el informe. En este segundo caso, se requiere que los fabricantes de UGE y CAMGE proporcionen al certificador la justificación técnica pertinente, en cuanto a que existe un comportamiento similar de dicha familia de UGE y CAMGE en lo que respecta al requisito 5.10, que permite extender la aplicabilidad de las conclusiones del informe a dicha familia de UGE y CAMGE. La denominación de las familias de UGE y CAMGE debe ser clara y precisa, de forma que se pueda cotejar esta denominación por parte del certificador en el certificado final de MGE.

### 3.2 Descripción del modelo utilizado

Los siguientes puntos contienen la información mínima del modelo que se solicita:

1. **Descripción de los modelos** de UGE y CAMGE utilizados:

Si son modelos certificados conforme al apartado 6 de la NTS, sólo sería necesaria la presentación o referencia del certificado del modelo. La denominación del certificado del modelo debe ser clara y precisa, de forma que se pueda cotejar esta denominación en el certificado de MGE. Los modelos certificados deben ser apropiados para el análisis en el dominio de la frecuencia basado en valores propios. Se recomienda mostrar en el informe los parámetros de los modelos certificados y debe ser visible la variación de las trayectorias de los modos de oscilación al modificar el modo de control de tensión. En caso de que existan dudas respecto a la idoneidad del modelo presentado, se podrá requerir la utilización de un modelo apto para este tipo de análisis, es decir, un modelo linealizado y específico para pequeña señal sin la obligatoriedad de que haya sido certificado.

Queda fuera del alcance de este documento, y será establecido entre las partes implicadas, tanto el formato como las condiciones bajo las que se realizarán las simulaciones como la información intercambiada. No obstante, Red Eléctrica podrá requerir la información que considere necesaria del modelo empleado en la evaluación del requisito.

2. Descripción de los **modos de control de tensión** existentes en el MGE (factor de potencia, consignas de tensión, consigna de reactiva), ya que se requiere el análisis y la representación para cada uno de estos modos.

### 3.3 Análisis de amortiguamiento de oscilaciones

Se indicará qué tipo de análisis se ha realizado en coherencia con las posibilidades anteriormente expuestas e indicadas en la NTS:

- Estudio en el dominio del tiempo.
- Estudio en el dominio de la frecuencia (valores propios).

Por defecto se utilizará la red de pruebas propuesta en el subapartado 5.10.2.1 de la NTS. No obstante, si se han realizado alteraciones en dicha red de pruebas, se detallarán y se justificarán.

Los análisis se pueden realizar con cualquier herramienta de simulación.

De manera adicional a los modelos dinámicos de los generadores del nudo 1 y del nudo 2, se debe utilizar un modelado dinámico para las cargas tipo IZ. En el subapartado 7.2 de la NTS se describe cómo se realiza el modelado IZ a través de las siguientes expresiones:

$$P(V) = P_1 \times V \text{ (p. u.)}$$

$$Q(V) = Q_1 \times V^2 \text{ (p. u.)}$$

1. En el caso de **estudio en el dominio del tiempo**, se mostrarán las gráficas solicitadas para las siguientes configuraciones:

- con el MPE desconectado,
- con el MPE conectado y con el CAMGE deshabilitado,
- con el MPE conectado y con el CAMGE habilitado para todos los modos de control de tensión. Además, se mostrarán los resultados para 2% y 7% de pendiente en el control de tensión.

Se indicará el cálculo del amortiguamiento, conforme a la fórmula indicada en el subapartado 5.10.3.2 de la NTS, mostrando en gráficas, del tipo de la Figura 1, los valores máximos y mínimos utilizados para el cálculo del amortiguamiento:

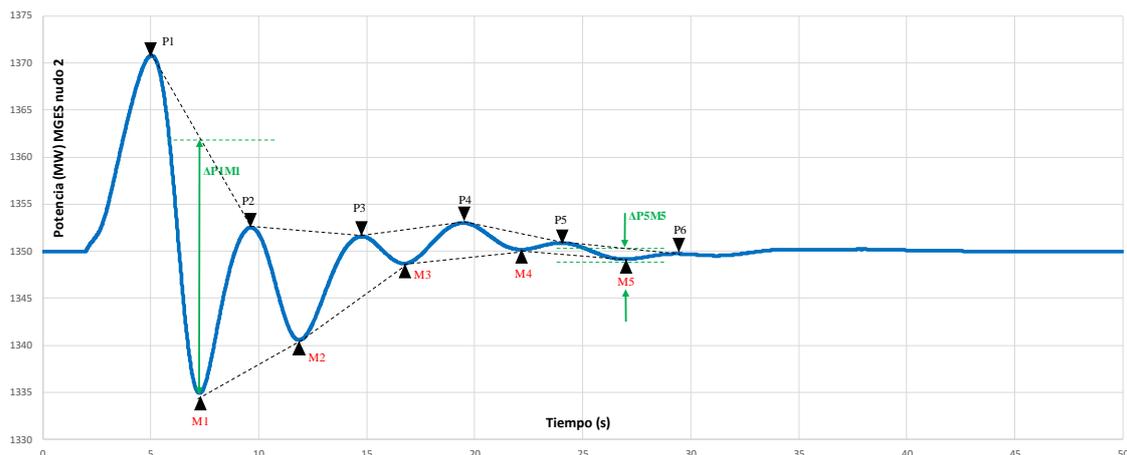


Figura 1. Criterio alternativo de aceptación del amortiguamiento de simulaciones temporales.

Para facilitar la revisión del informe, se recomienda representar todas las posibles casuísticas mostrando en dos gráficas los siguientes canales para cada valor de reactancia de línea utilizado:

- Gráfica 1:
  - o Canal 1: con el MPE desconectado,
  - o Canal 2: con el MPE conectado y con el CAMGE deshabilitado,
  - o Canales 3, 4 y 5: con el MPE conectado y con el CAMGE habilitado mostrando los resultados para todos los controles de tensión (consigna de tensión, consigna de potencia reactiva y consigna de factor de potencia), considerando una pendiente en el control de consigna de tensión de 2%.
- Gráfica 2:
  - o Canal 1 y 2: con el MPE conectado y con el CAMGE habilitado para el control de consigna de tensión, donde se comparen los resultados para un valor de la pendiente del control de tensión del 2% y 7%.

Si no se observa diferencia clara en las respuestas al comparar alguno de los modos de control, el fabricante deberá justificar en detalle el motivo de este resultado.

2. En el caso de **estudio en el dominio de la frecuencia basado en valores propios**, se mostrarán las gráficas solicitadas anteriormente para el estudio en el dominio del tiempo.

Para facilitar la comparación, se recomienda dibujar los valores propios correspondientes a cada una de las dos situaciones (con y sin MPE) superpuestos, y en distinto color, sobre el mismo diagrama.

Si no se observa diferencia clara en las trayectorias de los modos de oscilación al comparar alguno de los modos de control, el fabricante deberá justificar en detalle el motivo de este resultado.

Si se entrega un informe de un MPE **con POD**, éste deberá mostrar, adicionalmente a las gráficas anteriores, los resultados obtenidos en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia donde se comparen los resultados en gráficas independientes para cada uno de los modos de control detallados anteriormente con y sin POD. Además, deberá justificar y mostrar que al activar el control de POD la respuesta obtenida es más amortiguada.

En el caso de MPE con POD, el propietario del MPE **notificará a Red Eléctrica** esta particularidad en el momento de la entrega del certificado de MPE. Red Eléctrica podrá requerir la información que considere necesaria que haya sido utilizada para la realización del informe.

## 3.4 Análisis de emulación de inercia

Se seguirá el método de simulación descrito en el apartado 5.6.2 de la NTS.

En lo que respecta a los criterios de aceptación del informe descritos en el apartado 5.6.3 de la NTS, se aclara que una respuesta más rápida ante variaciones de frecuencia se corresponde con alcanzar tiempos de respuesta menores, ante las mismas simulaciones, que en el caso de no tener el control de emulación de inercia activado. En el caso de realizar las simulaciones conforme a la norma IEC 61400-21-1 2019 (referenciada como [5] en la NTS), tal como se indica en el subapartado 5.6.2 de la NTS, en la sección 1(a), el tiempo de respuesta se define como “response time”, y es la suma de los tiempos “reaction time” y “rise time”. En el caso de seleccionar la opción 1(b) del subapartado 5.6.2 de la NTS, se propondrá a Red Eléctrica la definición de unos tiempos análogos a los indicados en la norma IEC 61400-21-1 2019.

## 4 Propuesta de certificado de MGE

En el subapartado 7.1.1.2 de la NTS 2.1, “Modelo de certificado de cumplimiento de requisitos técnicos a través de certificador autorizado” se deberá considerar la siguiente línea:

CERTIFICACIÓN DEL REQUISITO TÉCNICO				FORMA DE EVALUACIÓN	
Requisito en la NTS	POD	Referencia del informe	Sin obligatoriedad de cumplir (marcar con X, en su caso)	MPE	MGES
5.9 ó 5.10- Amortiguamiento de oscilaciones de P				(5.10) S o C	(5.9) S o C
5.6 – Emulación de inercia durante variaciones de frecuencia muy rápidas				S o C	N/A

Se deberá indicar en las columnas de “Forma de Evaluación”, la opción “S” en el caso de que la validación del requisito haya sido con carta de conformidad emitida por Red Eléctrica al fabricante de la UGE y CAMGE, o la opción “C”, si el certificador ha evaluado el requisito a partir del informe proporcionado por el fabricante de la UGE y CAMGE.

Adicionalmente, en el subapartado 7.1.1.2, antes del final del punto (3) Cuerpo del documento, se deberá indicar la referencia del informe utilizado para la evaluación del requisito y si el control dispone de módulo de POD (Power Oscillation Damping).

### 3) Cuerpo del documento:

(...)

En el caso de que se haya utilizado la siguiente documentación, indicar referencias:

- Excepciones
- Justificaciones técnicas de no cumplimiento emitidas por la entidad que emite el informe
- Escritos de conformidad

**Referencia del informe con simulaciones del requisito 5.6, 5.9 ó 5.10 proporcionada al certificador.**

**red eléctrica**  
Una empresa de Redeia