

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA – CURSO 2024

NORMATIVA EN URUGUAY



Ing. Diego Oroño
Ing. Gonzalo Hermida
Ing. Diego Giacosa
IIE – FING - UdelaR



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY



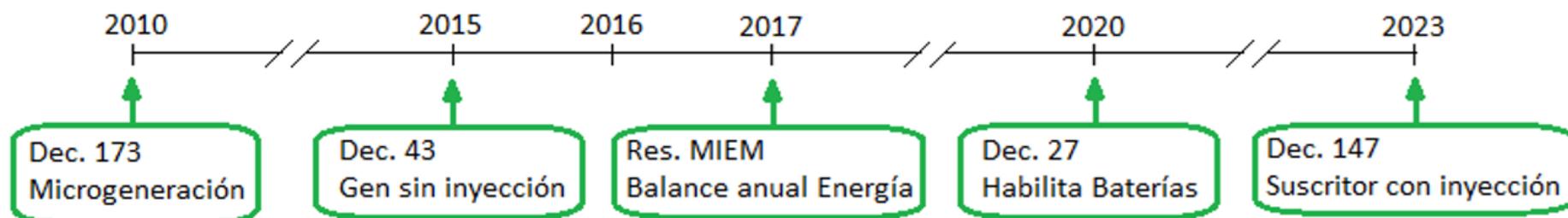
TEMARIO



- Normativa Microgeneración
- Autoconsumo



Evolución de la Normativa para Suscritores con Generación.



• **Microgeneración**

- BT
- $P_g \leq PC$
- ERNC
- Límites de Iny
100 kW y 150 kW
- Facturación Neta
- $I > 16 A$, Paga obras

• **SCG**

- Todo tipo de fuente
- Inyección cero
- Relé de Pot. inv.
- Criterio 10%

• **Microgeneración II**

- + Balance Energía
- Chequeo Pg
- Revisión tec.
- Obras Flujoograma

• **SCG II**

- + Bat Paralelo
- Plomo, Litio, etc.

• **SCG III**

- + Inyección a la Red
- Precio Spot para iny.
- Balance para CG
- Hasta 30% E si Bat.
- Nueva Tarifa.

Nota: A los Micro que ya les venció el contrato se les siguió pagando hasta que entró en vigencia el nuevo marco de Suscriptor con Generación. Luego pasan a Suscritores con Generación en BT.



MICRO-GENERACIÓN

- A partir del **1° de julio de 2010**, en el marco del **Decreto** del Poder Ejecutivo N° 173/010, está permitida la **conexión** a la red de **Baja Tensión de UTE** de generación de origen **renovable**.
- Generación en base a fuentes de energía **eólica, biomasa, solar y mini hidráulica**.
- El cliente puede **intercambiar en forma bidireccional** la energía con la red.
- **UTE le compra** toda la energía que le entregue al **mismo precio** del cargo por energía que tiene como consumidor .
- Plazo del contrato de **10 años**.



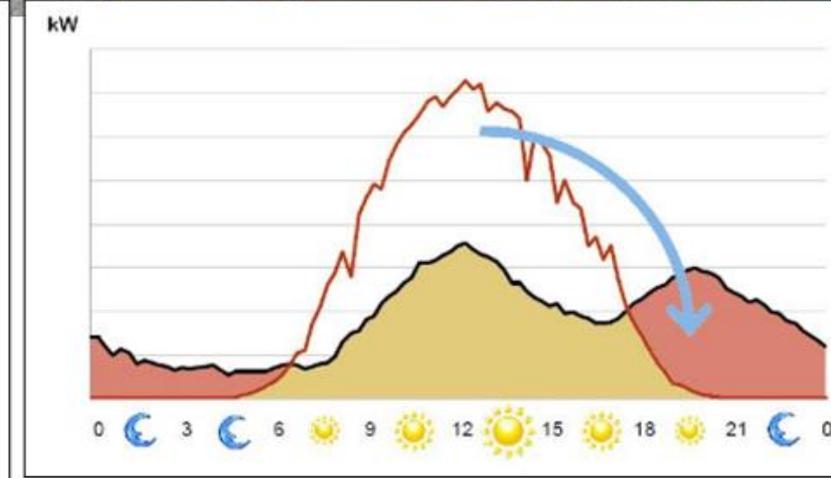
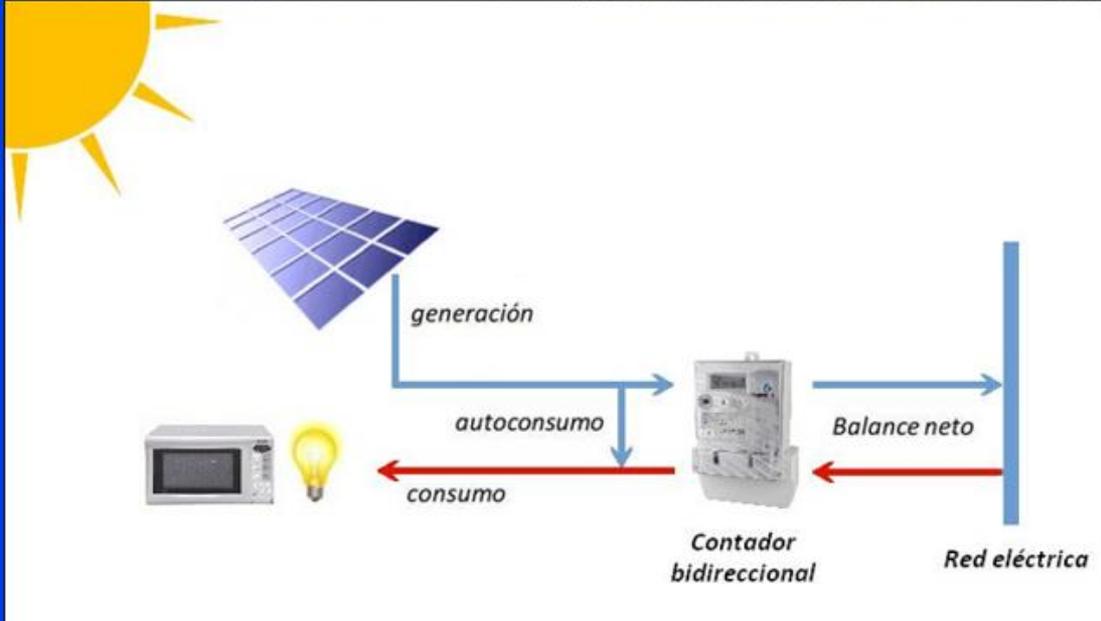
Microgeneración



**Primer Micro
Biomasa**



Microgeneración



Red eléctrica como Batería.



MICRO-GENERACIÓN

- De acuerdo a la Resolución Ministerial del 12/05/2017 la **generación de energía eléctrica anual** de la Instalación de Micro-Generación deberá ser **menor o igual al consumo** de energía eléctrica del suscriptor.
- Condiciones a cumplir por las instalaciones de microgeneración:
 - $P_{img} \leq PC$
 - Energía Generada IMG \leq Consumos Suscriptor
 - Potencia máxima a inyectar en la red por la IMG

| Tensión nominal (V) | Potencia Autorizada máxima de IMG (kW) |
|---------------------|--|
| 230 Trifásicas | 100 |
| 400 Trifásicas | 150 |



Generación en Baja Tensión

¿Qué información hay en Internet? www.ute.com.uy



INSTITUCIONAL

CLIENTES

PROVEEDORES

Transparencia

Contacto



MI FACTURA

Imprímela aquí

Solicitud de Envío de Factura por Correo Electrónico

Precios actuales

Comprobante fiscal electrónico

¿Dónde y cómo pagas la factura?

TRÁMITES Y SERVICIOS

Servicios en línea

App de UTE

WhatsApp de UTE

Agenda web

Guía de trámites

Técnicos y firmas instaladoras

Normalización técnica

Normativa comercial

Política Anti soborno

SMS 1930

SOLUCIONES PARA EL HOGAR

Financiación especial

Plan Inteligente

Tarifa de Consumo Básico

Inclusión Social

Tips de Ahorro

Plan Movilidad Eléctrica

Consejos de Seguridad

Plan Junta Lámparas

SOLUCIONES PARA EMPRESAS

Plan Pymes

Beneficios para Sector Hoteles, Gastronomía y afines

Opciones Tarifarias para PYMES

Beneficios para sectores productivos

Energía reactiva

Grandes Clientes

Flota eléctrica

Servicios de Eficiencia Energética

REDES INTELIGENTES

Microgeneración

Movilidad eléctrica

Consumo Inteligente



Microgeneración (antigua denominación)

Instalación de Microgeneración (IMG)

Potencias admitidas de las IMG

| | |
|---------------------------------------|--|
| Monofásicas | $\leq 3,7 \text{ kW y } \leq P_c^*$ |
| Trifásicas 230 V | $\leq 6,4 \text{ kW y } \leq P_c^*$ |
| Trifásicas 400 V | $\leq 11 \text{ kW y } \leq P_c^*$ |
| Monofásicas Retorno por Tierra | $\leq 5,75 \text{ kW y } \leq P_c^*$ |

* P_c - Potencia contratada por el suscriptor

Mini-generación (antigua denominación)

Definición de los límites de P_{máx} autorizada a inyectar:

- A) Se realizaron simulaciones con un software de flujo de carga.
- B) Se analizó en redes tipo el perfil de tensión del Minigenerador.
- C) Se verificó que estas cumplan con el RCSDEE de URSEA.

| Nivel de Tensión | ADT | Rango admitido de desviación |
|--|-------|------------------------------|
| | | ΔV (%) |
| Baja Tensión 230 V 400 V | ADT1 | $-10 \leq \Delta V \leq +6$ |
| | ADT 2 | |
| | ADT 3 | |
| | ADT 4 | $-12 \leq \Delta V \leq +6$ |
| | ADT 5 | |

Minigeneración (antigua denominación)

Instalación de Minigeneración (IMINIG)

Potencias admitidas de las IMINIG

| | |
|---------------------------------------|--|
| Monofásicas | $> 3,7 \text{ kW y } \leq P_c^*$ |
| Trifásicas 230 V | $> 6,4 \text{ kW y } \leq P_c^*$ |
| Trifásicas 400 V | $> 11 \text{ kW y } \leq P_c^*$ |
| Monofásicas Retorno por Tierra | $> 5,75 \text{ kW y } \leq P_c^*$ |

* P_c - Potencia contratada por el suscriptor

Potencia Máxima a inyectar en la red por la IMINIG

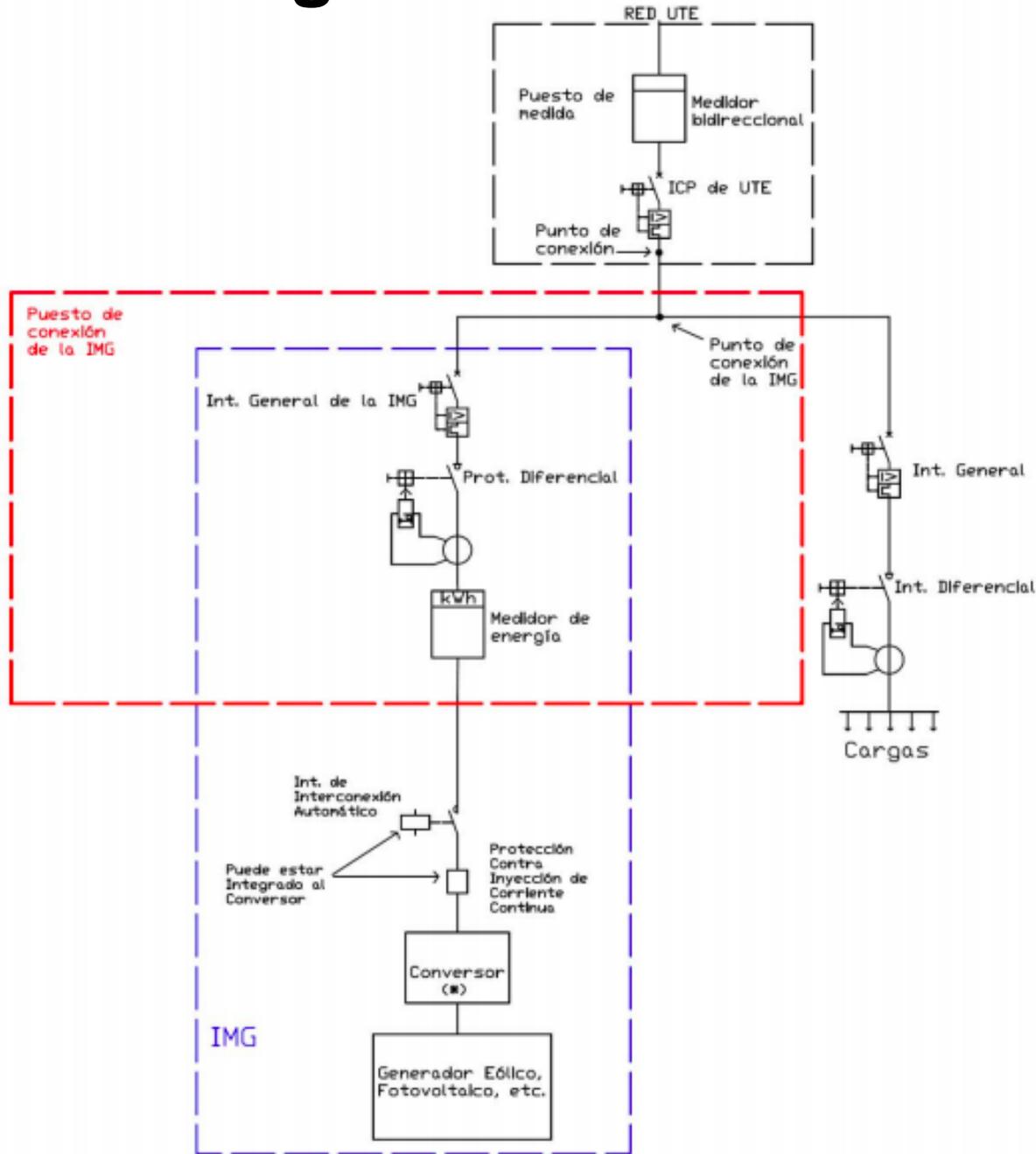
| Tensión nominal (V) | Potencia Autorizada máxima de IMINIG (kW) |
|----------------------------|--|
| 230 Trifásico | 100 |
| 400 Trifásico | 150 |



MICROGENERACIÓN – NUEVO!!

- A partir de Junio de 2017 se unificó el concepto de Microgeneración y Minigeneración, en el **Capítulo XXVIII del Reglamento de Baja Tensión.**
- <https://portal.ute.com.uy/clientes/tramites-y-servicios/tecnicos-y-firmas-instaladoras/reglamento-de-baja-tension>

Diagrama Unifilar



Condiciones de conexión

- La **variación de tensión** producida por la **entrada o salida** de servicio de la IMG no deberá superar el **5%** en el PC con la Red de UTE
- La conexión de la IMG no deberá permitir la transferencia de corrientes **homopolares** a la Red de UTE
- Para los transformadores de potencia que vinculan las IMG a la Red de UTE, no se permitirá **aterramiento del neutro del lado correspondiente a la conexión de UTE**
- Suministros monofásicos: IMG monofásica.
- Suministros trifásicos ≤ 10 kW: monofásico, bifásico o trifásico con desbalance menor a 5 kW
- Suministros trifásicos > 10 kW: trifásico

Condiciones de operación

- El funcionamiento de la IMG, **no deberá provocar** a las redes a las que está conectada:
 - **Averías**
 - **Alteraciones** de las magnitudes eléctricas superiores a las admitidas por las normas regulatorias
 - Condiciones de trabajo **riesgosas para el personal** de explotación de redes
- La IMG deberá estar equipada con **protecciones** diseñadas para:
 - Provocar la apertura del Interruptor de Interconexión Automático frente a aperturas en la Red de UTE
 - Dejar de energizar la Red de UTE frente a fallas en la misma
 - No energizar la Red de UTE si esta se encuentra desenergizada
 - No funcionar con parte de la Red de UTE en isla

Requerimientos Técnicos Particulares

Requerimientos de calidad de onda para unidad generadora

Armónicos de Corriente, (IEC 61000-3-2).

- Flicker, (IEC 61000-3-3 ($P_{st} = 1$ y $P_{lt} = 0.65$)).
- Huecos de tensión, (ANSI 446 y CBEMA).

TABLA V

| CORRIENTE ASIGNADA DE UNIDAD GENERADORA | FLICKER | ARMÓNICOS DE CORRIENTE |
|---|----------------|------------------------|
| Hasta 16 A | IEC 61000-3-3 | IEC 61000-3-2 |
| Mayor a 16 A, hasta 75 A | IEC 61000-3-11 | IEC 61000-3-12 |
| Mayor a 75 A | IEC 61000-3-5 | IEC 61000-3-4 |

Requerimientos Técnicos Particulares

Requerimientos de Factor de Potencia

- Unidades generadoras con $FP \geq 0.95$ según fabricante.

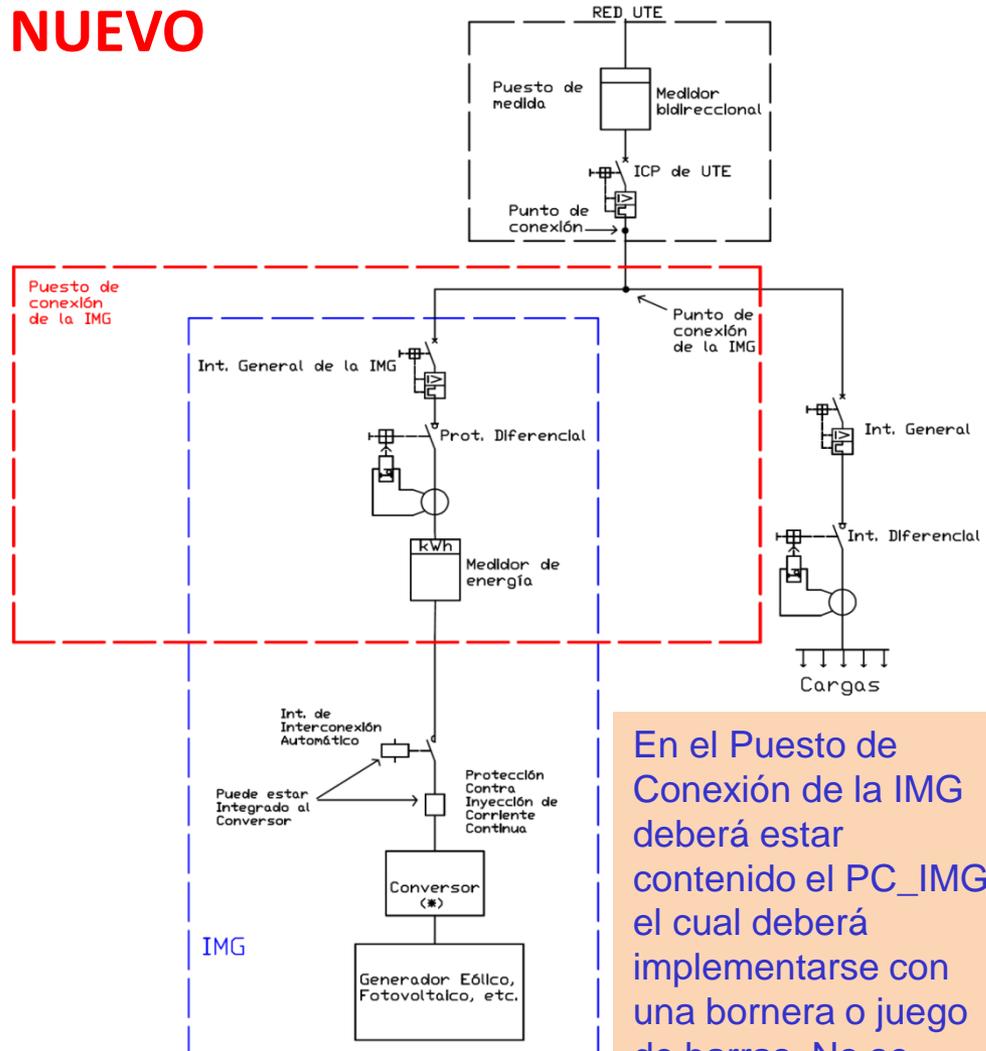
Requerimiento de Seguridad

- Señales permanentes



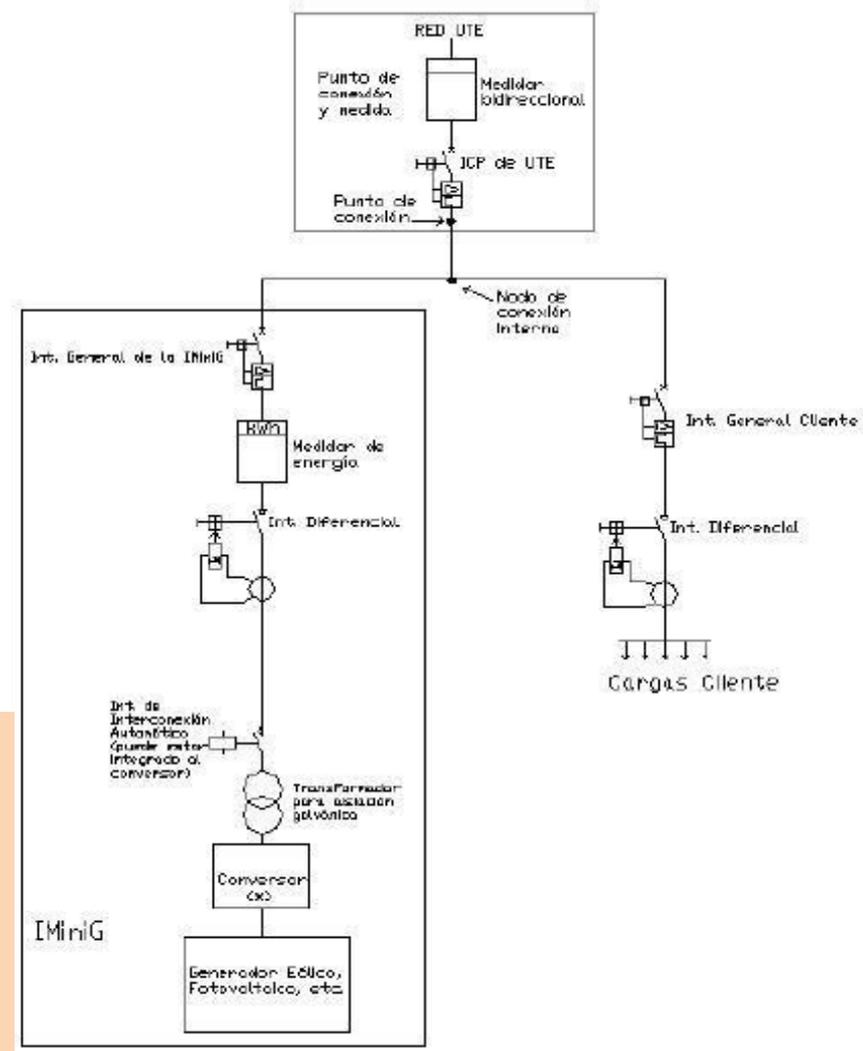
Cambios en Requerimientos Técnicos.

NUEVO



(*) Si corresponde

En el Puesto de Conexión de la IMG deberá estar contenido el PC_IMG, el cual deberá implementarse con una bornera o juego de barras. No se admitirá utilizar los bornes de los interruptores termomagnéticos.



(*) Si corresponde

Requerimientos Técnicos.

Separación galvánica entre la IMG y la Red de UTE.

Nuevo respecto a reglamentación anterior:

Si no dispone de transformador se debe garantizar:

- **Limitar la inyección** de corriente continua a la Red de UTE. **$I_{dc} \leq 0,5 \% I_{nominal}$** . Si esta función es implementada con una protección temporizada, el tiempo máximo de actuación no deberá superar 1 seg.
- Si la IMG es fotovoltaica los inversores deben cumplir con la **Norma IEC 62109-2**. Establece el comportamiento ante un fallo de aislamiento.
- Medida de la resistencia de aislamiento entre las partes activas (positivo y negativo) y tierra.
 - Si $R_{aislamiento} < R_{Límite}$, el inversor indicará un fallo de aislamiento y no conectará a la Red de UTE.



Requerimientos Técnicos.

Requerimientos de calidad de onda en el PC

Distorsión armónica de corriente máxima en porcentaje de corriente (IEEE 519-2022)

| Orden del armónico individual h | 2≤h≤6 | | 6<h<11 | | 11≤h<17 | | 17≤h<23 | | 23≤h<35 | | 35≤h≤50 | | TDD |
|---------------------------------|-------|-----|--------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|-----|
| | impar | par | impar | par | impar | par | impar | par | impar | par | impar | par | |
| I _h max (% de I) | 4.0 | 2.0 | 4.0 | 4.0 | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 0.6 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 5.0 |

$$TDD = \sqrt{\sum_{i=2}^{50} \left(\frac{I_i}{I}\right)^2}$$

NOTA: I se calcula en función de la Potencia Contratada

Requerimientos Técnicos.

Requerimientos de calidad de onda en el PC

Flicker (antes)

La conexión de la IMG a la Red de UTE, **no debe incrementar los niveles de flicker** en el PC por encima de los límites establecidos para la IMG.

El equipo de medida deberá registrar Pst cada 10 min.

Se calcula ΔPst , resta cúbica (con generación y sin generación).



Requerimientos Técnicos.

Flicker.

Para la realización de las medidas correspondientes se adoptarán las recomendaciones incluidas en la Norma IEC 61000-4-30.

Para la medida del flicker el equipo de medida instalado deberá registrar cada 10 (diez) minutos el indicador de severidad de flicker de corta duración (P_{st}) y deberá cumplir con los requerimientos de la Norma IEC 61000-4-15.

De las medidas diez minutales realizadas se calculará el indicador de severidad de flicker de corta duración que caracteriza el período con la IAC conectada ($P_{st \text{ con IAC}}$).

$P_{st \text{ con IAC}}$ corresponde al valor para el cual el 95% del tiempo las mediciones son menores o iguales al mismo (P_{95}).

El valor de $P_{st \text{ con IAC}}$ no deberá superar los valores establecidos en el Reglamento de Calidad del Servicio de Distribución de Energía Eléctrica (RCSDEE).

Nota: en el cap. 29 del RBT se modificó.



Requerimientos Técnicos.

Registro de parámetros de calidad de onda

Para una IMG cuya Potencia Nominal de la IMG sea **superior a 40 kW en 230 V o 70 kW en 400 V**, el Microgenerador deberá realizar dos registros de parámetros de calidad de onda de una semana cada uno.

- El primer registro será previo a la conexión de la IMG y se realizará únicamente con la instalación eléctrica del cliente (**sin generación**).
- El segundo registro será posterior a la conexión y se incluirá a la rama generadora conectada a la instalación eléctrica del cliente (**con generación**).

Requerimientos Técnicos.

Registro de parámetros de calidad de onda

Se deberá registrar en el PC la medida de los siguientes parámetros:

- a) Voltajes.
- b) Corrientes.
- c) Potencias activas y reactivas.
- d) Factores de Potencia.
- e) Armónicos individuales.
- f) Distorsión total armónica de corriente y de tensión por fase.
- g) Flicker en todas las fases (**Pst** y **Plt**).
- h) Eventos (como cortes, conexión y desconexión, y **huecos**).

Requerimientos Técnicos.

Etiqueta para **Medición** de energía intercambiada con **UTE**



Etiqueta para el medidor de los generado (**medidor MIEM**)



Etiqueta para el **Interruptor General de la IMG**





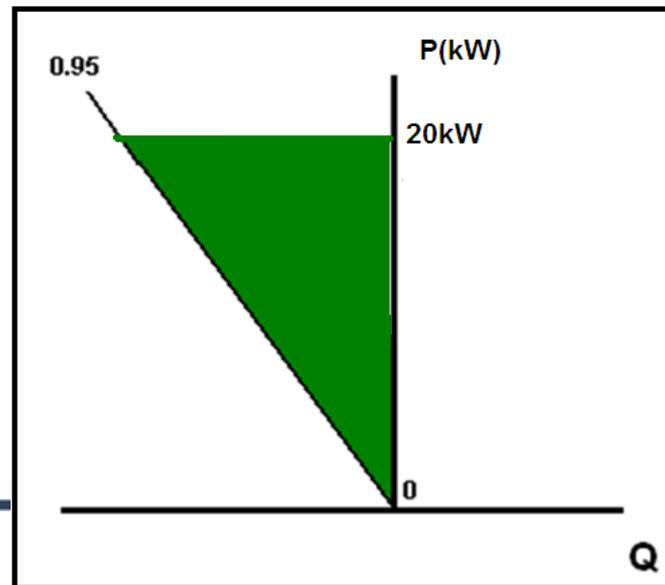
Requerimientos Técnicos.

Factor de Potencia

Unidades generadoras con $FP \geq 0.95$ según fabricante.

NUEVO:

“UTE podrá exigir, para la operación continua de la IMG, fijar un valor o rango de factor de potencia comprendido dentro de los establecido”



Regulación de protecciones.

- Anti-isla con tiempo máximo de 500 ms.
- La reconexión automática posterior a 3 min.
- **Ajustes de máxima y mínima tensión:**

| Rango de Voltaje (% de la V_n) | Tiempo Máximo de apertura (s) |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| $V < 85$ | 1.5 |
| $V \geq 115$ | 0.2 |

- Ajustes de máxima y mínima frecuencia:

| Rango de Frecuencia (Hz) | Tiempo Máximo de apertura (s) |
|--------------------------|-------------------------------|
| > 51 | 0.5 |
| ≤ 47 | 0.5 |

- Ajustes del dispositivo de sincronismo:

| Diferencia de frecuencia (Hz) | Diferencia de tensión (%) | Diferencia de fase ($^\circ$) |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 0.3 | 10 | 20 |

- Sobrecorriente de 120% en un tiempo máximo de 100ms.

Para el caso de IMG con $P_{inst} > P_{m\acute{a}x}$ a Inyectar.

Nota: Ajustes de protecciones de acuerdo a la Norma EN 50438 "Requisitos para la conexión de microgeneradores en paralelo con redes generales de distribución en baja tensión."

Regulación de protecciones.

Protección de máxima y mínima tensión.

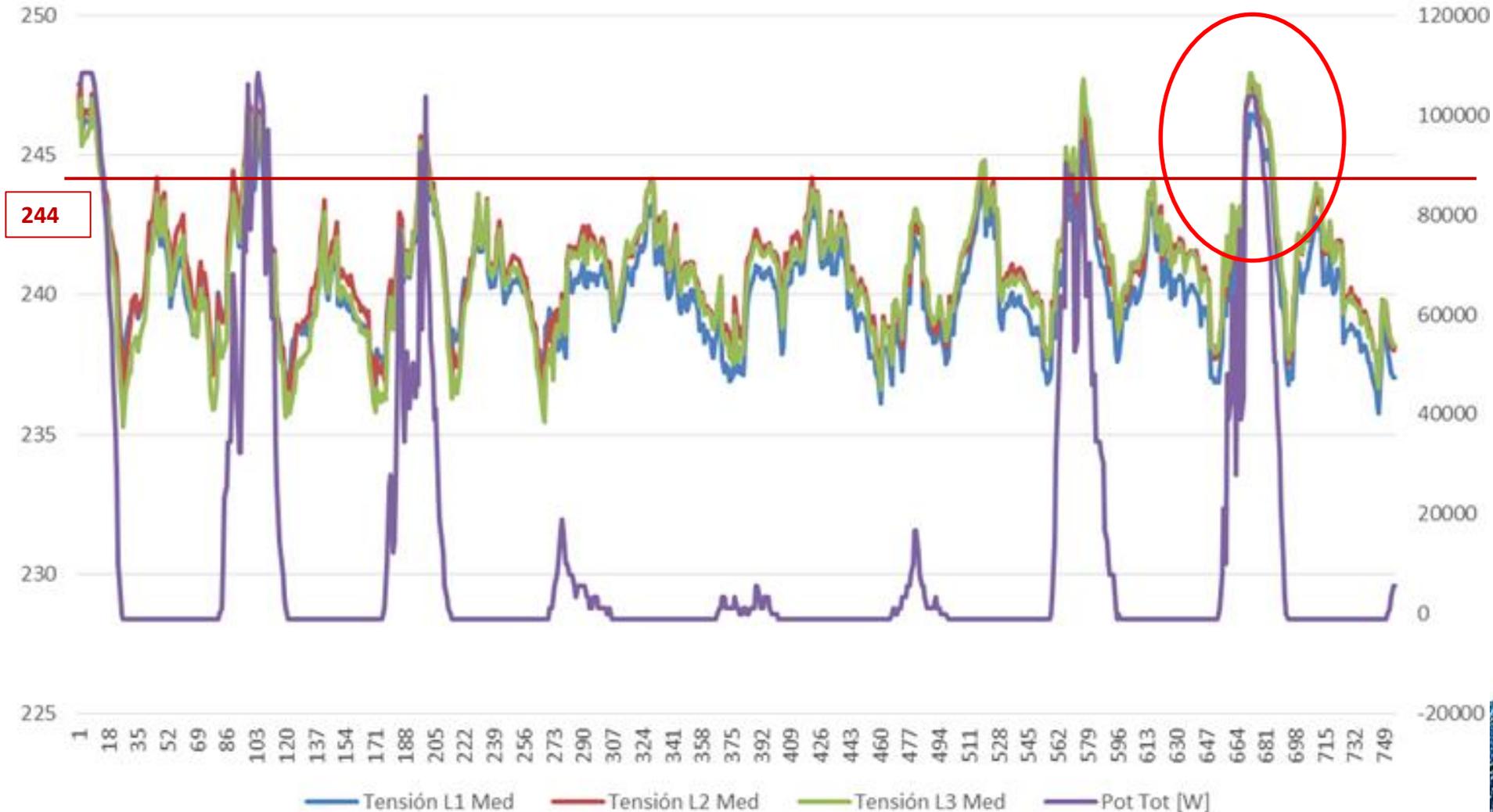
| RANGO DE VOLTAJE (% Tensión Nominal) | TIEMPO MÁXIMO DE APERTURA (s) |
|---|----------------------------------|
| < 85 | 1,5 |
| > 110 (primer ajuste) | 1,5 |
| ≥ 115 (segundo ajuste) | 0,2 |

Nota: El primer ajuste de sobretensión se deberá implementar siempre y el segundo ajuste cuando la protección de sobretensión lo permita.

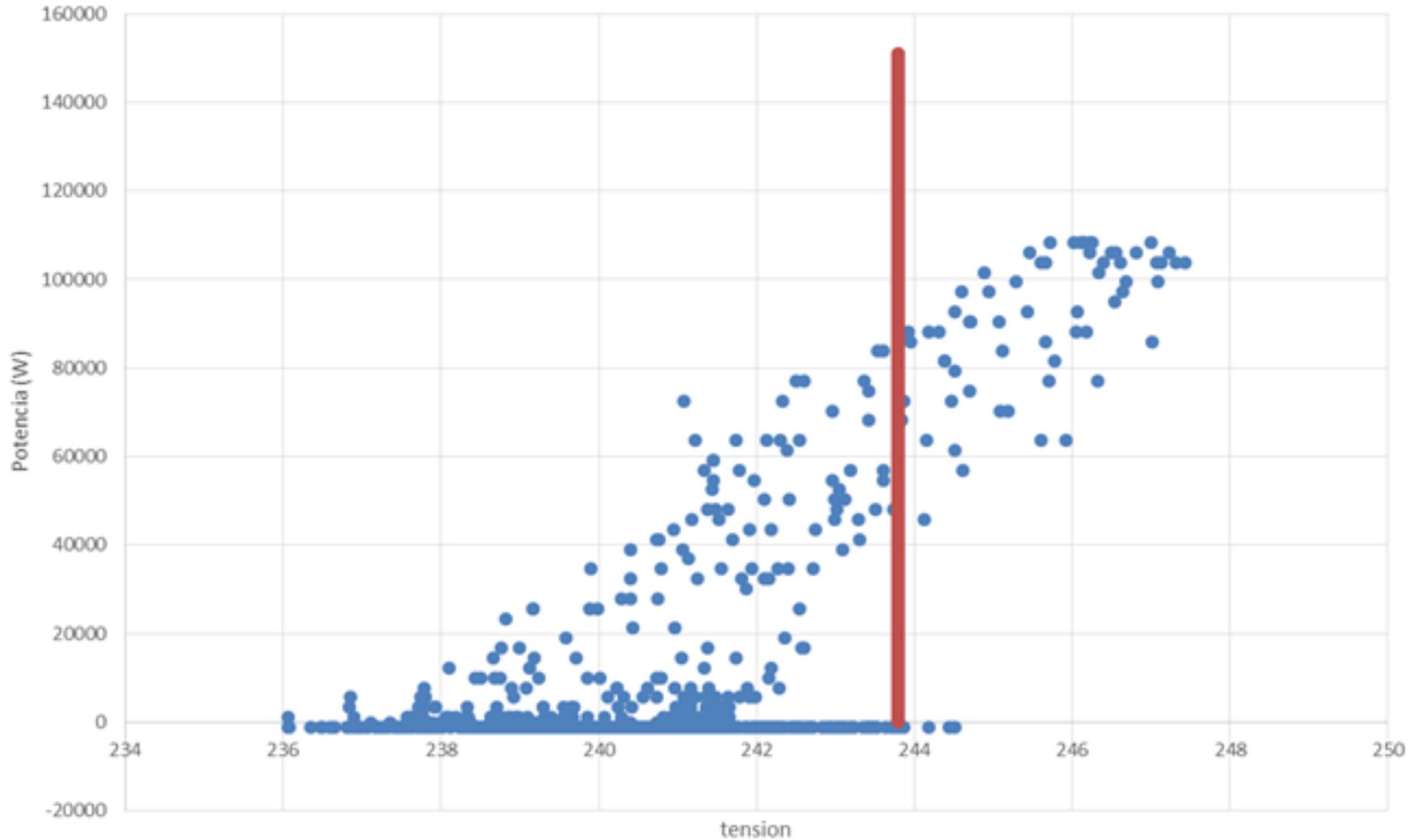
Caso real, PC = 200 kW y Pint FV = 150 kW

Tensión (V)

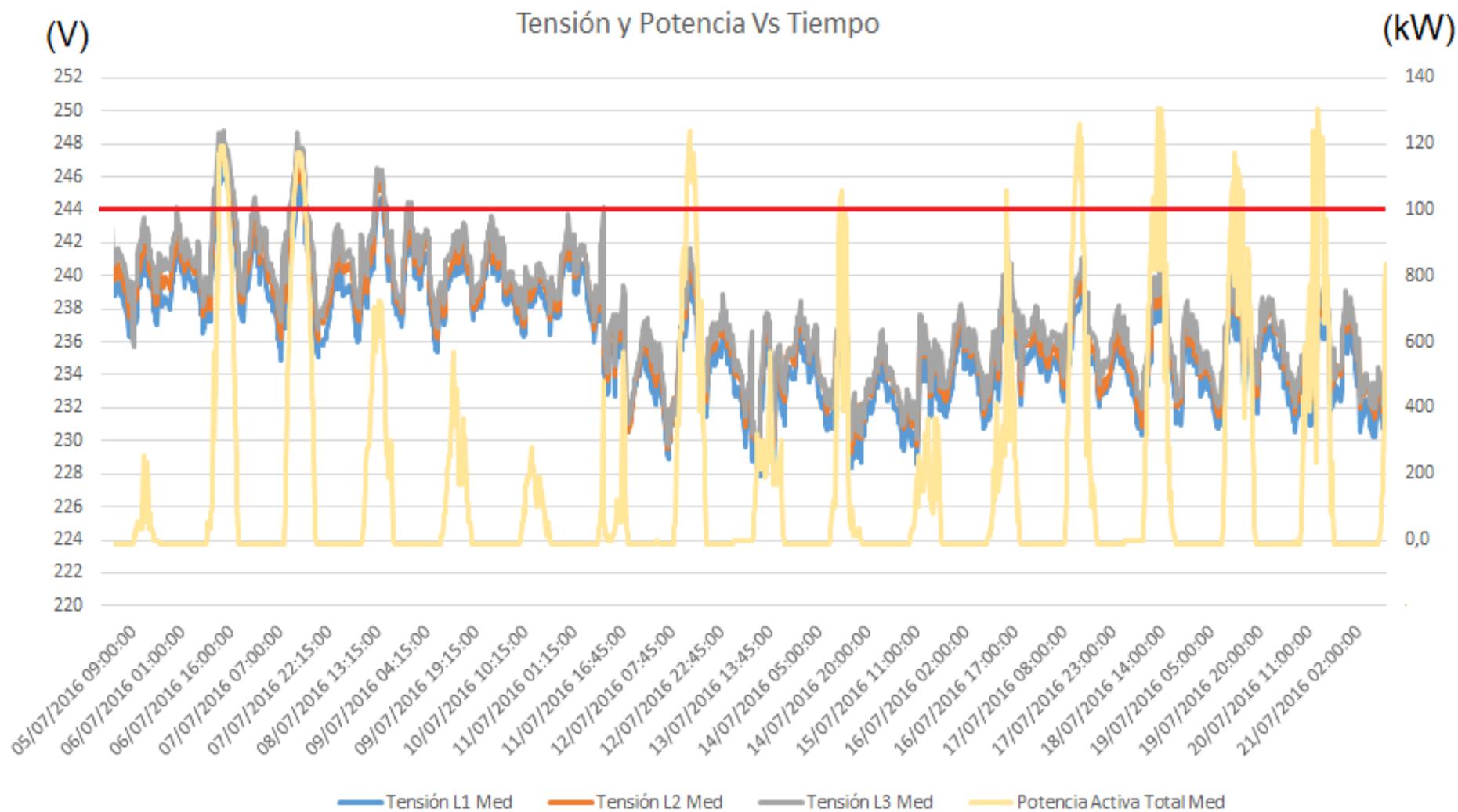
Potencia (W)



Caso real, PC = 200 kW y Pint FV = 150 kW



Antes y después



Aprendizaje

Para instalaciones Rurales tener en cuenta las posibles sobretensiones. Han habido quejas de los clientes referente a la desconexión de sus inversores por sobretensiones.

➤ Alternativas para solucionar este comportamiento indeseado.

A) Medir, analizar y si corresponde mover el cambiador del transformador para bajar el perfil de tensiones.

B) Solicitar al cliente que ajuste el inversor a $FP = 0,95$ IND constante.



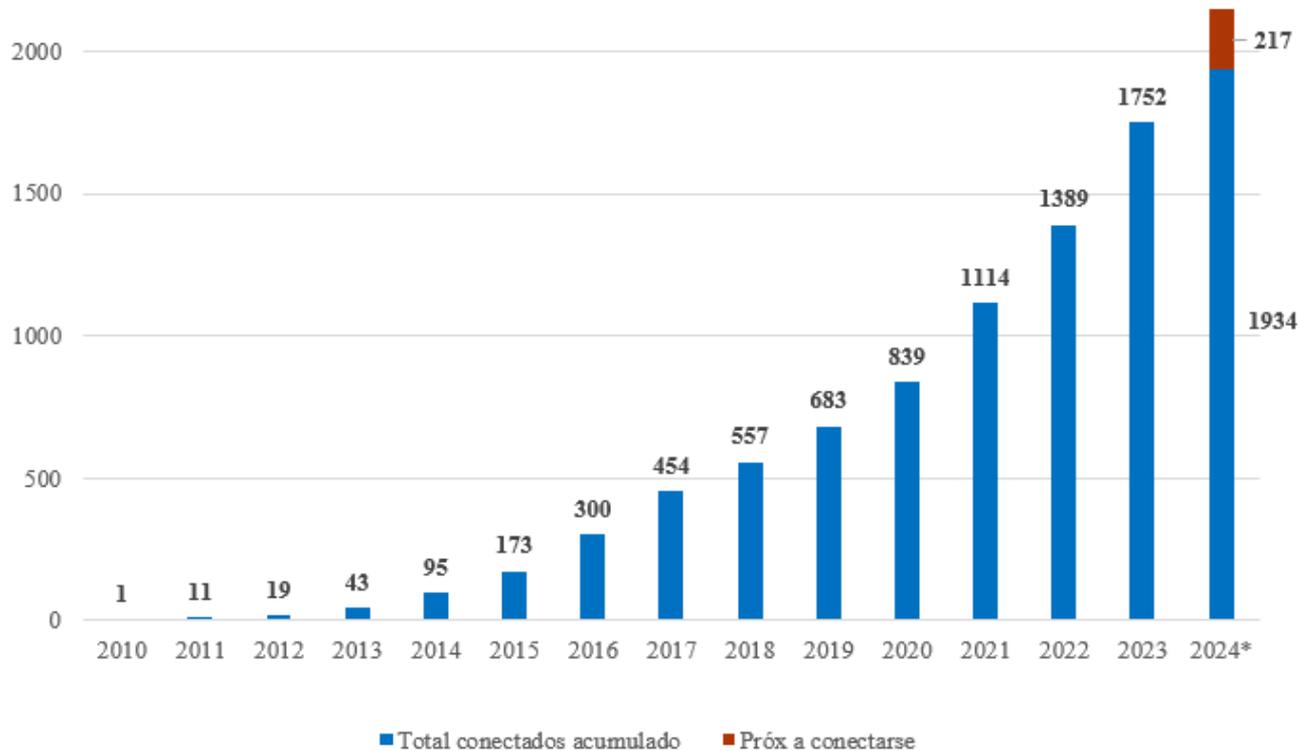
Aprendizaje

- ❖ Transformador de aislación galvánica, *pasa a ser opcional*.
 - limitar inyección de corriente continua a 0.5% de I_n .
 - Monitoreo de la R de asilamiento.
- ❖ Nuevos requerimientos para los parámetros de calidad de onda según norma IEEE 519, (*vale la última versión 2022*) adecuada en el PC.
 - Importancia del registro previo sin rama generadora.
- ❖ Limitar *desbalance en potencia* para $IMG > 10kW$.
 - Equilibrada en potencia entre las fases, (puede estar compuesta de unidades generadoras monofásicas).

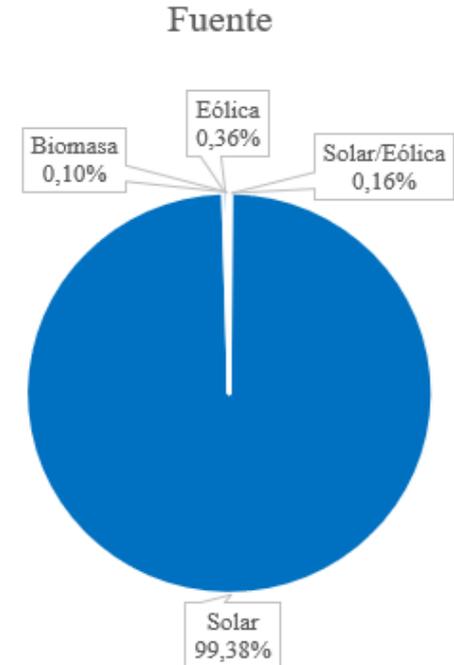


Evolución

Microgeneradores conectados (acumulado)

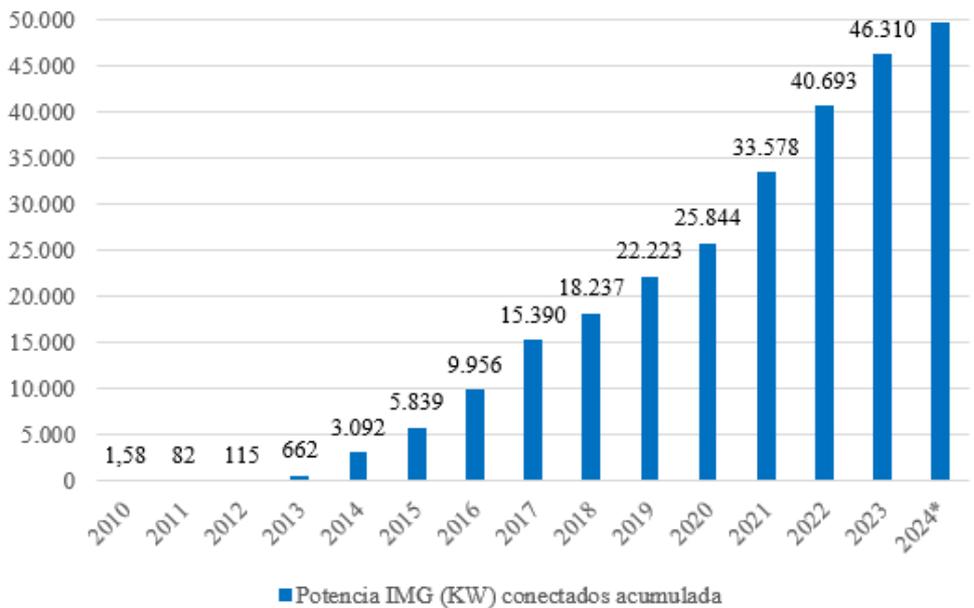


2024*: hasta el 31/07/2024

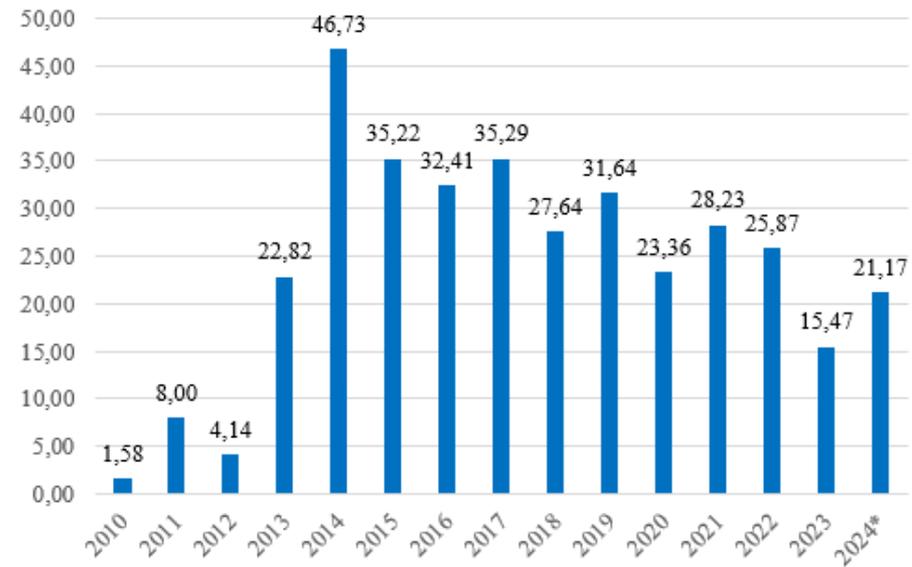


Evolución

Potencia Acumulada Anualmente (kW)



Potencia promedio Anual (kW)



TRÁMITE DE SOLICITUD PARA LA CONEXIÓN

- Solicitud de conexión
 - La solicitud se gestiona en una **Oficina Comercial** de UTE con el respaldo de una Firma Instaladora y un Técnico Instalador Categoría A o B, registrado en UTE.
 - **Se entrega la siguiente información:**
 - Formulario de Solicitud de Conexión de Microgeneración, firmado por el Propietario y el técnico Instalador
 - Diagrama unifilar
 - Información técnica de la IMG.
 - Declaración jurada de cumplimiento de la **RM** del 12/5/2017

TRÁMITE DE SOLICITUD PARA LA CONEXIÓN

- **Condiciones previas a la conexión:**
 - Comunicar a UTE la finalización de las obras de la IMG a efectos de coordinar la visita a la misma.
 - Firma del Convenio de Conexión.
 - Firma de Documento de Asunción de Responsabilidad para Microgeneradores (**DAR**)
 - Presentar Declaración Jurada de Cumplimiento con los Requisitos Técnicos de la Instalación de Microgeneración
 - Pago de Tasas de Conexión
 - Pago de obras de modificación de la Red de UTE, si corresponde.
 - Presentar informe de calidad de energía (para instalaciones mayores a 40 kW en 230 V, o a 70 kW en 400 V)

TRÁMITE DE SOLICITUD PARA LA CONEXIÓN

- **Condiciones para la puesta en servicio:**
 - Deberán estar finalizadas las obras de modificación de la Red de UTE
 - Coordinar ensayos a través de Telegestiones UTE
 - Verificación de no funcionamiento en isla
 - Verificación de temporización a la reconexión (3 min)
 - Presentación de la Solicitud de Habilitación para Entrar en Servicio
 - Firma del Contrato de Compra de Energía Eléctrica a los Microgeneradores
 - Firma del Acta de Habilitación para entrar en servicio

Muchas Gracias

