

ANÁLISIS COMPARADO DE REGLAMENTACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN EN EL MUNDO

TRABAJO PRESENTADO EN EL TERCER CONCURSO CIENTÍFICO TÉCNICO INTERNACIONAL BIEL LIGHT+BUILDING 2009 DE LA REPÚBLICA ARGENTINA Y GALARDONADO CON EL SEGUNDO PREMIO

Por el Ingeniero Carlos A. Galizia

Consultor en Instalaciones Eléctricas de BT y MT

Consultor en Seguridad Eléctrica de BT y MT

Auditorías Eléctricas, Proyectos,

Asesoramientos y Dirección de Obra

Dictado de Cursos de Capacitación

¿Cuántas veces los profesionales de las instalaciones eléctricas nos hemos preguntado cómo se proyectan y ejecutan las instalaciones en otros países?

¿Es razonable lo que se exige en nuestra Reglamentación? ¿O será exagerado?. ¿O será insuficiente?.

¿Qué materiales se permiten? ¿Qué materiales no se permiten?

A estos y otros interrogantes trata de dar respuesta este trabajo de investigación, que por razones obvias de espacio no puede incursionar en todos los temas

1-RESUMEN

El objetivo de este trabajo es efectuar un análisis comparado de diferentes Reglamentaciones de Instalaciones eléctricas de BT a lo largo del Mundo para lo cual se han tomado algunos reglamentos de países americanos, y algunos de países europeos y se los ha contrastado con la reglamentación vigente de nuestro país elaborada por la Asociación Electrotécnica Argentina, y llamada "Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364".

De esta revisión y comparación, surgen entre otras,

- las diferentes denominaciones dadas en los diferentes países a las prescripciones de instalaciones: Normas, Códigos, Reglamentos, Reglamentaciones, etc.
- las diferencias y las coincidencias entre los criterios empleados para la utilización de las protecciones, la cantidad de circuitos, los puntos mínimos de utilización, etc.
- las diferentes exigencias que se aplican en el empleo de las protecciones diferenciales,
- cómo tratan los diferentes reglamentos las instalaciones de puesta a tierra,
- las diferentes exigencias relacionadas con la resistencia de la puesta a tierra de protección,
- las diferentes exigencias en la aplicación de los llamados esquemas de conexión a tierra,
- y más.

Se hace un especial análisis de las prescripciones para las viviendas, lo cual permite discernir en qué medida las exigencias de nuestra reglamentación se relacionan con las de los otros países bajo análisis para finalmente preguntar y responder si es posible armonizar reglamentaciones de instalaciones eléctricas entre países tal como se armonizan normas de producto.

2-INTRODUCCIÓN

A nivel *mundial* existen dos grandes corrientes en el área de las "**Reglamentaciones**" o de las "**normativas**" de las **instalaciones eléctricas**: la normativa de la **International Electrotechnical Comisión (IEC)** y la normativa de EEUU elaborada por la **National Fire Protection Association (NFPA)**.

La **IEC** fue fundada en Londres, Inglaterra, el 26-27 de junio de 1906 y fue el resultado o la culminación de un Congreso Internacional de Electricidad celebrado en St. Louis, EE.UU, el 15 de septiembre de 1904, en el cual los delegados a dicho Congreso aprobaron un informe en el que figuraban las siguientes palabras:

"... Deben adoptarse medidas para garantizar la cooperación técnica de las sociedades del mundo, mediante el nombramiento de un representante de la Comisión a examinar la cuestión de la normalización, de la nomenclatura o vocabulario y de la clasificación de aparatos eléctricos y maquinaria."

La **Asociación Argentina de Electrotécnicos** (hoy **Asociación Electrotécnica Argentina**) fundada en 1913 promueve el ingreso de nuestro país a la **IEC** en el mismo año a través de la Comisión Honoraria Electrotécnica Argentina creada por Decreto del P.E.N. y con asiento en la **Asociación Argentina de Electrotécnicos**.

La **NFPA** es una organización de EEUU fundada en 1896 "para desarrollar normas para proteger a las personas, a sus propiedades y al medio ambiente, del fuego" que en castellano se denomina "Asociación Nacional de Protección contra el Fuego" y que se autotitula "La autoridad sobre el fuego, la electricidad y la seguridad en los edificios". Uno de sus Códigos es el **NFPA 70** conocido como el **National Electrical Code (NEC)** que se aplica en los cincuenta estados de EEUU. Además en ese país existe el conocido **IEEE** (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) que redacta documentos técnicos, alguno de los cuales son adoptados como normas por el **ANSI** (American National Standards Institute) Organismo de Normalización de EEUU.

La palabra "**normativa**" en este trabajo, y para simplificar, está queriendo significar alguna de las siguientes palabras: puede significar **reglamento, reglamentación, código, norma**, etc., dependiendo del país que haga uso del término.

Decimos que existen dos grandes corrientes normativas a nivel mundial, pero podríamos agregar una tercera corriente que sería "**regional**": la normativa europea del **Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC)**, que redacta normas propias bajo la numeración **EN 5xxxx**, muchas de las cuales luego son adoptadas por **IEC** con otra numeración (**IEC 6yyyy**), y en otros casos **CENELEC** adopta en forma directa normas **IEC** con la numeración **EN 6yyyy**. Los treinta países europeos miembros de **CENELEC** han adoptado también la **IEC 60364**, pero debido a las diferencias legislativas entre los países integrantes, resultado de las distintas leyes locales, **CENELEC** no ha podido emitir un documento único y común para todos sus integrantes (como sí ocurre con las normas de producto) por lo que ha debido redactar un documento de armonización (**Harmonization Document**) denominado **HD 384 "Electrical installations of buildings"**.

3-GENERALIDADES

La **IEC** ha desarrollado varias normas para las instalaciones eléctricas. La norma específica para las instalaciones eléctricas de baja tensión (BT) es la **IEC 60364**, antes titulada "**Electrical installations of buildings**" (Instalaciones Eléctricas en Edificios o Inmuebles) y desde hace pocos años llamada en forma más amplia "**Low-voltage electrical installations**" (Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión).

Esta **Norma** es la que ha servido como marco o referencia para nuestro país y es la que la **Asociación Electrotécnica Argentina (AEA)** utilizó como apoyo principal para la redacción de la **Reglamentación Argentina**, pero con cambios y agregados, que, según mi humilde punto de vista y luego de comparar ambos documentos, la han mejorado sustancialmente.

IEC también ha desarrollado una norma para instalaciones eléctricas de media y alta tensión, la **IEC 61936 "Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules"**.

La **IEC** trabaja también sobre otros sectores de las instalaciones eléctricas para las que redacta normas más específicas, pero manteniendo el vínculo con la **IEC 60364**.

Entre otras se pueden mencionar las normas **IEC 60079 "Explosive atmospheres"** y **61241 "Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust"** que tratan en conjunto y en cuatro de sus partes, de las instalaciones eléctricas en lugares con riesgo de explosión por gases o con riesgo de combustión por polvos, (que sería deseable que en algún momento, **IEC** las incorpore a la Parte 7 de la **IEC 60364**, como ya las han incorporado varios reglamentos europeos y como se comenzó a realizar en la Reglamentación **AEA 90364**, donde se indica que tiene asignada la Sección 760).

Esas cuatro partes son **IEC 60079-10-1** que trata de la "**Clasificación de las áreas con gases, vapores y nieblas explosivas**", **IEC 60079-10-2** que trata de la "**Clasificación de las áreas con polvos combustibles**", **IEC 60079-14 "Instalaciones eléctricas: proyecto, selección y montaje"**, **IEC 60079-17 "Verificación y mantenimiento de instalaciones eléctricas"** y la **IEC 61241-14 "Instalaciones eléctricas: selección e instalación"**.

También se puede citar la norma **IEC 62305** de "**Protección Contra Descargas Atmosféricas**" ("**Protection against lightning**") dividida en cuatro partes (1 a 4), de las que la **AEA** ha traducido y a la fecha editado las dos primeras llamadas **AEA 92305-1** y **AEA 92305-2** (sería deseable que culmine con la traducción de las otras dos partes y que elabore una Reglamentación de Protección Contra Descargas Atmosféricas). A partir de estas normas la **AEA** ha elaborado una Sección específica del Reglamento de Instalaciones de BT que trata de la "**Protección contra las Descargas Eléctricas Atmosféricas en las Estaciones de Carga de Combustibles Líquidos y Gaseosos**", la **90364-7-790**.

Se deben mencionar también las normas **IEC 60439 y 61439** que tratan de Tableros Eléctricos, los que en algunos casos se pueden tratar como productos y en otros deben ser tratados como instalaciones ya que son contruidos por instaladores durante la obra.

Existen finalmente normas sobre instalaciones eléctricas en aeropuertos, **IEC 61823 “Electrical installations for lighting and beaconing of aerodromes - AGL series transformers”** y sobre instalaciones eléctricas en barcos, **IEC 60092 “Electrical installations in ships”**

En nuestra región entre los países que participan del **MERCOSUR** como socios plenos (Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina) se vienen armonizando desde hace algunos años diferentes normas de producto, pero no existe (y va a ser muy difícil por no decir imposible que exista) armonización plena de instalaciones eléctricas. En Sudamérica, Argentina, Brasil y Uruguay basan sus reglamentos en la **IEC 60364**, aunque con diferencias desde pequeñas a significativas.

En la República Argentina, existe hasta ahora una clara división entre las organizaciones que se ocupan de normalizar, por lo cual quien tiene a su cargo la tarea de normalizar los productos es IRAM y quien tiene a su cargo “normalizar” Instalaciones Eléctricas es la **Asociación Electrotécnica Argentina (AEA)** a través del desarrollo y la elaboración de **Reglamentaciones**. Dentro de la lista de Reglamentaciones emitidas por la **AEA**, la más conocida y divulgada es, sin duda alguna, la **“Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles 90364” (RAEA en adelante)**.

La **AEA**, que como se dijo fue fundada en 1913, elaboró su primera Reglamentación de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles en 1924 y luego redactó sucesivas ediciones a lo largo de los años. Así se conocen las ediciones de 1942, de 1963, de 1971, de 1984, de 1987, del 2002 y del 2006. La edición vigente de la **RAEA**, comenzó a ser emitida en 2006 siendo la misma de uso obligatorio en todo el país por lo establecido en tres **Decretos Reglamentarios** de la **Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587** del año 1972.

El primero de dichos decretos es el **351/79** y en él se establece que toda instalación eléctrica debe cumplir con las cláusulas de las **Reglamentaciones de la AEA**, no indicándose fecha de Edición de la respectiva Reglamentación, por lo cual, la vigente es siempre la última edición (como corresponde).

Con el tiempo la **Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT)** dependiente del Ministerio de Trabajo de la Nación, emitió otro **Decreto Reglamentario**, el **911/96** con aplicación específica a la seguridad en las obras en construcción ya que el **351/79** no cubría las particularidades de los distintos riesgos que se presentan en esos lugares.

En el DR 911 también se hace una mención específica a la obligación de emplear las Reglamentaciones de la **AEA**. Finalmente en el año 1997 la SRT emitió el tercer Decreto Reglamentario, el 617, que trata de las actividades agropecuarias: allí también se establece la obligación del empleo de la **RAEA**.

Como se ha dicho en la introducción, la **AEA** ha mencionado en diversas publicaciones que la **RAEA** ha sido desarrollada tomando como base la Norma IEC 60364, y también ha mencionado que en su redacción se han tomado, además, criterios de diversas reglamentaciones de otros países.

Así por ejemplo la **RAEA** adoptó para la **Sección 771** destinada a las “Viviendas, Oficinas y Locales Unitarios”, la numeración elegida por Francia en su Reglamento-Norma **NF C 15-100** para la viviendas: **771**. Esto es debido a que **IEC** al día de hoy, no se ocupó de las viviendas en forma específica.

¿Qué ocurre en otros lugares?

Como se dijo antes en EEUU se aplica en todos los estados el Reglamento-Código NFPA 70, llamado National Electrical Code (**NEC**). El primer Código **NEC** fue elaborado en 1897 y ya va por la Edición 51. El **NEC** es revisado y reeditado cada tres años y la última versión es la de 2008. Tiene nulo alineamiento con **IEC**, tanto sea en materiales como en instalaciones. En el único tema en el que el **NEC** ha iniciado un tibio acercamiento con **IEC** es en las instalaciones en áreas clasificadas (áreas con riesgo de explosión) ya que en 1996 incorporó un nuevo artículo (el 505) para permitir clasificar las áreas según **IEC**.

En **Brasil**, por ejemplo, hay un único organismo que se ocupa de normalizar productos e instalaciones que es la Associação Brasileira de Normas Técnicas (**ABNT**) que en el tema de instalaciones eléctricas emitió en el año 2004 la **Norma Brasileira ABNT NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão - Electrical installations of buildings - Low voltaje**, reemplazando a la anterior de 1997. Salvo cuestiones de ordenamiento, la **NBR 5410** está totalmente alineada con **IEC**.

En **Uruguay**, en cambio, si bien existe una organización de normalización, el **Instituto Uruguayo de Normas Técnicas UNIT**, el mismo, en contraposición a la **ABNT**, se ocupa de **normalizar materiales** (tal como debería hacer IRAM en nuestro país) pero **no instalaciones**. A la fecha el Reglamento de BT vigente en Uruguay es el que ha redactado en los años 2000/2001 la distribuidora de energía eléctrica del país vecino, llamada Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (**UTE**). Ese Reglamento tiene una impronta muy acentuada del Reglamento de BT Español de 1973, el que a su vez tenía un marcado alineamiento con **IEC**.

En Uruguay, el Ente Regulador del Agua y la Energía, URSEA, contrató hace algunos años a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República del Uruguay para redactar un nuevo Reglamento, alineado con las nuevas normas **IEC**, y desvinculado de aquel que había redactado la Distribuidora **UTE**.

El mismo, parcialmente, se finalizó pero a la fecha no se aplicó. En estos días la URSEA tenía previsto retomar con la Facultad de Ingeniería la continuidad de la redacción para avanzar con algunas instalaciones especiales para luego poner en práctica el nuevo Reglamento reemplazando al actual.

En **Chile**, existe también una organización de normalización. Se la conoce como **INN** (Instituto Nacional de Normalización) y se ocupa de normalizar **materiales** pero **no instalaciones**.

Las reglamentaciones de instalaciones eléctricas en Chile las redacta, con formato de Norma, una organización gubernamental, la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (**S.E.C.**). Al día de hoy está vigente la norma chilena NCh Elec. 4 “**Instalaciones de Consumo en Baja Tensión**” del año 2003 elaborada por la **S.E.C.** (que reemplazó a una versión de 1984).

Esa Norma-Reglamento está muy poco alineada con las normas **IEC** de materiales y con la Norma **IEC** de instalaciones y emplea criterios de diversos orígenes (**NEC**, **VDE** de Alemania, y muy poco de **IEC**).

Perú utiliza criterios de **IEC** y del **NEC** en su **Código Nacional de Electricidad** redactado por la Dirección General de Electricidad dependiente del Ministerio de Energía y Minas.

Venezuela emplea prácticamente sin modificaciones el **NEC** de EEUU. De su traducción y adaptación se ocupa la Organización CODELECTRA (Comité de Electricidad de Venezuela), Asociación Civil sin fines de lucro. La versión del “Código Eléctrico Nacional” de Venezuela actual se titula Norma Venezolana FONDONORMA 200: 2004 siendo la actual su 7ª revisión. Adoptó como referencia el **NEC** de EEUU del año 2002.

México ha hecho una adaptación bastante parecida al **NEC** a través de la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas, con el respaldo de la Secretaría de Energía de su país.

En Europa, países como Francia (con la Norma **NF C 15-100** del 2002), España (con el Reglamento de Baja Tensión del 2003), Italia (con la Norma CEI 64-8), Gran Bretaña (con la IEE Wiring Regulations o BS 7671 del 2008), Alemania (con la Norma VDE 100), Portugal y otros están, con diferencias y matices, alineados con el HD 384 de CENELEC y con IEC 60364.



4-ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE BRASIL

Estudiando el Reglamento de Brasil, encontramos algunas diferencias tanto en su Vocabulario como en las prescripciones respecto de lo empleado en Argentina. Por ejemplo lo que en la República Argentina llamamos **Tablero** en la **NBR 5410** se denomina **Cuadro (Quadro)**.

Los dispositivos de protección diferencial que en nuestro país denominamos “**Dispositivo Diferencial**” en general (**DD**) e “**Interruptor Diferencial**” (**ID**) en particular, en Brasil se nombran como **Dispositivos de protección a corriente diferencial residual (DR)** (**Dispositivos de Proteção a Corrente Diferencial-Residual (DR)**).

Una diferencia significativa encontramos en Brasil frente a la **RAEA**. En Brasil **no se exige un Esquema de Conexión a Tierra (ECT)** determinado, permitiéndose cualquiera de ellos (**TT**, **TN**, e **IT**), mientras que **nuestra Reglamentación exige el TT** cuando se recibe alimentación en BT desde la red pública de la distribuidora, cooperativa, etc.

Otra diferencia de mucha importancia tiene que ver con la protección **contra los contactos indirectos** y la **Resistencia de Puesta a Tierra de protección (Rpat)** exigida en el ECT TT.

Si bien tanto en Brasil como en Argentina se exige que la protección contra contactos indirectos en los ECT TT sea realizada por medio de protección diferencial, asociada a una instalación de puesta a tierra, **en nuestro país la RAEA exige que no se superen determinados valores de Rpat y por ello permite una Rpat de, como máximo,**

40 Ω en el **ECT TT** siempre que se emplee como protección diferencial (asociada a la puesta a tierra) un **ID** de $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ como máximo (para la protección contra contactos indirectos en el ECT TT solo se permite la protección diferencial tanto en Brasil, como se dijo al comienzo de este párrafo, como en la **RAEA**, pero la **RAEA** además establece en **forma taxativa la prohibición** del empleo de protección **contra sobrecorrientes para esa aplicación**).

En cambio en Brasil no existe ninguna exigencia con relación a la **Rpat** de protección. Sólo se indica que se debe realizar una puesta a tierra con un valor de **Rpat** tal, que garantice no superar las tensiones convencionales límites de contacto U_L reglamentadas en la NBR 5410 (25 V en ambientes mojados o 50 V en ambientes secos o húmedos según corresponda), y con ese razonamiento en Brasil se maneja la siguiente tabla de **Rpat** de protección máximas permitidas dependiendo de la $I_{\Delta n}$ empleada en los diferenciales (ver Tabla 1):

Tabla 1

$I_{\Delta n}$ en mA	Rpat de protección	
	Ambiente seco o húmedo con $U_L = 50 \text{ V}$	Ambiente mojado $U_L = 25 \text{ V}$
30	1667 Ω	833 Ω
100	500 Ω	250 Ω
300	167 Ω	83 Ω
500	100 Ω	50 Ω

En cambio en nuestro país la **RAEA** plantea la siguiente tabla de **Rpat** de protección (ver Tabla 2) en función de las diferentes $I_{\Delta n}$, en la que las columnas 1 y 2 son informativas mientras que la columna 3 es la de aplicación obligatoria.

Tabla 2

Corriente diferencial máxima asignada del dispositivo diferencial $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la Rpat de las masas eléctricas Ra para $U_L = 50 \text{ V}$	Columna 2 Valor máximo de la Rpat de las masas eléctricas Ra para $U_L = 24 \text{ V}$	Columna 3 Valor máximo permitido de la Rpat de las masas eléctricas Ra para $U_L = 24 \text{ V}/2$
Sensibilidad baja	20 A	2,5 Ω	1,2 Ω	0,6 Ω
	10 A	5 Ω	2,4 Ω	1,2 Ω
	5 A	10 Ω	4,8 Ω	2,4 Ω
	3 A	17 Ω	8 Ω	4 Ω
Sensibilidad media	1 A	50 Ω	24 Ω	12 Ω
	500 mA	100 Ω	48 Ω	24 Ω
	300 mA	167 Ω	80 Ω	40 Ω
	100 mA	500 Ω	240 Ω	40 Ω
Sensibilidad alta	Hasta 30 mA inclusive	Hasta 1666 Ω	800 Ω	40 Ω

En viviendas, como se dijo antes, la **RAEA** permite emplear como máximos diferenciales con $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ con **Rpat** de protección (o **Ra**) máxima de 40 Ω para asegurar que U_L no supere el 50% de 24 V.

Se puede entender que la adopción de esa medida extra de seguridad de emplear 12 V como U_L se ha establecido para minimizar aún más los riesgos que surgen de la falta de control de la puesta a tierra, posterior a la habilitación de una instalación incluyendo el escaso y pobre mantenimiento.

En instalaciones operadas por personal capacitado en riesgo eléctrico se permite trabajar con $I_{\Delta n} > 300 \text{ mA}$ con la condición que en esos casos la **Rpat** se reduzca proporcionalmente para asegurar también en esos casos que U_L no supere el 50% de 24 V.

Otro aspecto a resaltar es el tema de los colores normalizados de los conductores. En Brasil sólo están normalizados en las instalaciones los colores del **conductor de protección (PE)** y del conductor **Neutro**. Brasil ha adoptado, de acuerdo con la **Norma IEC 60446**, la combinación bicolor **verde-amarillo** para el **conductor de protección PE** y el **azul claro** para el **neutro N**, igual que lo establecido por la **RAEA** (en EEUU, Canadá y Japón se emplean para el conductor **Neutro** los colores **Blanco** o **Gris** y para el **conductor de protección**, llamado **equipment grounding conductors**, el color **Verde** aunque también se acepta el **bicolor verde con franjas de color amarillo**).

En cambio no se han normalizado en Brasil los colores de los conductores de línea. IEC en ese sentido no ha establecido colores de uso obligatorio para los conductores de línea, pero **recomienda** el color **negro**, el **marrón (castaño)** y el **gris** y prohíbe para esa función los colores azul claro, verde, amarillo y verde-amarillo. *En nuestro país, la Reglamentación AEA exige para **conductores de línea** los colores **marrón (castaño)**, **negro** y **rojo**.*

¿Cómo se procede con la iluminación de viviendas en Brasil? Según la NBR 5410, en cada habitación o dependencia debe ser previsto **por lo menos un punto (boca¹) de luz fijo en el techo**. Se admite que las bocas de luz en el techo sean sustituidos por **boca** de luz en las paredes en espacios sobre escaleras, depósitos, lavaderos y balcones en la medida que sean de pequeñas dimensiones y donde la colocación de la boca en el techo sea de difícil ejecución o no conveniente.

También se establece en Brasil que para la determinación de las cargas de iluminación, se debe realizar un proyecto y aplicar valores en lux a cada local según su destino con lo cual se define cantidad y potencia de luminarias. Para ello deriva a cumplir con la **Norma ABNT NBR 5413** "Iluminância de interiores".

Como alternativa permite que se siga el siguiente criterio:

En habitaciones o dependencias con superficie igual o menor a 6 m² se debe prever una carga mínima de 100 VA.

En habitaciones o dependencias con superficie superior a 6 m² se debe prever una carga mínima de 100 VA para los primeros 6 m² más 60 VA por cada 4 m² interiores.

En las habitaciones de hoteles, moteles y similares se puede sustituir una boca de luz fija en el techo por toma de corriente con potencia mínima de 100 VA comandada por interruptor de pared.

*En **Argentina**, en principio hay que destacar un aspecto que separa a la **RAEA** de la **NBR 5410**. La **RAEA** establece un criterio (a tono con el Reglamento de BT de España de 1973) que es definir los **grados de electrificación (GE)** de la vivienda, a partir de la **Superficie (S)** del inmueble y teniendo en cuenta además la **demanda de potencia máxima simultánea calculada (DPMS)**, definiéndose cuatro **GE**: electrificación mínima ($S \leq 60 \text{ m}^2$ y DPMS hasta 3,7 kVA), electrificación media ($60 \text{ m}^2 < S \leq 130 \text{ m}^2$ y DPMS hasta 7 kVA), electrificación elevada ($130 \text{ m}^2 < S \leq 200 \text{ m}^2$ y DPMS hasta 11 kVA), y electrificación superior ($S > 200 \text{ m}^2$ y DPMS mayor a 11 kVA).*

*Para cada **GE** la **RAEA** establece una cantidad mínima de circuitos y una cantidad mínima de puntos de utilización por cada ambiente, habitación o dependencia.*

*En lo que concierne a iluminación de las viviendas en la **RAEA** se establecen **bocas** de iluminación en cada habitación o dependencia en **función de su superficie**, indicándose que en todos los casos deberá haber una boca como mínimo, pero en los casos de **GE elevada** y **superior** los **dormitorios** de **superficie importante (mayor a 36 m²)** deberán tener como **mínimo dos bocas** y en las **cocinas** de **GE media**, **GE elevada** y **GE superior** deberán existir **dos bocas de iluminación (como hemos mencionado antes, el grado de electrificación es un concepto no empleado en Brasil)**.*

*Además la **RAEA**, si bien hace especial hincapié en todo momento sobre la necesidad de efectuar un proyecto de la instalación, no dirige en forma especial esa idea al proyecto luminotécnico de las viviendas, lo cual parece razonable ya que finalmente el propietario de la misma decidirá que luminaria y lámparas empleará, y por ello fija, un valor (en VA para cada boca de iluminación del circuito, y un factor de simultaneidad para cada circuito, dependiendo dichos valores del tipo de circuito y del tipo de local). En cambio cuando trata de las "Oficinas y Locales" allí sí obliga a cumplir con la obligación de efectuar un proyecto de iluminación adoptando como mínimo los valores recomendados por la Ley de Higiene y Seguridad.*

*En el tema "**circuitos**" la **RAEA** define entre otros, los **circuitos terminales** ("Son los que vinculan los bornes de salida de un dispositivo de maniobra y protección con los puntos de utilización") y dentro de los circuitos terminales diferentes tipos: **circuitos para usos generales, para usos especiales y para usos específicos**.*

*Los circuitos para usos generales son para la **RAEA**, circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para iluminación y bocas de salida para tomacorrientes. Se deben utilizar en el interior de las superficies cubiertas y en espacios semicubiertos.*

*Los circuitos para usos especiales son para la **RAEA** circuitos monofásicos que alimentan cargas que no se pueden manejar por medio de circuitos de uso general, ya sea porque en las bocas se conectan cargas superiores a 10 A o porque alimentan cargas a la intemperie como por ejemplo, jardines, patios, terrazas, etc.).*

*Dentro de los circuitos para usos generales la **RAEA** identifica los de iluminación para uso general (**IUG**) y los de tomacorrientes para uso general (**TUG**).*

¹ En Brasil no se emplea el término "boca" sino "punto", pero para evitar confusiones con nuestro lenguaje en el que muchas veces se emplea la palabra "punto" para referirse a un interruptor de efecto, en algunos casos se empleará el término "boca" a sabiendas que no es el utilizado en aquel país.

Dentro de los circuitos para usos especiales la **RAEA** identifica los de iluminación para uso especial (**IUE**) y los de tomacorrientes para uso especial (**TUE**).

Dentro de los circuitos para usos específicos, entre otros se mencionan los **MBTS**, los **ACU**, los **ATE**, **APM**, **ITE**, etc.

Los circuitos **IUG** son circuitos monofásicos de Iluminación para **Uso General**, en cuyas bocas pueden conectarse luminarias, ventiladores o combinaciones de ellos y de una corriente no mayor que 10 A, ya sea por conexiones fijas o por tomacorrientes monofásicos de 10 A. Estos circuitos deberán estar protegidos con interruptores termomagnéticos con protección en ambos polos de $I_n \leq 16$ A y podrán tener 15 bocas como máximo. En los circuitos **IUG** la **RAEA** asigna 150 VA a cada boca del circuito.

Los circuitos **IUE** son circuitos monofásicos de Iluminación para **Uso Especial** que alimentan cargas que no se pueden manejar por medio de circuitos de uso general, ya sea porque en las bocas se conectan cargas superiores a 10 A o porque alimentan cargas a la intemperie como por ejemplo, jardines, patios, terrazas, etc.). Las conexiones pueden ser fijas o por tomacorrientes monofásicos de hasta 20 A. Estos circuitos deberán estar protegidos con interruptores termomagnéticos con protección en ambos polos de $I_n \leq 32$ A y podrán tener 12 bocas como máximo. En los circuitos **IUE** (circuitos de iluminación de usos especiales) la **RAEA** asigna 500 VA a cada boca del circuito, y recomienda que los circuitos para la electrificación de lugares a la intemperie sean independientes.

Para poder estimar la carga de los circuitos de iluminación **IUG** e **IUE** de la vivienda, la **RAEA** establece que se debe emplear un factor de simultaneidad del 66 % en dichos circuitos.

En **Brasil**, en tomacorrientes de viviendas se indica:

- En baños se debe prever por lo menos un punto de toma próximo al lavatorio; en la **RAEA** se establece una boca de **TUG** sólo que se limita su distancia respecto al punto de salida de agua definiéndose para ello una zona 2 de protección alrededor del lavatorio y del bidet.
- En cocinas, alacenas, antecocinas, áreas de servicio, lavaderos, y locales análogos debe ser previsto como mínimo un punto de tomacorrientes por cada 3,5 m o fracción de perímetro, teniendo en cuenta que en las mesadas (encima de ellas) deben ser previstos dos tomas de corriente en el mismo punto o en puntos distintos. La **RAEA** no define la cantidad de tomas en la cocina en función del perímetro sino en función del **GE**. El tema de los tomas en los diferentes ambientes se discute en el **Artículo 6** donde se analiza el "**Reglamento**" de Francia.
- En balcones debe ser previsto por lo menos un punto de toma (se admite que el punto de toma no esté instalado en el balcón, pero sí cerca de su puerta, cuando por razones constructivas, el balcón no incluye el punto de toma, o cuando su superficie sea inferior a 2 m², o cuando su profundidad sea menor de 0,80 m).
- En salas, habitaciones y dormitorios se deben prever por lo menos un punto de toma por cada 5 m o fracción de perímetro, debiendo esos puntos estar espaciados tan uniformemente como sea posible (en particular en el caso de las salas de estar, se debe buscar la posibilidad de que un punto de toma pueda ser utilizado para alimentar a más de un equipo siendo recomendable equiparlo con una cantidad de tomas juzgada adecuada).

En cada una de las demás habitaciones y dependencias deben ser previstos por lo menos:

- un punto de toma, si la superficie de la habitación o dependencia fuera igual o inferior a 2,25 m². Se admite que ese punto sea ubicado externamente a la habitación o dependencia como máximo a 0,8 m de la puerta de acceso.
- un punto de toma, si la superficie de la habitación o dependencia fuera superior a 2,25 m² e igual o inferior a 6 m².
- un punto de toma por cada 5 m o fracción de perímetro, si la superficie de la habitación o dependencia fuera superior a 6 m² debiendo esos puntos estar espaciados tan uniformemente como sea posible.

En cuanto a la potencia asignable a los puntos de tomacorriente, en Brasil se establece que la potencia a ser asignada a cada punto de toma es función de los equipamientos que ellos podrán llegar a alimentar y no deben ser inferiores a los siguientes valores mínimos: en baños, cocinas, antecocinas, alacenas, áreas de servicio, lavaderos y locales análogos como mínimo 600 VA por punto de toma hasta tres puntos, y 100 VA por punto para los excedentes, considerando cada uno de esos ambientes separadamente. Cuando el total de tomas en el conjunto de esos ambientes fuera superior a seis puntos se admite que el criterio de asignación de potencia sea de cómo mínimo 600 VA por punto de toma, hasta dos puntos y 100 VA por punto para los excedentes, siempre considerando cada uno de los ambientes separadamente.

En las demás habitaciones o dependencias como mínimo 100 VA por punto de toma.

¿Que plantea la **RAEA** en el tema tomacorrientes, más allá de lo que analiza en el Artículo 6?

La **RAEA** trata este tema con tanta amplitud que no mencionaremos todos los aspectos, sino sólo algunos.

Dentro de los circuitos para tomacorrientes, como ya se dijo, la **RAEA** plantea circuitos de tomacorrientes de uso general (**TUG**) y circuitos de tomacorrientes de uso especial (**TUE**).

Los circuitos **TUG** son circuitos monofásicos de **Tomacorrientes para Uso General**, en cuyas bocas pueden conectarse cargas unitarias de hasta 10 A, por medio de tomacorrientes tipo 2x10+T, o no más de 16 A con tomacorrientes 2x16+T que cumplan con la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Estos circuitos deberán estar protegidos con interruptores termomagnéticos con protección en ambos polos de $I_n \leq 20$ A y podrán tener 15 bocas como máximo. En los circuitos **TUG** la **RAEA** asigna 2200 VA a cada circuito.

Los circuitos **TUE** son circuitos monofásicos de **Tomacorrientes para Uso Especial** en cuyas bocas de salida pueden conectarse cargas unitarias, de hasta 20 A por medio de tomacorrientes tipo 2x20+T IRAM 2071, o de hasta 16 A, por medio de tomacorrientes que cumplan con la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. En cada boca de salida con tomacorrientes de 20 A, se podrán instalar tomacorrientes adicionales de 10 A tipo 2x10+T IRAM 2071. Este tipo de circuitos debe ser empleado para la electrificación de lugares a la intemperie, aunque pueden incorporar bocas de tomas de usos especiales en espacios semicubiertos o en el interior del inmueble. Se recomienda, por razones funcionales, que los circuitos para la alimentación de lugares a la intemperie sean independientes. Estos circuitos deberán estar protegidos con interruptores termomagnéticos con protección en ambos polos de $I_n \leq 32$ A y podrán tener 12 bocas como máximo. En los circuitos **TUE** la **RAEA** indica asignar 3300 VA a cada circuito.

5-ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE CHILE

En Chile se aplica desde octubre de 2003 la **NCh Elec.4/2003** llamada “Electricidad – Instalaciones de Consumo en Baja Tensión” elaborada por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles SEC (en adelante **NCh4**). Esta Norma reemplazó a la **NCh4** que estuvo vigente desde el año 1984.

El Reglamento-Norma chileno se caracteriza por tener muy poco alineamiento normativo con IEC, tanto a nivel de productos como de instalaciones.

Algunas diferencias importantes en ciertos conceptos y en el Vocabulario se visualizan en la siguiente tabla:

NCh4	RAEA
Centro	Boca
Hasta tres tomas en una caja es un centro	Hasta cuatro tomas en una caja se considera una boca
Disyuntor	Interruptor automático
Protector diferencial	Interruptor diferencial
Empalme	Acometida
Se acepta que el medidor de una vivienda unifamiliar u otro tipo de local con usuario único esté ubicado en un semicírculo de 15 m de radio con centro en la puerta de acceso desde la vía pública.	En nuestro país en general las distribuidoras lo exigen sobre la línea municipal, pero su ubicación no es exigida por la RAEA por ser de responsabilidad de la distribuidora
En edificios de departamentos o de oficinas o de otro tipo de locales múltiples, (múltiples usuarios) los medidores podrán estar concentrados (por ejemplo en un recinto único, pero es válido para edificios de hasta quince pisos), podrán estar distribuidos (por ejemplo por pisos) o ubicarse en forma mixta (combinación de los anteriores). Esto es decisión del proyectista.	En nuestro país hasta la fecha solo se permite la ubicación concentrada
La medición concentrada se permite en edificios de hasta 15 pisos. Para mayor cantidad de pisos se deberán construir recintos de medidores cada 15 pisos o fracción	En nuestro país hasta la fecha solo se permite la ubicación concentrada

En Chile a los efectos del análisis de seguridad de las personas se considera que las personas tienen una resistencia de 2000 Ω (las normas **IEC** y la **RAEA** establecen utilizar voltímetros de 3000 Ω de resistencia interna para medir la tensión de contacto).

En la **NCh4**, se consideran como máximos valores de tensión a los cuales puede quedar sometido el cuerpo humano sin ningún riesgo, 50 V² en lugares secos y 24 V en lugares húmedos o mojados en general y **en salas de operaciones quirúrgicas en particular**.

En las **Normas IEC** se establecen 50 V CA y 120 V CC en ambientes secos y húmedos y 25 V CA y 60 V CC en ambientes mojados. En La **RAEA** se establecen 24 V para lugares secos, húmedos o mojados. La mención de los 24 V de la **NCh4** en **quirófanos**, puede dar lugar a malos entendidos, pues en las salas del grupo 2, existen el área de seguridad del paciente en donde sólo se permite emplear alimentación mediante ECT IT hospitalario, y el área general de la sala donde se permiten circuitos de uso general (donde se emplearía el ECT TT o TN-S) con protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación y complementaria contra los directos por interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. La **NCh 4** no emplea en las instalaciones hospitalarias la misma división en grupos que la **Norma IEC 60364-7-710** y que la **RAEA 60364-7-710**. En **IEC** y en la **RAEA 710** se dividen las salas de uso médico en tres grupos: grupo 0, grupo 1 y grupo 2 (en la **RAEA** se subdivide adicionalmente el grupo 2 en 2a y 2b), mientras que la **NCh4** en su Capítulo 15 las divide en grupo 0, grupo 1, grupo 2 y grupo 3.

En la **NCh4** no se establece ningún valor para la **Rpat** de protección (en forma similar a lo que ocurre en Brasil). En Chile sólo se obliga a que la caída de tensión en la **Rpat** de protección sea como máximo igual a la llamada en Chile "**Tensión de Seguridad**", concepto equivalente a la "**tensión convencional límite de contacto**" empleado en nuestra **RAEA** y en **IEC**, exigiéndose además que la impedancia del lazo de falla sea lo suficientemente baja para obtener una corriente de falla que permita disparar la protección.

Chile también se aleja de los valores normalizados por **IEC** en el cálculo de la "corriente de disparo" de las protecciones para la protección contra los contactos indirectos ya que están empleando factores a aplicar a la corriente asignada de los interruptores automáticos o a los fusibles para el cálculo de las corrientes de disparo tomados de normas de producto que ya no están vigentes en el plano internacional (por ejemplo interruptores clase L o clase H), en lugar de emplear los valores de disparo "**seguro**" por magnético fijados en, por ejemplo, **IEC 60898** (5xIn para los interruptores termomagnéticos curva B, 10xIn para los interruptores termomagnéticos curva C y 20xIn para los interruptores termomagnéticos curva D).

La **NCh4** calcula la corriente de disparo o fusión (I_0 la definen en la NCh84) afectando a la corriente asignada I_n con el factor k (ver tabla siguiente):

$$I_0 = k \times I_n$$

En la tabla siguiente se indican los factores k empleados por la **NCh4/2003** en su Tabla 10.22

Tipo de protección	Factor k		
	Para tableros de distribución		Para acometidas de empalmes y tableros generales
Fusibles	Rápido 3,5	Lento	
		Hasta 50 A	Sobre 63 A
		3,5	5
Disyuntores caja moldeada > 63 A	1,25		-
Disyuntores pequeños curva tipo C	3,5		2,5
Disyuntores pequeños curva tipo B	2,5		2,5

Estos valores son similares a los que empleaba la **Norma VDE 100** de Alemania en los años 70/80.

Otro aspecto que diferencia la **NCh4** de la **RAEA** y de la **IEC 60364** es que en la **NCh4** no se mencionan a los esquemas de conexión a tierra en la forma que los conocemos en la **RAEA** y en la **IEC**.

En Chile en lugar de mencionar el TN-S se indica "neutralización" y en lugar de mencionar TT se dice "puesta a tierra de protección" (en ambos casos coincidiendo con el vocabulario que se empleaba hace muchos años en la **Norma VDE 100**).

En la **NCh4** no se exige un sistema en particular, dejando librado al proyectista la elección del TT ("puesta a tierra de protección") o del TN-S ("neutralización").

² Es bueno aclarar que desde 1984 hasta 2003, en que se puso en vigencia la nueva **NCh4 Elec.4/2003** el vecino país venía empleando para los ambientes secos 65 V CA como tensión convencional límite de contacto (tensión de seguridad en Chile), tal como lo tuvo definido la Norma VDE 100 de Alemania hasta 1997, en que Alemania se alineó con CENELEC y adoptó 50 V de CA como "tensión convencional límite de contacto".

La **NCh4** indica que cuando el usuario tiene transformador propio y se emplea la Neutralización la **Rpat** del neutro debe ser como máximo 20 Ω . En cambio **IEC 60364** y la **RAEA** indican en el capítulo 442 lo siguiente: por un lado, que todas las masas (eléctricas y extrañas) del centro de transformación deben estar conectadas a un electrodo de puesta a tierra común (independientemente del ECT que se adopte en el lado del consumo de BT fuera de la zona del centro de transformación) y por otro lado fija las condiciones que se deben cumplir para que el conductor neutro del sistema de BT pueda ser conectado a la puesta a tierra o electrodo de tierra de las masas eléctricas de la subestación transformadora, para lo cual obliga a tomar en cuenta la tensión de falla probable (debida a una falla de aislación entre el lado de MT y el lado de BT) y el tiempo de eliminación de la misma.

Se indica entre otras cosas que se pueden obviar determinadas prescripciones si se logra asegurar que la resistencia de la puesta a tierra de las masas eléctricas de la subestación transformadora sea como máximo de 1 Ω (ohm).

En la **NCh4** se define que los conductores de una canalización eléctrica se identificarán según el siguiente código de colores:

- • Conductor de la fase 1: **azul**
- • Conductor de la fase 2: **negro**
- • Conductor de la fase 3: **rojo**
- • Conductor de neutro y tierra de servicio: **blanco**
- • Conductor de protección **verde o verde/amarillo**

Como se ve en este aspecto tampoco se sigue a la **IEC** estando esta codificación más cerca del **NEC** de EEUU donde al neutro se lo permite blanco y al conductor de protección verde.

5.1-Conceptos generales aplicados en Chile

Mientras que en nuestro país distinguimos los circuitos de iluminación de los de tomacorrientes, en Chile se considera a ambos como “instalación de alumbrado” y se la define como “toda aquella en que la energía eléctrica se utilice preferentemente para iluminar el o los recintos considerados, sin perjuicio que a la vez se la utilice para accionar artefactos electrodomésticos o máquinas pequeñas similares conectados a través de enchufes” (observar el empleo de la palabra “enchufe” en la Norma mientras que en nuestro país a esa palabra se la usa en el lenguaje coloquial).

En Chile “Cada circuito de alumbrado estará formado por centros de consumo, entendiéndose por tales a los artefactos de iluminación que se instalen en puntos físicos determinados o a los enchufes hembra que permitan la conexión de artefactos susceptibles de conectarse a este tipo de circuitos. La capacidad de los circuitos en que está dividida una instalación de alumbrado se fijará en función de la capacidad nominal de los aparatos de protección de ellos.

De acuerdo con lo indicado, serán circuitos normales de alumbrado los de 10, 15, 16, 20, 25, 30, 32 ó 40 Amperes. Los conductores de los circuitos deberán dimensionarse de modo tal que queden protegidos a la sobrecarga y al cortocircuito por la respectiva protección. Se podrán instalar circuitos bifásicos o trifásicos para la iluminación de un mismo recinto, siempre que las protecciones de estos circuitos operen simultáneamente sobre todos los conductores activos.”

En la **NCh4** no se limita la cantidad de centros (bocas) por circuito, como en nuestro país lo hace la **RAEA como ya se ha comentado antes**, sino que allí se indica que “La cantidad de centros que es posible instalar en un circuito se determinará igualando la suma de las potencias unitarias de cada centro conectado a él con el 90% del valor nominal de la capacidad del circuito. Con el objeto de fijar la cantidad de centros que es posible conectar a un circuito de alumbrado se considerará la potencia nominal de cada artefacto de iluminación, incluidos sus accesorios.

Si en algún caso particular dicha potencia no está definida se estimará una potencia por centro de 100 W. La potencia unitaria de cada enchufe hembra en un circuito de alumbrado se estimará en 150 W. Los enchufes múltiples de hasta tres salidas por unidad se considerarán como un centro de 150 W.”

Adicionalmente a los conceptos anteriores, vinculados a instalaciones en general, la **NCh4** indica que para los circuitos de alumbrado (en el sentido que se da en la **NCh4** a esta palabra) de las **viviendas** “se deberán cumplir las siguientes condiciones:

Deberá proyectarse, por lo menos, un circuito de 10 A por cada 70 m² o fracción de superficie construida.” Esto marca una **diferencia importante con la RAEA** donde se indica que debe haber por lo menos dos circuitos en las viviendas de una superficie de 60 m² o de superficies menores. En Chile una vivienda de 130 m² de superficie requiere dos circuitos (en la **RAEA**, como mínimo tres); en Chile una vivienda de 200 m² de superficie requiere tres circuitos (en la **RAEA**, como mínimo cinco). En Chile una vivienda de 280 m² requiere cuatro circuitos y una de 350 m² cinco; según la **RAEA** en cualquiera de los dos casos seis circuitos.

En Chile se indica que “Todo circuito en que existan enchufes deberá estar protegido mediante un protector diferencial” sin indicar la $I_{\Delta n}$ con lo cual solo se estaría protegiendo contra contactos indirectos dado que no se obliga en estos casos a emplear $I_{\Delta n} \leq 30$ mA (que como se sabe protege contra los contactos indirectos y además es protección complementaria contra contactos directos) *marcando otra diferencia muy importante con la RAEA y tampoco se obliga a proteger en la NCh4 con diferenciales los circuitos de iluminación como sí lo exige la RAEA.*

La **NCh4** “permite en el caso de viviendas de superficie superior a 70 m², proyectar circuitos mixtos (se entiende circuito mixto aquel en que existan mezclados enchufes y artefactos de iluminación) de 10 A, pero deberá existir a lo menos un circuito que alimentará, exclusivamente, a enchufes instalados en la cocina y lavadero, con una capacidad mínima de 16 A.”

En cambio la RAEA exige circuitos separados para iluminación y para tomacorrientes y sólo acepta circuitos mixtos cuando han sido cubiertos los puntos mínimos de utilización exigidos.

En Chile, “para determinar la cantidad de centros a instalar en una vivienda, se tomarán en cuenta los siguientes factores:” **(muy diferente a lo establecido en la RAEA)**

“En cada habitación habrá, a lo menos, un portalámparas que no esté alimentado a través de enchufes. Se proyectará un enchufe no comandado por cada 9 m de perímetro o fracción, en cada habitación.”

En los baños la **NCh4** indica que “El circuito que alimenta los artefactos instalados en el baño estará protegido por un protector diferencial”, sin especificar el $I_{\Delta n}$. Tampoco se hace mención a los hidromasajes. Las instalaciones en salas de baños deberán cumplir las siguientes condiciones:”

“En una sala de baño existirá un área que se denominará zona de seguridad, la cual se muestra en la hoja de norma N° 19 *(no se definen las zonas o volúmenes 0, 1 y 2 como lo definen la RAEA y la IEC; a veces se incorpora una zona o volumen 3)*”.

“Los artefactos de alumbrado que se instalen en una sala de baño, deberán ser a prueba de salpicaduras”. (como se ve, no se indica el grado de protección IP y al no diferenciarse zonas no se diferencian los grados IP permitidos por la Norma IEC en c/u de ellas).

En otro punto la **NCh4** indica que “Deberá efectuarse una unión equipotencial de todas las tuberías metálicas que entren a la sala de baño”. *Este requisito tiene alguna sintonía con lo establecido en nuestro país, si bien en la Sección 701 de la RAEA se establece con mayor amplitud la equipotencialidad como se ve en este párrafo de la RAEA “Una conexión equipotencial suplementaria local deberá interconectar todos los elementos conductores (masas extrañas) de las zonas 1, 2 y 3 a los conductores de protección de todas las masas situadas en esas zonas”.*

Finalmente dos comentarios comparativos adicionales con relación a la **NCh4**:

a) según se infiere de la **NCh4**, en los baños públicos no se prevé el lavado o limpieza por medio de agua a presión ya que se exigen instalaciones y equipos con un grado IPX4, insuficiente para soportar chorro de agua *(la Norma IEC 60364 y la RAEA exigen en esos lugares y en las zonas 1, 2 y 3 IPX5, o sea aptitud para soportar chorros de agua de 12,5 l/min).*

b) la **NCh4** trata dentro de las Instalaciones Especiales la “Iluminación de piscinas, espejos de agua y similares”, y allí se indica que “Las instalaciones para iluminación de piscinas, espejos de agua y similares, se alimentarán en lo posible con tensiones no superiores a 24 V” y agrega “Si no es posible cumplir lo indicado (tensiones no superiores a 24 V), se deberán proteger los circuitos de alimentación de la iluminación de piscinas o similares mediante interruptores diferenciales de sensibilidad no superior a 5 mA, ...”. *Estos requerimientos están muy distantes de lo establecido en la Norma IEC 60364 y en la RAEA. A nivel IEC y RAEA se exige la alimentación mediante instalaciones MBTS de, como máximo, 12 VCA o 30 VCC no permitiéndose bajo ningún concepto la protección mediante el corte automático de la alimentación (por la muy baja impedancia del cuerpo sumergido) que es lo que se refleja en la NCh4 con la autorización del empleo de interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 5$ mA.*

6-ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE FRANCIA

6.1-Conceptos generales en las instalaciones de Viviendas de Francia según la NF C 15-100

En Francia, existe una institución que se ocupa de la normalización electrotécnica que es la **Union Technique de l'Electricité (UTE)** y dicha organización es la que redacta la **Norma-Reglamentación de Instalaciones Eléctricas** conocida como **NF C 15-100**. La edición vigente es del año 2002 (reemplazó a la edición que estaba vigente desde Mayo de 1991) y la UTE emitió desde entonces algunas enmiendas y como se dijo antes se aplica en todo su territorio. En esa **Norma-Reglamento** se define que para la alimentación de **viviendas** se debe utilizar el ECT TT cuando se recibe alimentación desde la red pública de BT, que se realiza en 3x380/220 V CA. *La exigencia del TT es la misma que la exigida por la RAEA.*

La misma **NF C 15-100** indica que la alimentación de las **viviendas** debe ser monofásica y solo se permite la trifásica cuando hay cargas trifásicas o cuando la potencia contratada es de 18 kVA o superior.

*En nuestro país, en cambio, la **RAEA exige** que el **suministro sea trifásico con neutro en los inmuebles educativos** con más de dos recintos destinados a la función de aula. En cambio, **en el resto de los inmuebles la RAEA no fija una exigencia** en ese sentido siendo las empresas de distribución de energía eléctrica las que pueden definir el valor de potencia a partir del cual un suministro debe ser trifásico.*

*No obstante, la **RAEA recomienda** que cuando la carga total calculada supere los **7 kVA** o los **32 A monofásicos**, es recomendable solicitar un suministro trifásico para el inmueble, indicando que se deberá procurar mantener el sistema lo más equilibrado posible, mediante una adecuada distribución de las cargas.*

En Francia la tensión convencional límite de contacto máxima permitida es de **50 V CA o 120 CC**.

*En nuestro país la **RAEA considera** que **la tensión convencional límite de contacto máxima permitida** es de 24 V CA tomando en cuenta una definición en ese sentido que da el Decreto Reglamentario 351/79 de la Ley 19587, aunque allí se define **“tensión de seguridad”** y no **“tensión convencional límite de contacto”** Además en el **DR** no se menciona valor alguno de tensión de corriente continua equivalente, salvo cuando se habla de los trabajos de soldadura como se ve en el párrafo siguiente.*

*Este valor de 24 V en el futuro debería ser discutido ya que el citado DR también menciona en diferentes lugares valores distintos de tensión consideradas “seguras”. Por ejemplo en el **DR 351/79** en el Artículo 155 del Capítulo 17 “Trabajos con riesgos especiales” del Anexo I, se indica que “Cuando los trabajos de soldadura se efectúen en locales muy conductores **no se emplearán tensiones superiores a 50 voltios** o la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar no superará los 90 voltios en corriente alterna y los 150 voltios en corriente continua.”*

*En el **Anexo VI del DR 351/79** en su artículo 1.1.5 **“Distancias de Seguridad”** se indica que “Para prevenir descargas disruptivas en trabajos efectuados en la proximidad de partes no aisladas de instalaciones eléctricas en servicio, las separaciones mínimas, medidas entre cualquier punto con tensión y la parte más próxima del cuerpo del operario o de las herramientas no aisladas por él utilizadas en la situación más desfavorable que pudiera producirse, serán las siguientes, e indica en una tabla que para niveles de tensión de **0 a 50 V** no se requiere ninguna distancia de seguridad.*

Una interpretación técnica de los dos párrafos anteriores indicaría que un borne con 50 V puede ser tocado sin riesgo (en determinadas condiciones).

*De llegar a acordarse en algún momento que 50 V CA en ambientes secos o húmedos es la **“tensión convencional límite de contacto”** para nuestro país, quedaríamos **alineados con IEC y con prácticamente todos los países** (Brasil, Uruguay, Chile, Francia, España, Italia, Reino Unido, Portugal, por nombrar a algunos), sin perder en lo más mínimo seguridad en el ámbito doméstico ya que en ese tipo de lugares se exige para la gran mayoría de los circuitos terminales de iluminación y tomacorrientes interruptor diferencial de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, pero se podría bajar el costo de muchas instalaciones de potencia (grandes industrias o centros comerciales) en los que se pueden reducir las importantes secciones de los conductores de protección cuando se emplean ECT TN-S ya que la caída de tensión en el conductor de protección PE que vincula las masas a proteger con el punto neutro del tablero puede pasar de 24 V a 50 V lo que es lo mismo que decir que la sección del PE puede reducirse sensiblemente, y ese criterio en instalaciones de gran superficie y elevado valores de corriente no es un tema menor.*

El Reglamento francés exige que si la vinculación entre el interruptor principal y el primer interruptor diferencial ubicado aguas abajo no se ha realizado en doble aislación, en el Tablero Principal se debe instalar un interruptor automático con protección diferencial incorporada del tipo S (selectivo) de 500 mA como máximo, para lo cual se permite que la **Rpat** sea como a lo sumo igual a 100 Ω .

En ese único caso se acepta como máxima corriente diferencial en el interruptor diferencial (ID) el valor de 500 mA (500 mA x 100 Ω = 50 V)

No obstante lo dicho, la **NF C 15-100** establece que cuando las malas condiciones del terreno respecto a su resistividad no permiten llegar al valor de **Rpat** de 100 Ω ni aún con electrodos en paralelo, se permiten **Rpat** de mayor valor pero con ID de menor $I_{\Delta n}$.

Así, si la **Rpat** es como máximo de 167 Ω , el ID deberá ser como máximo de $I_{\Delta n} = 300$ mA (300 mA x 167 Ω = 50 V).

Si la **Rpat** es como máximo de 500 Ω , el ID deberá ser como máximo de $I_{\Delta n} = 100$ mA.

Si la **Rpat** es mayor a 500 Ω el ID deberá ser de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.

Los criterios adoptados por la **NF C 15-100** son muy similares a los establecidos en la **RAEA**, pero con otros valores.

6.2-Circuitos terminales de las viviendas en Francia según la NF C 15-100

Como mínimo debe disponerse según el reglamento francés:

a) Para una habitación o dormitorio, tres tomas de 2x16 A+T repartidos en la periferia (la RAEA establece dos bocas de TUG para dormitorios de Superficie menor a 10 m² lo que puede representar cuatro tomas si se emplean cajas de 5x10 cm u ocho tomas si se emplean cajas de 10x10 cm. La RAEA establece además que en los dormitorios de Superficie igual o mayor a 10 m² hasta 36 m² deben preverse como mínimo tres bocas de TUG. Finalmente la RAEA fija que en los dormitorios de Superficie mayor a 36 m² deben preverse como mínimo tres bocas de TUG y una boca de TUE).

b) Para una sala de estar de hasta 40 m² un toma de 2x16 A+T por cada 4 m² de superficie repartidos en la periferia con un mínimo de cinco tomas. Para una sala de estar de más de 40 m² el número de tomas será definido por el proyectista o por el usuario pero se deberá prever un mínimo de diez tomas. (en cambio la RAEA, cualquiera sea el GE establece para este tipo de salas una boca de TUG cada 6 m² de superficie o fracción con un mínimo de dos. Para los grados de electrificación elevado y superior se agrega una boca de TUE si la superficie es mayor a 36 m²).

d) Para los casos de sala de estar que incorporan “un sector abierto que cumple la función de cocina” la superficie de la sala de estar se la debe considerar total (incluyendo el sector cocina) menos 8 m².

e) Para los locales cocina, seis tomas de 2x16 A+T no dedicados o no especializados, cuatro de los cuales deberán estar sobre las mesadas o mesas de trabajo. Esos tomas no deberán ser instalados ni sobre la pileta de lavar ni sobre el artefacto cocina, sea cocina con fuego o cocina eléctrica.

Sin embargo se admite una excepción para un toma suplementario sobre las hornallas de la cocina (eléctricas o a llama) con la condición de que este toma esté identificado para la campana de extracción de humos y que esté colocado como mínimo a 1,80 m del suelo terminado.

Para la RAEA en los GE mínimo y medio se exigen como mínimo tres bocas de TUG más dos TUG para electrodomésticos de ubicación fija; en los casos de GE elevada se exige como mínimo tres bocas de TUG más tres TUG para electrodomésticos de ubicación fija más una boca de TUE. Finalmente en los casos de GE superior exige como mínimo cuatro bocas de TUG más tres TUG para electrodomésticos de ubicación fija más una boca de TUE. Esto significa que siguiendo el criterio de la RAEA en el caso del GE superior como mínimo se deben prever en cajas de 10x5 once TUG más un TUE más eventualmente un TUG compartiendo la caja del TUE. Si se emplearan cajas de 10x10 se podrían llegar a instalar diez y nueve TUG más tres TUG más compartiendo la caja de 10x10 con el TUE, aunque esto admite otras opciones.

f) En los otros locales de la vivienda de una superficie superior a 4 m² y en las circulaciones, por lo menos un toma de 2x16 A+T. Esta exigencia no es obligatoria para ciertos locales de las viviendas como toilettes, garajes o jardines. (en la RAEA se exige en los pasillos de los GE medio elevado y superior una boca de TUG por cada 5 m de largo de pasillo o fracción si la longitud es superior a los 2 m. La RAEA establece otros requisitos para lavaderos, baños, toilettes, balcones, garajes, jardines, etc.)

En Francia, el número de tomacorriente de 16 A alimentado por un mismo circuito está limitado a:

5 tomas cuando la sección de los conductores del circuito es de 1,5 mm² , o limitado a

8 tomas cuando la sección de los conductores del circuito es de 2,5 mm² . Más adelante se indica en una tabla las secciones exigidas para una gran variedad de circuitos.

Como se ha dicho en otros pasajes de este trabajo, la RAEA fija que los circuitos de TUG podrán incorporar como máximo quince bocas de TUG y que los circuitos de usos especiales podrán incorporar como máximo doce bocas de TUE. En cuanto a la sección de los conductores la RAEA no acepta circuitos de tomacorrientes de 1,5 mm² siendo la sección mínima permitida 2,5 mm² tanto para los circuitos de TUG como de TUE. En los circuitos de TUG la protección debe ser lograda por interruptores termomagnéticos de cómo máximo 20 A mientras que la protección de los circuitos de TUE debe ser lograda por interruptores termomagnéticos de cómo máximo 32 A.

En Francia, cuando los tomas se montan en una misma caja se deben computar de la siguiente forma

Número de tomas por caja	1	2	3	4	>4
Número tomas a computar	1	1	2	2	3

El reglamento francés obliga a prever circuitos dedicados o especializados para determinado tipo de cargas.

Cada electrodoméstico de potencia elevada debe ser alimentado por un circuito especializado.

Se indica que deben preverse por lo menos cuatro circuitos especializados :

- Un circuito dedicado para la alimentación de la cocina eléctrica (caja de conexión para conexión fija o tomacorriente monofásico de 32 A o tomacorriente trifásico de 20 A.
- Como mínimo tres circuitos dedicados de 16 A previendo la alimentación de electrodomésticos del tipo:

- Lavarropa
- Lavavajillas
- Secarropa
- Horno eléctrico
- Congelador

La **NF C 15-100** fija que se deben instalar circuitos especializados para c/u de las siguientes aplicaciones, cuando ellas sean previstas en la instalación

- Termotanques eléctricos
- Caldera y sus auxiliares
- Bomba de calor
- Climatización
- Aparatos de calefacción de baños
- Piletas de natación
- Circuitos exteriores (alimentando a uno o varios equipos de utilización no contiguos al edificio de la vivienda, por ejemplo iluminación, portón automático, etc.)
- Funciones de automatismos domésticos (alarmas, controles por ejemplo el riego, etc.)
- Ventilación mecánica controlada cuando no sea de aplicación colectiva.

6.3-Iluminación en viviendas en Francia según la NF C 15-100

En cada local debe existir al menos un punto de iluminación alimentado por un circuito de iluminación

- a) en dormitorios, salas de estar, y cocinas el punto de iluminación debe ser colocado en el techo.
- b) en toilettes baños, circulaciones y los otros locales el punto de iluminación debe ser colocado o en el techo o en la pared. El número de **puntos de iluminación máximo es ocho**.

En viviendas de superficie superior a 35 m² el número de circuitos de iluminación debe ser **como mínimo de dos**.

6.4-Medida complementaria y contactos directos con ID de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA en Francia según la NF C 15-100


El Reglamento francés obliga a proteger todos los circuitos terminales de una vivienda por medio de ID de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA salvo aquellos circuitos alimentados por medio de un transformador de separación.

Para los circuitos exteriores que alimentan instalaciones y equipos no fijados al inmueble, la **NF C 15-100** obliga a emplear ID distintos a los empleados en los circuitos interiores.

La misma **NF C 15-100** establece qué cantidad de ID de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA como mínimo debe ser prevista en cada vivienda según sea su superficie. También establece el tipo de ID y la corriente asignada mínima de cada ID.

El número de ID a instalar tiene que ver con los circuitos generales ya que los circuitos dedicados o especializados deben tener protección diferencial específica.

Se debe observar que la **NF C 15-100** establece el uso obligatorio en ciertos circuitos, de interruptores

diferenciales tipo A, simbolizados por  que son aptos para detectar corrientes diferenciales senoidales puras y continuas pulsantes con una continua lisa de 6 mA.

Superficie de las viviendas	Suministros monofásicos de Potencia ≤ 18 kVA con o sin calefacción eléctrica
	Número, tipo y corriente asignada mínima I_n de los ID de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA
Superficie ≤ 35 m ²	1 de 2x25 A tipo AC y 1 de 2x40 A tipo A ⁽¹⁾
35 m ² < Superficie ≤ 100 m ²	2 de 2x40 A tipo AC y 1 de 2x40 A tipo A ⁽¹⁾
Superficie >100 m ²	3 de 2x40 A tipo AC ⁽²⁾ y 1 de 2x40 A tipo A ⁽¹⁾

(1) El ID de 40 A de tipo A está destinado a proteger fundamentalmente los circuitos siguientes dedicados

- el circuito dedicado a la cocina eléctrica
- el circuito dedicado al lavarropa
- y eventualmente dos circuitos no especializados, (iluminación o tomacorrientes)

Cuando este interruptor diferencial de tipo A tiene que proteger unos o dos circuitos especializados suplementarios, su corriente asignada debe ser igual a 63 A.

(2) Cuando la suma de las corrientes de los circuitos de calefacción y agua caliente eléctrica es tal que se superan los 8 kVA y los circuitos se colocan debajo de un mismo diferencial, se debe reemplazar el ID de 40 A de tipo AC por un ID de 63 A

La **NF C 15-100** establece los siguientes dispositivos de protección en función de la sección de los conductores.

Tipo de circuito	Sección mínima de los conductores mm ²	Corriente asignada máxima del dispositivo de protección en (A)	
	Cobre	Interruptor automático	Fusible
Iluminación, tomas comandados	1,5	16	10
Tomas de corriente de 16 A	1,5	16	no permitido
Circuitos con un máximo de 5 tomas, o	2,5	20	16
Circuitos con un máximo de 8 tomas,			
Circuitos especializados o dedicados con tomas de 16 A (lavarropa, secarropa, horno eléctrico)	2,5	20	16
Termotanque eléctrico no instantáneo	2,5	20	16
Cocina eléctrica			
Monofásica	6	32	32
Trifásica	2,5	20	16
Para otros circuitos, los mismos valores indicados en la tabla, más	4	25	20

En la **RAEA** no se permite el empleo de los fusibles en los circuitos terminales ni seccionales de las viviendas.

La **NF C 15-100** establece que los tomacorrientes sean con barrera de protección (obturador). La **RAEA** exige lo mismo para los tomas ubicados hasta 0,9 m de altura respecto al nivel del piso.

El tema de los contactos indirectos y la relación entre los diferenciales y la **Rpat**, en la **NF C 15-100** se trató antes.

6-ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE ESPAÑA

En España existe, como ya se dijo, un **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)**, del año 2002 que fue redactado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y aprobado mediante el Real Decreto 842/2002. Reemplazó al anterior **REBT** del año 1973. Este último había sido redactado por el Ministerio de Industria y Energía.

El REBT está formado por 29 artículos, con prescripciones de carácter general, y 51 Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) con prescripciones específicas.

El Artículo 29 de las prescripciones generales establece que “El centro directivo competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaborará y mantendrá actualizada una **Guía técnica**, de **carácter no vinculante**, para la aplicación práctica de las previsiones del presente Reglamento y sus **instrucciones técnicas complementarias**, la cual podrá establecer **aclaraciones** a conceptos de carácter general incluidos en este Reglamento.”

De esas muy útiles Guías Técnicas se han emitido a la fecha más de treinta.

En un rápido análisis del **REBT** se puede indicar que el mismo exige el empleo del ECT TT en los inmuebles alimentados desde la red pública de BT, igual que la **RAEA**.

En España no se exige un valor determinado de la **Rpat** en el ECT TT. Sólo se exige garantizar no superar la “tensión convencional límite de contacto” U_L y para eso da libertad al instalador.

En general se exige no superar el valor de $U_L=50\text{ V}$, salvo por ejemplo en las instalaciones de alumbrado exterior (incluyendo el alumbrado público) donde el **REBT** exige no superar $U_L=24\text{ V}$. En esas instalaciones el **REBT**, exige cuando se utiliza el ECT TT, el empleo de protección diferencial. Permite el ID de 300 mA si no se superan los $30\ \Omega$ de **Rpat**. Si se emplea protección diferencial de 500 mA se exige reducir la **Rpat** a $5\ \Omega$ o menos y si se emplea protección diferencial de 1 A (máximo permitido en esas instalaciones) se obliga a obtener una **Rpat** como máximo de $1\ \Omega$.

En España se seguía, en el **REBT** anterior, el criterio de los Grados de Electrificación, de los que se definían cuatro. Ese fue también el criterio que adoptó la **RAEA** tanto en la Reglamentación de 1984 como en la de 1987, y continuó empleando en el 2002 y en el 2006, sólo que en estas dos últimas versiones la **AEA** amplió el horizonte de los **GE** que tenían las anteriores **RAEA** y el anterior **REBT** español.

El **REBT** español de 1973 establecía el **grado de electrificación de las viviendas** indicando que “La carga por vivienda depende del grado de electrificación que quiera alcanzarse. A efectos de la previsión de carga por vivienda, se establecen los siguientes grados de electrificación:

Electrificación «Mínima»: Permite la utilización de alumbrado, lavadora sin calentador eléctrico de agua incorporado, nevera, plancha, radio, televisor y pequeños aparatos electrodomésticos. Previsión de demanda máxima total: 3.000 W.

Electrificación «Media»: Permite la utilización de alumbrado, cocina eléctrica, cualquier tipo de lavadora, calentador eléctrico de agua, nevera, radio, televisor y otros aparatos electrodomésticos. Previsión de demanda máxima total: 5.000 W.

Electrificación «Elevada»: Permite, además de la utilización de los aparatos correspondientes a la electrificación «Media», la instalación de un sistema de calefacción eléctrica y de acondicionamiento de aire. Previsión de demanda máxima total: 8.000 W y

Electrificación «Especial»: Es la que corresponde a aquellas viviendas dotadas de aparatos electrodomésticos en gran número o de potencias unitarias elevadas, o de un sistema de calefacción eléctrica y de acondicionamiento de aire de gran consumo. Previsión de demanda máxima total: a determinar en cada caso.”

Asimismo el **REBT** español de 1973 establecía que la determinación del grado de electrificación de las viviendas estaba a cargo del propietario del edificio de acuerdo con las utilizaciones mencionadas en los párrafos anteriores. Sin embargo, como mínimo, lo hacía depender de la superficie de la vivienda de acuerdo con la siguiente tabla:

Grados de Electrificación	Límites de aplicaciones (superficie máxima en m ²)
Mínima	80
Media	150
Elevada	200

Sin embargo, el nuevo **REBT** español del 2002 modificó en parte esta línea y ahora sólo reconoce dos Grados de Electrificación: el **básico** y el **elevado**.

Los define en su ITC-BT-10 de la siguiente manera:

“**Electrificación básica, (superficie $\leq 160\text{ m}^2$)** es la necesaria para la cobertura de las posibles necesidades de utilización primarias sin necesidad de obras posteriores de adecuación. Debe permitir la utilización de los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

Electrificación elevada, (superficie $> 160\text{ m}^2$) es la correspondiente a viviendas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la electrificación básica o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m^2 , o con cualquier combinación de los casos anteriores.”

Además agrega con relación a la “**Previsión de la Potencia**” que “El promotor, propietario o usuario del edificio fijará de acuerdo con la Empresa Suministradora la potencia a prever, la cual, para nuevas construcciones, no será inferior a 5.750 W a 230 V, en cada vivienda, independientemente de la potencia a contratar por cada usuario, que dependerá de la utilización que éste haga de la instalación eléctrica. En las viviendas con grado de electrificación elevada, la potencia a prever no será inferior a 9.200 W. En todos los casos, la potencia a prever se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida ésta por la intensidad asignada del interruptor general automático”.

Por otra parte el actual **REBT** establece con relación a las protecciones:

“**Protección general.**- Los circuitos de protección privados se ejecutarán según lo dispuesto en la ITC-BT-17 y constarán como mínimo de:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar con accionamiento manual, de intensidad nominal mínima de 25 A y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. El interruptor general es independiente del interruptor para el control de potencia (ICP) y no puede ser sustituido por éste.
- Uno o varios interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30 mA e intensidad asignada superior o igual que la del interruptor general. Cuando se usen interruptores diferenciales en serie, habrá que garantizar que todos los circuitos quedan protegidos frente a intensidades diferenciales-residuales de 30 mA como máximo, pudiéndose instalar otros diferenciales de intensidad superior a 30 mA en serie, siempre que se cumpla lo anterior.”

Por otro lado el REBT del 2002 establece con relación a los circuitos terminales (Derivaciones) lo siguiente:

“Derivaciones”

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos cada uno de ellos por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con una intensidad asignada según su aplicación e indicada en el apartado 3.

Electrificación básica: Circuitos independientes

C1 circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.

C2 circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.

C3 circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y horno.

C4 circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.

C5 circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina.

Electrificación elevada

Es el caso de viviendas con una previsión importante de aparatos electrodomésticos que obligue a instalar más de un circuito de cualquiera de los tipos descritos anteriormente, así como con previsión de sistemas de calefacción eléctrica, acondicionamiento de aire, automatización, gestión técnica de la energía y seguridad o con superficies útiles de las viviendas superiores a 160 m². En este caso se instalarán, además de los correspondientes a la electrificación básica, los siguientes circuitos:

C6 Circuito adicional del tipo C1, por cada 30 puntos de luz

C7 Circuito adicional del tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m².

C8 Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de calefacción eléctrica, cuando existe previsión de ésta.

C9 Circuito de distribución interna, destinado a la instalación aire acondicionado, cuando existe previsión de éste

C10 Circuito de distribución interna, destinado a la instalación de una secadora independiente

C11 Circuito de distribución interna, destinado a la alimentación del sistema de automatización, gestión técnica de la energía y de seguridad, cuando exista previsión de éste.

C12 Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4, cuando se prevean, o circuito adicional del tipo C5, cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

En la misma ITC N°25 donde el **REBT** fija la cantidad mínima de circuitos, se establecen la cantidad máxima de bocas (puntos) de iluminación y de tomas.

Así se establece un máximo de 30 puntos de iluminación por circuito de iluminación y 20 tomacorrientes por circuito de tomacorrientes.

Como se puede ver hay algunas similitudes con nuestra RAEA y marcadas diferencias.

7-ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE URUGUAY

Como se dijo en otra parte de este trabajo, el **Reglamento de Baja Tensión de Uruguay (RBTU)** ha sido desarrollado por la Empresa Distribuidora de Uruguay, **UTE**, que atiende a todo el país.

Por esa razón en el **RBTU** hay una gran vinculación entre lo que debe hacer el cliente y lo que **UTE** le exige o le permite, existiendo además importante vinculación con las “**Normas de Instalaciones**” también elaboradas por **UTE** en las que se dan los “típicos” de alimentación desde la red, como así también requisitos a tener en cuenta por los clientes.

En Uruguay la Distribución de Energía Eléctrica en Baja Tensión que realiza **UTE** a sus clientes la efectúa través de los siguientes tipos de suministros:

Desde el punto de vista del sistema de distribución los usuarios pueden recibir alimentación aislada de tierra (IT), o con neutro a tierra y distribuido (TN-C).

Las instalaciones de los usuarios serán IT cuando reciben:

- alimentación trifásica con neutro aislado (3x230 V) o
- alimentación monofásica con neutro aislado (2x230 V),

o serán TT cuando reciben

- alimentación trifásica con neutro a tierra (3x400/230 V) o
- alimentación monofásica con neutro a tierra (2x230 V).

El **RBTU** tiene, en ciertos temas similitudes con el **REBT** de **España** de 1973. Entre las similitudes aparece los grados de electrificación, que son tres en el **RBTU** como en el **REBT/72**.

Nivel (A) mínimo, 3,3 kW (monofásico)

Nivel (B) medio, 6,6 kW (monofásico)

Nivel (C) elevado, 8,8 kW (monofásico)

Nivel (D) especial, a determinar en cada caso, y en general con potencias superiores a las expresadas en los niveles anteriores.

Además existe un caso particular como son las llamadas **viviendas modestas**.

El **RBTU** fija la Cantidad de circuitos que como mínimo se deben instalar según cada GE, que como se ve son bastante más que los exigidos en la **RAEA**. Eso en parte es debido a que en Uruguay existe mucho equipamiento con resistencias eléctricas, como cocinas eléctricas y termotanques o calentadores de agua eléctricos, para los que se exigen circuitos dedicados o especializados:

En Electrificación Mínima:

- Uno o dos circuitos para tomacorriente en cocina.
- Un circuito para tomacorriente en baño.
- Un circuito para tomacorrientes de uso general.
- Un circuito destinado a puntos fijos de luz.
- Un circuito para calentador de agua.

En Electrificación Media.

- Dos circuitos para tomacorriente en cocina.
- Un circuito para tomacorriente en baño.
- Dos circuitos para tomacorrientes de uso general.
- Dos circuitos destinados a puntos fijos de luz.
- Un circuito para calentador de agua

En Electrificación Elevada.

Las mismas especificaciones de Electrificación Media más uno o dos circuitos de tomacorriente destinados a algún fin específico (cocina, microondas, lavavajillas, acondicionador de aire, etc.).

El **RBTU** establece al igual que la **RAEA** puntos mínimos de utilización según el Grado de Electrificación, pero en general el **RBTU** fija menos tomacorrientes y no toma en cuenta la superficie de las habitaciones.

Las **Viviendas Modestas son aquellas** viviendas unifamiliares que posean las siguientes características:

- instalación eléctrica aparente (a la vista).
- un máximo de un punto de luz y un tomacorriente por ambiente (excepto en la cocina, donde se autoriza hasta dos tomacorriente dependiendo de una única protección).
- una potencia solicitada de 2,2 kW
- con una superficie edificada no superior a los 55 mm².

En las instalaciones domiciliarias, sin importar el GE, es obligatorio el uso del interruptor diferencial de 30 mA incluyendo las instalaciones en viviendas modestas.

Los Colores que exige el **RBTU** son los siguientes:

- Fase R Rojo
- Fase S Blanco
- Fase T Marrón
- Neutro Azul claro
- Protección Bicolor Verde y amarillo

En el tratamiento de la protección contra los **Contactos Indirectos** en el **RBTU** se plantean algunas similitudes con la **RAEA** y otras cuestiones no aceptadas por la **RAEA**. Se dice en el **RBTU** que “En toda instalación se dispondrá uno de los siguientes sistemas de protección contra **contactos indirectos**:

a) Empleo de interruptores diferenciales.

Se deberá instalar un interruptor diferencial que proteja la instalación en su conjunto y que tendrá, para la corriente de defecto a tierra, una sensibilidad que dependerá del valor máximo de la resistencia obtenida de puesta a tierra. Esta resistencia, tendrá el menor valor posible, de modo que en caso de defecto las masas no adquieran potenciales que superen los 24 V en locales húmedos y 50 V en locales secos.

Cuando se utilicen interruptores diferenciales de 650 mA la resistencia de tierra no podrá superar los 37Ω ($0,650 \text{ A} \times 37 \Omega = 24 \text{ V}$, previendo locales húmedos). (En la **RAEA** se permiten $I_{\Delta n}$ 300 mA como máximo en viviendas para los circuitos seccionales).

En instalaciones domiciliarias será obligatorio el uso del interruptor diferencial de 30 mA, que constituye un elemento de seguridad importante para las personas contra accidentes por **fugas** a tierra.

En los casos de instalaciones existentes que no dispongan de puesta a tierra, los interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 10 o 30 mA según se trate de zonas húmedas o secas, podrán ser utilizados como dispositivos de protección, aunque esta disposición pueda disminuir el grado de protección, conseguido cuando se utiliza conjuntamente con la puesta a tierra de las masas. Por ello se insiste en la necesidad de una adecuada puesta a tierra. (Esta opción no es contemplada por la **RAEA** ya que el empleo del conductor de protección se considera cuestión fundamental de seguridad asociada a la utilización de ID).

b) Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por corriente de defecto.

Este sistema de protección es admitido exclusivamente cuando la corriente nominal del interruptor automático, sea como máximo de 6 A, debiendo cumplirse, además, que la resistencia de tierra medida desde el punto de conexión a tierra en los aparatos receptores será, como máximo, de 3,7 ohmios.” (Esta opción está taxativamente prohibida por la **RAEA**. Si se empleara un interruptor automático de Curva C dispararía con seguridad con 60 A. Pero ¿qué impedancia debe existir en el circuito de falla en el ECT TT para que circule una corriente de 60 A? Se requieren $3,7 \Omega$ pero de esos $3,7 \Omega$ ¿cuántos le deben corresponder a la resistencia de puesta a tierra de protección para que la caída de tensión en ella cuando circulan los 60 A no produzcan una tensión superior a 24 V?. Nada menos que $0,4 \Omega$ ($60 \text{ A} \times 0,4 \Omega = 24 \text{ V}$) valor difícilmente alcanzable y también muy difícil de mantener en el tiempo).

7-ANÁLISIS DEL REGLAMENTO DE ESTADOS UNIDOS

Como se dijo al comienzo de este trabajo, en ese país se aplica el **NEC** (National Electrical Code).

No tanto por la envergadura de ese Código-Reglamento (aproximadamente 840 páginas) sino por sus notables diferencias con las normas **IEC** y con nuestra **RAEA**, se hace imposible relatar en pocas líneas las pocas coincidencias y las muchas no coincidencias con su contenido.

En lo que sí coincide el **NEC** con la **IEC 60364** a grandes rasgos es en la división: en ambos cuerpos reglamentarios se dedican varias partes a establecer pautas técnicas generales sin estar limitadas por influencias externas y luego se ocupan, en partes especiales, a tratar instalaciones específicas o aplicaciones particulares.

No obstante lo dicho en cuanto a la imposibilidad de relatar en pocas líneas las pocas coincidencias y las muchas no coincidencias, hay algunos temas que merecen ser comentados.

En ninguna parte del **NEC** se mencionan los **esquemas de conexión a tierra** tal como los conocemos (TT, TN, IT); no se menciona al “**conductor de protección**” en esos términos y no se estableció sigla o acrónimo para identificarlo (como el conocido **PE**) y al conductor de protección se lo llama “**Equipment Grounding Conductor (EGC)**” o **Conductor de Puesta a Tierra de los Equipos**.”

En el **NEC**, **no se permiten** los ECT que conocemos como **TT**, y se exige los que conocemos como ECT **TN-S**. Se obliga además a cada usuario a efectuar la instalación de un electrodo de puesta a tierra en la acometida, conectado al Neutro de la alimentación si existe o al “**conductor del sistema puesto a tierra**”, como se define en el **NEC**, ya que por los diferentes esquemas de distribución adoptados no siempre se tiene un Neutro pero sí “un conductor del sistema puesto a tierra”.

A ese electrodo de puesta a tierra que se obliga a conectar en la acometida se le exige una **Rpat** no mayor a 25 Ω pero ese valor no tiene ninguna relación con la **Rpat** de protección exigida en la **RAEA**, ya que en el caso de nuestras instalaciones que reciben en BT desde la red pública se exige un ECT TT, con lo cual el electrodo de puesta a tierra de protección que los usuarios de nuestro país deben instalar en su inmueble participa del circuito de falla (de aislación) y la **Rpat de protección** participa como un actor fundamental en dicho lazo.

No se hace mención en el **NEC** a los contactos directos ni a los contactos indirectos tal como se maneja en el mundo **IEC**.

Se permite emplear a las canalizaciones como conductor de protección, situación totalmente prohibida por la **RAEA**.

No se emplea el concepto de Interruptor Diferencial ni el de Interruptor Diferencial Residual, ni de Interruptor Automático Diferencial.

Cuando en el **NEC** se habla de las protecciones diferenciales allí se distinguen los siguientes tipos:

- **Ground-Fault Circuit Interrupter (GFCI)** o “Interruptores de Circuito contra Falla a Tierra”. Y se lo define “como dispositivo proyectado para la protección de las personas (*contacto directo*), que funciona cortando el paso de corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un determinado periodo de tiempo, cuando la corriente a tierra supera el valor establecido para el dispositivo Clase A. El **GFCI** clase A dispara cuando la corriente a tierra tiene un valor de 4 a 6 mA, siendo la calibración de $5 \text{ mA} \pm 1$ ”.
- **Appliance-leakage circuit interrupters (ALCI)** o “Interruptores de circuito contra fugas en electrodomésticos y similares”.
- **Immersion-detector circuit interrupters (IDCI)** o “Interruptores de circuito con detector de inmersión”.
- **Ground-fault protection of equipment (GFPE)** o “Protección de equipos contra faltas a tierra”. Y se lo define “como sistema proyectado para proteger a los equipos contra corrientes peligrosas debidas a fallas de fase a tierra. La protección de los equipos contra fallas a tierra debe emplearse cuando la alimentación tiene un conductor sólidamente puesto a tierra con una tensión a tierra superior a 150 V pero sin superar los 600 V entre fases para cada dispositivo de desconexión de la acometida que deberán ser de 1.000 A o más”.

Se exige que una cierta cantidad de tomacorrientes ubicados en lugares preestablecidos del interior y del exterior de la vivienda incorporen protección diferencial (**GFCI**) de 5 mA.

Los Interruptores diferenciales empleados en EEUU (**GFCI**) deben cumplir con la Norma UL 843 “Standard for Ground-Fault Circuit Interrupters”.

En el **NEC** no se aclara la razón del valor de la baja corriente diferencial requerida a los ID, pero puede suponerse con lógica que se debe a que, como los circuitos en muchos casos trabajan con 110 o 120 V, la resistencia del cuerpo de un ser humano con esa tensión no logra hacer circular una corriente por el cuerpo para lograr el disparo de un ID de 30 mA como los que empleamos en nuestro país.

En efecto; en nuestro país y en todos aquellos lugares del mundo donde se exige cumplir con las normas IEC de producto, o con las normas locales derivadas de la IEC, se emplean protecciones diferenciales que cumplen entre otras con las Normas IEC 61008 e IEC 61009.

En estas normas IEC se indica que los ID de $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ deben disparar en un tiempo muy corto (menos de 40 ms) cuando son recorridos por 150 mA ($5xI_{\Delta n}$).

Un cuerpo humano, de resistencia promedio, sometido a 120 V entre mano derecha y mano izquierda, con piel seca y con superficie de contacto importante (aproximadamente 10000 mm^2) presenta una resistencia del orden de 1600Ω , según IEC 60479-1. Si este cuerpo, con esta resistencia, es sometido a 120 V sería recorrido por 75 mA, valor insuficiente para lograr el disparo (en los tiempos requeridos) del ID que responde a IEC 61008 por lo que se requiere en estos casos reducir la corriente diferencial asignada.

Un ID con $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$ cumpliría ese cometido.

Estos razonamientos podrían ser aplicados en Brasil donde se trabaja en muchos lugares con 110 o 120 V, sin embargo allí se exige el ID con $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$.

Finalmente se puede agregar un comentario más de instalaciones con diferencias visibles con relación a nuestra **RAEA** y a la **Norma IEC 60364**. *Tanto la RAEA como la Norma IEC 60364 prescriben que en las piletas de natación y fuentes ornamentales los equipos eléctricos sumergidos (por ejemplo las luminarias) deben alimentarse con MBTS de como máximo 12 VCA (obtenidos a través de un transformador de seguridad que cumpla con la norma IEC 61558-2-6) o 30 VCC con una seguridad equivalente. No se permite en esos casos alimentación con una tensión superior ni con tensión de red, aunque se proteja con ID ya que está prohibido en esos casos la protección por “corte automático de la alimentación” debido a la baja impedancia del cuerpo sumergido.*

Sin embargo el **NEC** autoriza para los equipos sumergidos (por ejemplo, luminarias), alimentación con menos de **15 V CA** obtenidos desde un transformador certificado por U_L como apto para piscinas, o **alimentación con tensión de hasta 150 V** con relación a tierra con protección mediante **GFCI**, situación totalmente prohibida por **IEC 60364-7-702** y por lo expresado en la Sección **771** de la **RAEA**.

8-ANÁLISIS DE TEMAS VARIOS

En todos los países que realizan sus instalaciones siguiendo a **IEC 60364** o **HD 384**, se ha adoptado una tensión convencional límite de contacto para ambientes secos y húmedos de 50 VCA o 120 VCC, y 25 VCA o 60 VCC para ambientes mojados.

En ese terreno nuestro país es una excepción pues adoptó 24 V para lugares secos, húmedos y mojados.

Son varios los países que ya no permiten los interruptores diferenciales tipo AC, si bien pareciera que por ahora son minoría (*los AC, sensibles sólo a corrientes diferenciales senoidales puras, son permitidos por la RAEA*). A continuación se ofrece una lista de alguno de ellos:

- En Dinamarca no se permiten los ID AC para la protección contra los contactos indirectos;
- En Suiza sólo se permiten los ID A y B;
- En Finlandia solo se permiten ID A o B;
- En Noruega no se permiten los ID AC;
- En Nueva Zelanda solo se permiten ID A;

En Francia al neutro puesto a tierra, no se lo considera con potencial cero, por lo que se obliga a seccionar el neutro en los interruptores principales de las instalaciones trifásicas con neutro, tal como se exige también en nuestra **RAEA**, en la que también se exige seccionar el neutro en los dispositivos de entrada de los tableros seccionales alimentados en forma trifásica con neutro.

El seccionamiento del Neutro en los interruptores principales no está exigido en varios países.

En Noruega al Neutro puesto a tierra no se lo considera con potencial cero.

En Italia y Francia no se permite los dispositivos por sobrecorriente para la protección contra contactos indirectos en el ECT TT. En ese punto la Norma IEC 60364 da ciertas libertades al instalador para decidir, pero "aconseja tener en cuenta que es muy difícil obtener muy bajos valores de la R_{pat} de protección y luego mantener dichos valores en el tiempo".

Por esa razón, por lo visto, la **RAEA solo permite** (con total sabiduría) en esos casos (protección contra contactos indirectos y ECT TT) **protección diferencial**.

En Bélgica se permite emplear en las viviendas (y en lugares bajo supervisión de BA1), aparte de los circuitos donde Bélgica exige 30 mA, ID de 300 mA siempre que la R_{pat} sea $\leq 30 \Omega$. Si en cambio, la R_{pat} que se obtiene está comprendida entre 30 y 100 Ω , se exige ID ≤ 100 mA. No se permiten $R_{pat} > 100 \Omega$.

En Holanda en el ECT TT se exige una R_{pat} lo más baja que se pueda lograr pero nunca superior a 167 Ω .

9-CONCLUSIONES

Este trabajo a pesar de haber efectuado una recorrida por varios Reglamentos de América y de Europa, es apenas un bosquejo de lo que ocurre en el mundo alrededor de las instalaciones y sus Reglamentaciones.

Por un lado se ha querido mostrar a través de qué tipo de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales se desarrollan estos Reglamentos, Códigos y Normas.

Por otro lado se muestran las distintas exigencias que se manejan en las instalaciones y particularmente en el ámbito de las viviendas entre los diferentes países, sin que haya una correlación visible entre el grado de desarrollo de cada país y la calidad o exigencias de las prescripciones.

Y finalmente pone en evidencia que la Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina está a la altura de las más avanzadas.

Bibliografía

Reglamentación AEA 90364/2006 "Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles";

Reglamentación AEA 90364/2002 "Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles";

Reglamentación AEA/1987 "Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles";

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de España, edición 2002;

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de España, edición 1973;

Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 y sus DR 351/79 y 911/96;

Norma IEC 60364, "Low-voltage electrical installations", todas sus partes;
Norma Francesa NF C 15-100 "Installations électriques à basse tension";
HD 384 "Electrical installations of buildings".
NFPA 70 National Electrical Code (NEC)
Norma Brasileira ABNT NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão - Electrical installations of buildings - Low voltage;
Reglamento de Baja Tensión (UTE Uruguay);
NCh Elec. 4 "Instalaciones de Consumo en Baja Tensión" S.E.C;
"Código Eléctrico Nacional" Norma Venezolana FONDONORMA 200: 2004;
NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas, Secretaría de Energía;
Norma CEI 64-8, Italia Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
IEE Wiring Regulations 2008 o BS 7671, Gran Bretaña;
Norma VDE 100 Alemania.