

Consideraciones Técnico-Reglamentarias para La Inyección de Energía Eléctrica Proveniente de Fuentes Renovables a una Red de Distribución Pública en Baja Tensión.

J.A. Olsson^{a,*}, V.H. Kurtz^b, S.R. Santa Clara^c

^{a,b,c} Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^{a,b,c} Proyecto de Investigación: 16/1120-PI

e-mails: jorgealbertoolsson@gmail.com, kurtz.unam@gmail.com, silviasantaclara@gmail.com

Resumen

En este trabajo se analizan algunas consideraciones técnico-reglamentarias para la inyección de energía eléctrica proveniente de una PCH (Pequeña Central Hidroeléctrica), a una red de distribución pública en baja tensión.

Así como la condición de Usuario-Generador y el Balance neto de pequeños generadores residenciales, industriales y/o productivos en la provincia de Misiones.

Palabras Clave – Generación, Pequeña central hidroeléctrica, Funcionamiento en Paralelo,

1. Introducción

La existencia un régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública, constituye un desafío para los prácticos e ingenieros, no solo en lo técnico, sino también en lo legal y reglamentario.

La Facultad de Ingeniería de la UNaM, tiene amplia experiencia del funcionamiento de PCH (Pequeña Central Hidroeléctrica) en paralelo con la red comercial de distribución de energía eléctrica. De modo que, al existir un régimen de fomento de este tipo de generación, no puede esta fuera de esta nueva tendencia.

2. Normas Legales

El Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública (Ley 27.424) [4]. Tiene el doble propósito de fijar política y establecer las condiciones jurídicas y contractuales.

2.1. Generación Distribuida

Se entiende por generación distribuida al uso de fuentes de energía renovable, en la generación de energía eléctrica para el autoconsumo: Tanto en hogares particulares como en empresas y/o

*Autor en correspondencia.

establecimientos comerciales y/o industriales. La energía no utilizada se podrá inyectada a la red de distribución pública para ser consumida por otros usuarios.

2.2. *Usuario-Generador*

El “usuario-generador” es aquel usuario (consumidor) de energía eléctrica conectado a la red comercial pública, que disponga de un equipamiento de generación de electricidad accionado por fuentes renovables de energía, con los requisitos técnicos reglamentariamente exigidos para poder inyectar el excedente del autoconsumo a la red pública.

En esta calificación no se incluyen a los consumidores y/o generadores del mercado eléctrico mayorista.

2.3. *Balance Neto*

Se entiende como balance neto; a la diferencia entre la energía consumida y la producida, en un sistema Usuario-Generador.

Existen otras definiciones del termino Balance Neto, según la norma que lo trate.

3. **Propuesta de reglamentación Técnica**

De esta ley LEY XVI – N.º 118 [1], es posible destacar algunas situaciones conflictivas.

- a) No contempla una difusión apropiada de los regímenes de fomento. Como ser los indicados en la Ley Nacional 27424 [4].
- b) En cuanto a la obligación de los edificios públicos a generar con fuentes renovables descriptas en el Artículo 3 [1]. No se evidencian acciones destinadas al cumplimiento de lo previsto en el Artículo 7 [4].
- c) No existe reglamentación Técnica Provincial.

Para poder implementar la ley de balance neto en Misiones se optaron por los siguientes argumentos técnicos.

3.1. *Alcances*

Esta reglamentación se aplica en planificación, operación y o modificación de sistemas de generación eléctrica a partir de fuentes de energías de origen renovables comprendidas en el Artículo 3 de [1].

La energía puede ser provista por generadores sincrónicos y asincrónicos conectados directamente a la red por los elementos de protección y maniobra que se detallan en 7.3.2, o por medio de interfaz electrónica. El tipo de generador y el estado de la red impondrán el modo de generación y las condiciones particulares.

Esta reglamentación es aplicable exclusivamente a instalaciones eléctricas con esquemas de conexión a tierra TT o TN, reglamentadas en [5], para sistemas de generación distribuida vinculadas a un mismo punto de suministro [1, Art. 9], con potencias aparentes menores o iguales a 100 kVA.

3.2. Definiciones y Abreviaturas

- **ECT:** *Esquema de Conexión a Tierra.*
- **TT:** *ECT Tierra – Tierra;* Definido en [5].
- **TN:** *ECT Tierra – Neutro;* Definido en [5].
- **FRE:** *Fuentes Renovables de Energía;* Según lo definido en el Artículo 3 de [1].
- **GD:** *Generación Distribuida:* Sistemas de generación de energía eléctrica que se encuentre conectados a la red de distribución de energía de media o baja tensión o en la red interna del usuario. Sin especificar la fuente primaria de energía.
- **GR:** *Generación Renovable;* Generación eléctrica mediante FRE.
- **GDR:** *Generación Distribuida Renovable;* Sistema de GD cuya fuente de energía primaria es renovable.
- **UG:** *Usuario Generador;* Usuario con capacidad de generación de energía eléctrica conectado a la red de distribución según la Ley [1].
- **PCR:** *Punto de conexión a la red;* Definido en [1, Art. 9], como punto de suministro. Punto donde se vincula la red de distribución eléctrica con el sistema de generación del UG.
- **Medidor:** Instrumento homologado por organismo competente instalado en el PCR de cada UG.
- **SAm_{ax}:** *Potencia aparente máxima* del GDR; relación entre la potencia activa máxima (PA_{max}) y el factor de potencia (FP) establecido según la categoría del cliente UG.
- **PA_{max}:** *Potencia activa máxima* del GDR; Potencia activa máxima que se obtiene como el valor medio más alto obtenido durante un periodo de 15 minutos del GDR.
- **Interruptor de interfaz:** interruptor controlado por la protección entre el generador y la red que vincula al generador de energía eléctrica o al convertidor electrónico con el tablero de protecciones con el GDR.
- **PGR:** Protección Generador Red.

3.3. Operación en paralelo

3.3.1 Consideraciones generales

Para el acoplamiento en paralelo, el GDR deberá contar con un sistema de sincronismo automático y durante el proceso de sincronización, acople y desacople la variación transitoria de tensión en la red de distribución deberá ser inferior al 5% del valor pre-existente.

Para no generar perturbaciones inadmisibles en la red y en los usuarios de la misma es imprescindible que el GDR no se supere la potencia aparente máxima S_{Amax} establecida. Además, deben cumplirse con:

- *Las disposiciones, normas y regulaciones del estado.*
- *Los estándares y certificaciones exigibles.*
- *Los requisitos y procedimientos de las distribuidoras de energía eléctrica.*
- *Las instalaciones eléctricas bajo responsabilidad del UG serán avalados por personal matriculado en sus respectivos concejos profesionales.*
- *La empresa distribuidora de energía eléctrica podrá exigir modificaciones en instalaciones existentes o proyectadas con el fin de garantizar la seguridad de las personas y los parámetros de servicio*

3.3.2. Punto de conexión a la red

El GDR estará conectado a la red en el PCR de acuerdo el sistema de medición que se adopte.

Cuando se emplee un sistema de medición con dos medidores el PCR será la entrada del primer seccionamiento aguas abajo del medidor de energía del GDR.

En la Fig.1 se muestra un ejemplo de conexión a la red con una sola acometida y dos medidores, uno bidireccional para el GDR y un direccional para el consumo del usuario generador [6-8].

En la Fig.2 se muestra un ejemplo de conexión a la red con una sola acometida y dos medidores, ambos bidireccionales, en este caso la inyección de energía se realiza aguas abajo del medidor de consumo del UG [6-8].

Cuando se adopte un sistema de medición con un solo medidor el PCR es el punto de entrada del primer seccionador aguas abajo del tablero seccional donde se inyecta el GDR.

En la Fig.3 se ilustra un esquema con un medidor bidireccional en las instalaciones del UG [6-8].

En la Fig.4 se aprecia un ejemplo con acometidas independientes y dos medidores de energía [6-8].

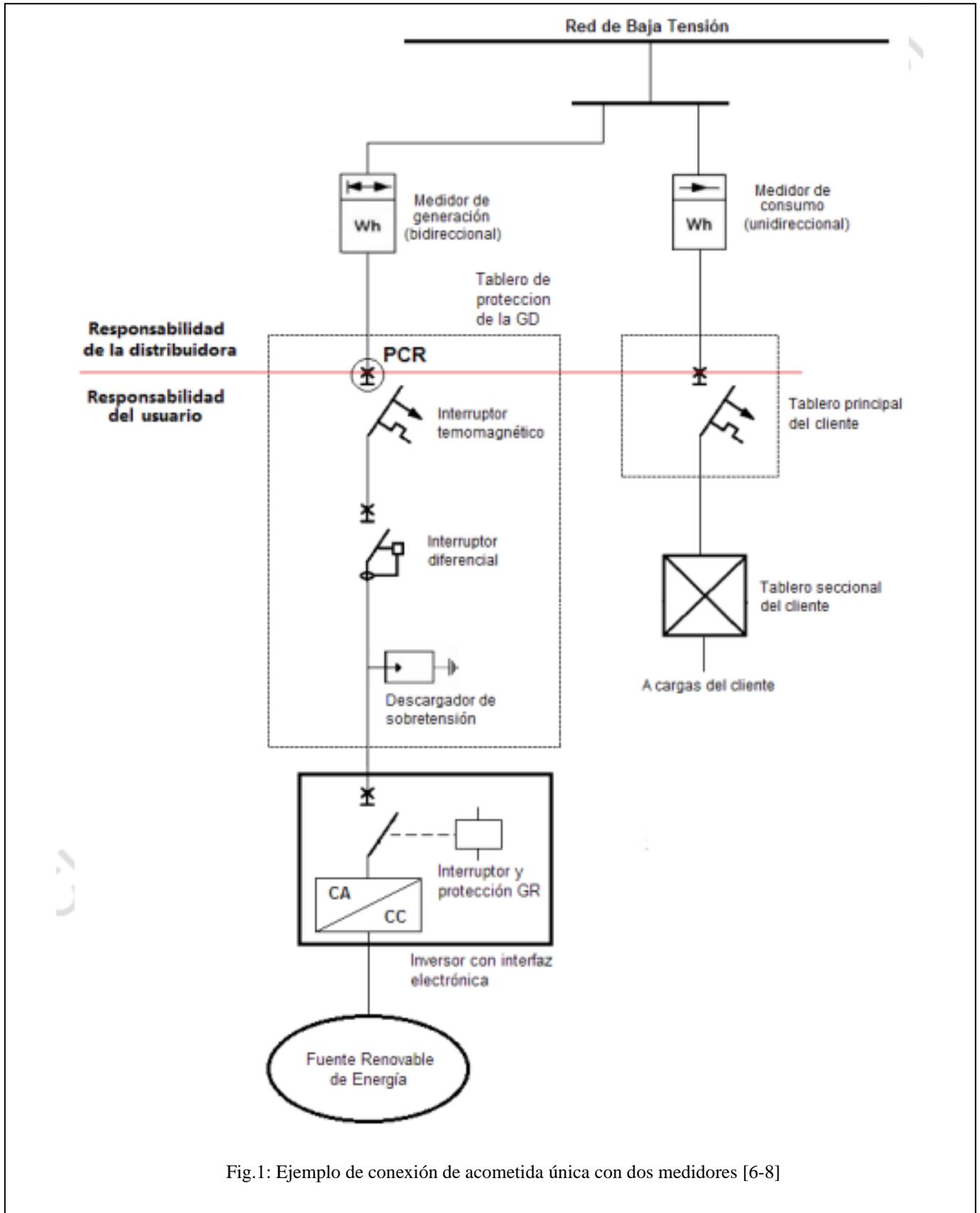


Fig.1: Ejemplo de conexión de acometida única con dos medidores [6-8]

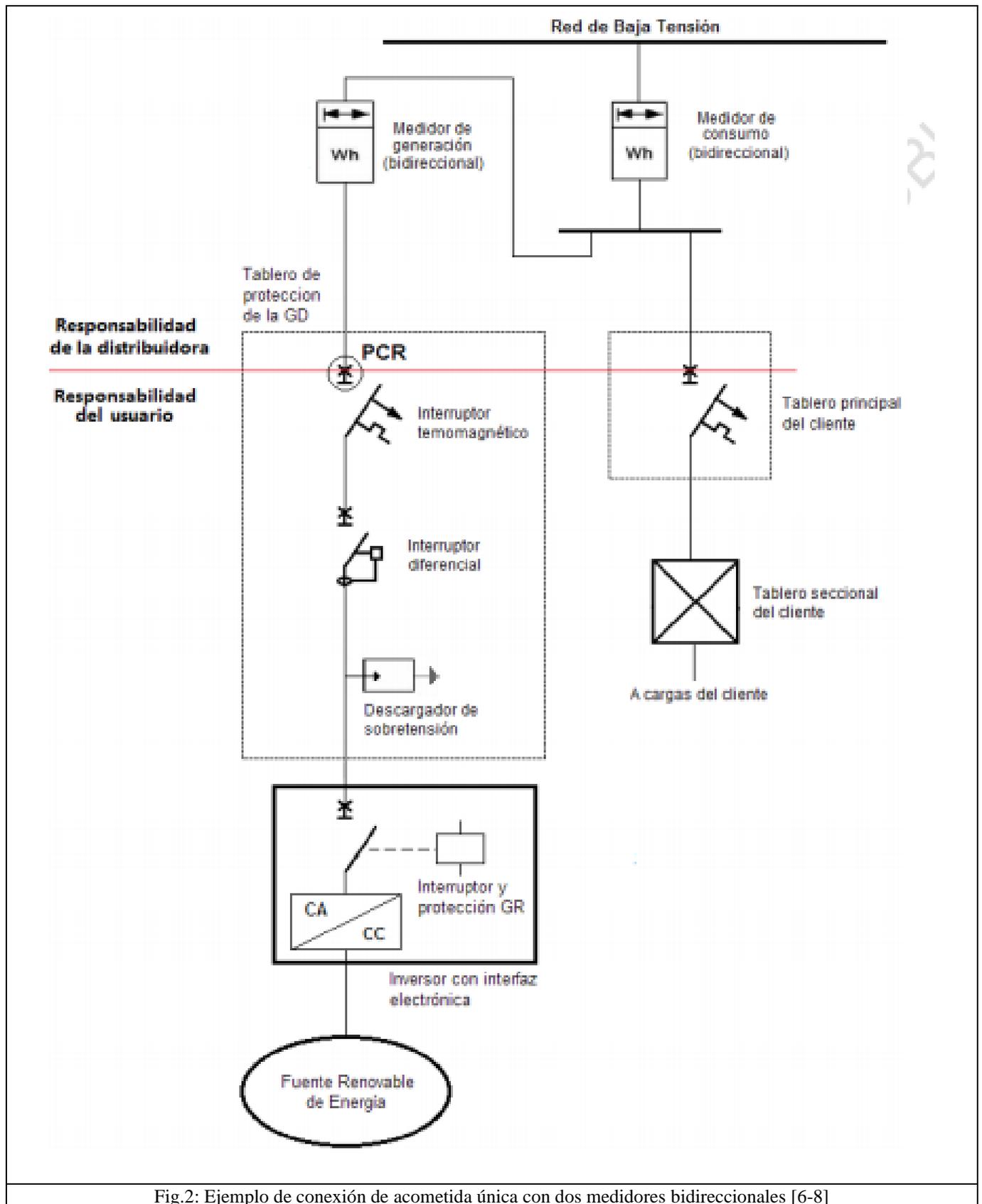


Fig.2: Ejemplo de conexión de acometida única con dos medidores bidireccionales [6-8]

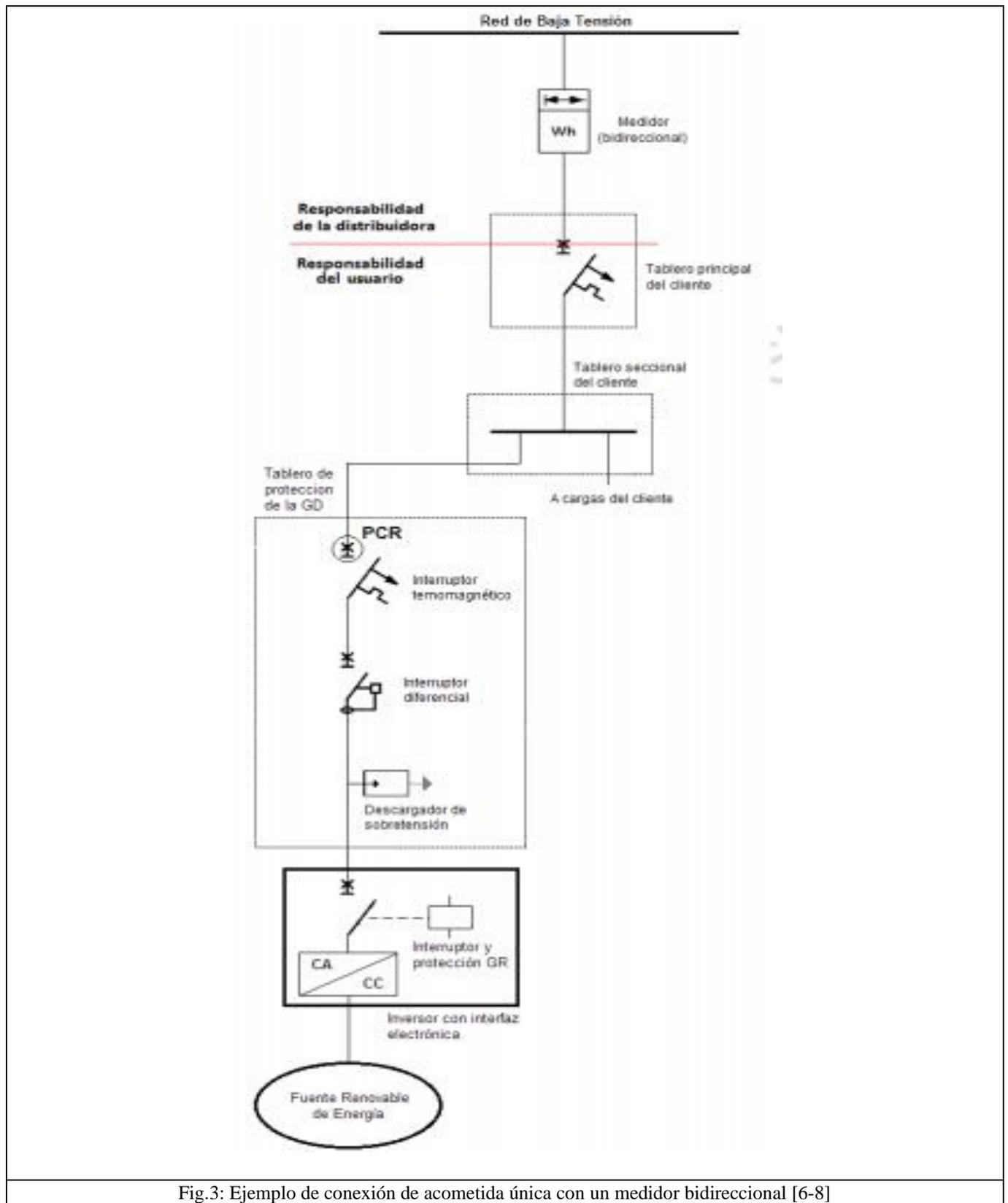


Fig.3: Ejemplo de conexión de acometida única con un medidor bidireccional [6-8]

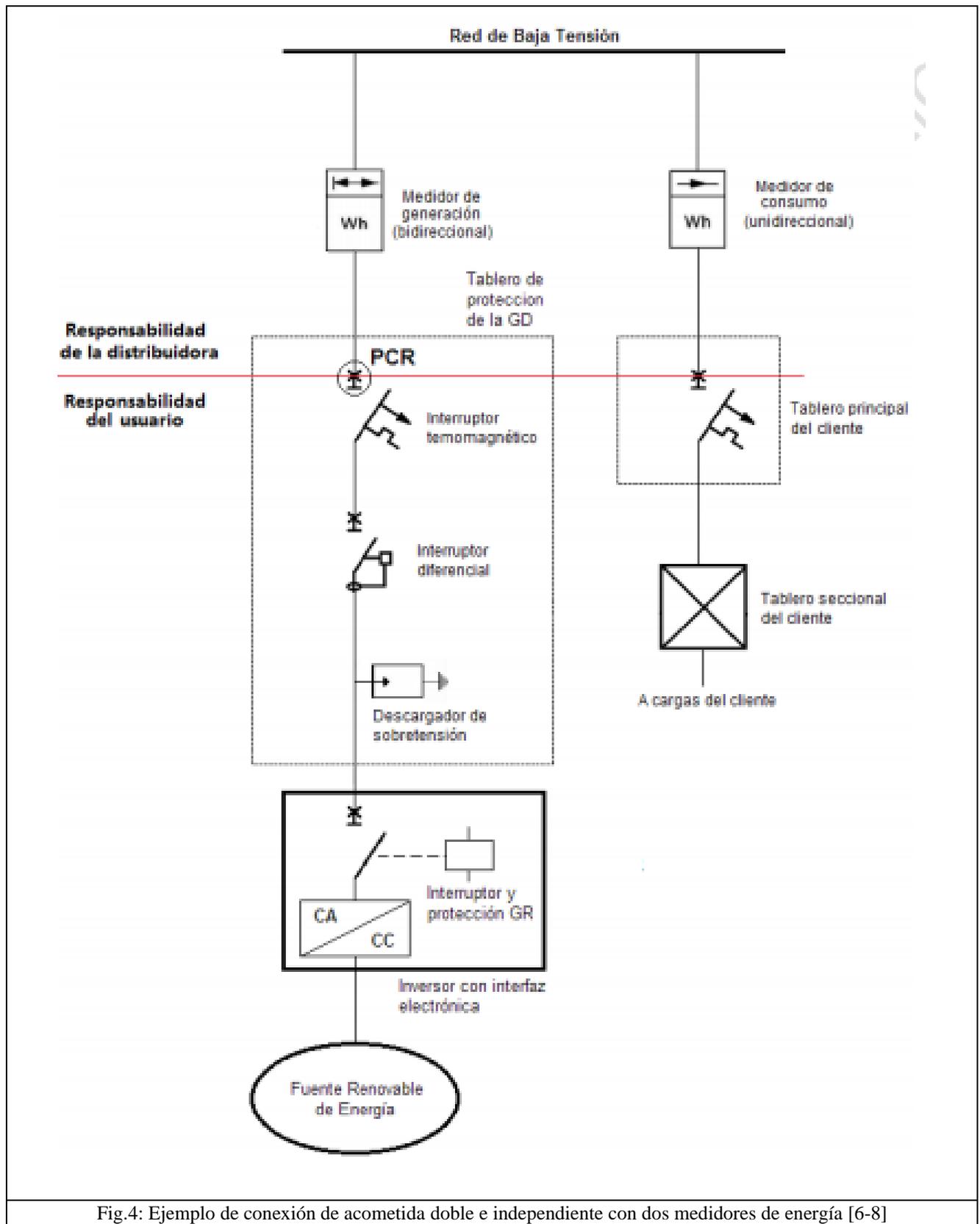


Fig.4: Ejemplo de conexión de acometida doble e independiente con dos medidores de energía [6-8]

En caso de adoptar el esquema de medición de acometida independiente de la Fig. 4 debe asegurarse que el GDR este separada de cualquier carga del UG.

En las Fig. 1, 2, 3 y 4 se ilustran los PCR según el esquema de conexión adoptado. Debe existir un PCR por cada UG.

3.3.3. Identificación del usuario generador

Con el fin de garantizar la seguridad de las personas y el servicio de provisión de energía eléctrica se hace necesario identificar claramente a los UG mediante advertencia de su existencia frente al medidor de energía de intercambio con la red de distribución. Esta identificación deberá contar como mínimo con los siguientes datos:

- Identificación como Usuario Generador.
- Tipo de Fuente Primaria de Generación.
- Potencia Aparente Nominal.
- Fecha de Habilitación.
- Número y Código de Habilitación.
- Fecha de la Última Inspección.

3.3.4. Potencia de los Sistemas de Generación Distribuida en Baja Tensión

La ley establece “Todo usuario de la red de distribución tiene derecho a instalar equipamiento para la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables hasta una potencia equivalente a la que éste tiene contratada con el distribuidor para su demanda [1 Art. 4]”.

La presente reglamentación es válida para pequeños y medianos usuarios cuya potencia contratada sea menor o igual a 150 kVA.

3.3.4.1. Generación distribuida monofásica

Cuando se trate de Usuarios Generadores monofásicos, la potencia deberá ser menor o igual a la potencia contratada, y se admitirá hasta un máximo de 5 kVA.

Se admitirá hasta 5 kVA por fase con sistemas monofásicos independientes, pudiendo conformarse un sistema trifásico.

Cuando la potencia sea superior a 15 kVA los sistemas obligatoriamente deberán ser trifásicos balaceados.

3.3.4.2. Generación distribuida trifásica

Cuando la potencia sea superior a 15 kVA los sistemas obligatoriamente deberán ser trifásicos balaceados. Admitiéndose un desbalance máximo entre fases de 5 Kw, hasta una potencia máxima instalada de 100 kVA, siempre que las condiciones de la línea lo permitan.

Para potencias mayores de 100 kVA y hasta 300 kVA deberá realizarse un estudio particular con la compañía distribuidora eléctrica.

3.3.4.3. Potencia máxima admitida en el punto de conexión a red

Cuando el PCR del UG se encuentre en una línea de distribución, la potencia máxima disponible o de inyección a la red se define como la mitad de la capacidad de transporte de la línea en dicho

punto o capacidad térmica de diseño, menos la suma de las potencias de los UG conectados en dicha línea.

Cuando el PCR del UG sea un centro de transformación, la potencia máxima disponible o de inyección a la red se define como la mitad de la capacidad instalada de transformación, menos la suma de las potencias de los UG conectados en dicho centro.

3.3.4.4. Calidad de energía generada

El término “Calidad del Suministro Eléctrico” o “Calidad de la Energía Eléctrica” definido en los estándares internacionales más empleados son los siguientes:

El estándar IEC 61000-4-30 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como las características de la electricidad en un punto dado de la red eléctrica, evaluadas con relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia.

El estándar IEEE 1159/1995 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como la gran variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente en un instante dado y en un punto determinado de la red eléctrica.

En general, la calidad del suministro de energía eléctrica se puede considerar como la combinación de la disponibilidad del suministro de energía eléctrica, junto con la calidad de la tensión y la corriente suministradas, entendiéndose como la falta de calidad a la desviación de las magnitudes de su forma ideal, por lo que, cualquier desviación se considera como una perturbación o como una pérdida de calidad. La energía eléctrica producida por el GDR y entregada a la red eléctrica, tiene ciertas exigencias en cuanto a su calidad:

Estabilidad en la tensión.

Las variaciones de tensión atribuidas al GDR en el PCR no podrán ser superiores a $\pm 3\%$ de la tensión presente sin la conexión del UG.

Estabilidad en la frecuencia

Las variaciones de frecuencia atribuidas al GDR en el PCR no podrán ser superiores a $\pm 1\%$ de la frecuencia presente sin la conexión del UG.

Flicker

Los niveles de flicker atribuidas al GDR en el PCR no podrán ser superiores a los establecidos en la Resolución ENRE 0099/1997 [10].

Distorsión armónica de tensión

Los niveles de Distorsión armónica de tensión atribuida al GDR en el PCR no podrán ser superiores a los establecidos en la Resolución ENRE 184/2000 [11-12-13].

Distorsión armónica de corriente

Los niveles de Distorsión armónica de corriente atribuida al GDR en el PCR no podrán ser superiores a los establecidos en IRAM 2491-3-2 e IRAM 2491-3-4 [14].

Inyección de Corriente Continua

La inyección de corriente continua a la red no podrá ser superior a **0,5%** de la corriente nominal del GDR.

4. Conclusión

Se concluyó que realizar una reglamentación técnica apropiada es compleja, este trabajo pretende contribuir con algunas medidas y sugerencias que se han tomado del estado del arte de las consideraciones adoptadas por las provincias argentinas pioneras en generación distribuida y en la implementación del sistema de balance neto, teniendo en cuenta las exigencias de las normas y reglamentaciones vigentes.

De lo analizado, es posible sintetizar que los problemas en la implementación de sistemas de inyección de energía eléctrica proveniente de una PCH (Pequeña Central Hidroeléctrica), a una red de distribución pública en baja tensión. No se encuentra en la tecnología, sino en temas relacionados a lo legislativo y económico.

5. Referencias

- [1] LEY XVI – N.º 118. BALANCE NETO. MICRO GENERADORES RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y/O PRODUCTIVOS. Provincia de Misiones.
- [2] LEY NACIONAL 26190. RÉGIMEN DE FOMENTO NACIONAL PARA EL USO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
- [3] LEY NACIONAL 27197. Modificatoria de la LEY NACIONAL 26190.
- [4] LEY NACIONAL 27424. RÉGIMEN DE FOMENTO A LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍA RENOVABLE INTEGRADA A LA RED ELÉCTRICA PÚBLICA.
- [5] AEA 90364. Parte 7. REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES.
- [6] AEA 92591. Parte 1. REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES
- [7] AEA 90364. REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES. PARTE 7. REGLAS PARTICULARES PARA LAS INSTALACIONES EN LUGARES Y LOCALES ESPECIALES. SECCIÓN 712. SISTEMAS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA MEDIANTE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS.
- [8] EPESE. EMPRESA PROVINCIAL DE LA ENERGÍA DE SANTA FE MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.
- [9] EPRE ENTE PROVINCIAL REGULADOR ELÉCTRICO. MENDOZA. Generación Distribuida. Anexo II. Requisitos Técnicos.
- [10] ENRE 0099/1997. ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD (Argentina).
- [11] ENRE 184/2000 ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD (Argentina).
- [12] IEC-INTERNATIONAL STANDARD Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase) IEC - 61000-3-2, 2005.
- [13] IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems, IEEE Std. 519-1992, 1993.
- [14] IRAM 2491-3-2. IRAM 2491-3-4.