

---

# LA NORMALIZACIÓN EN LATINOAMÉRICA EN MATERIA DE LA COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Tremola<sup>1</sup> Ciro, Azpúrua<sup>1</sup> Marco, Páez<sup>1</sup> Eduardo, Rodríguez<sup>1</sup> Luis,  
Sánchez<sup>1</sup> Yuande y Moruga<sup>2</sup> Gabriel

<sup>1</sup> Laboratorio de Electromagnetismo Aplicado, Fundación Instituto  
de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico (FIIIDT),  
Caracas.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Buenos Aires, Argentina.  
ctremola@fii.gob.ve

## Resumen

En los últimos 30 años la Compatibilidad Electromagnética (CEM) se ha establecido como una de las disciplinas de ingeniería más importantes en el diseño y construcción de dispositivos y sistemas eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones. En tal sentido, regulaciones y normas nacionales e internacionales fijan los lineamientos sobre los límites de las emisiones, niveles de inmunidad, técnicas y requerimientos de los laboratorios de ensayos de CEM al que deben cumplir tales dispositivos. En la última década, la necesidad de realizar adopciones nacionales de las normas de CEM ha permeado hasta Latinoamérica, principalmente en aquellos países con un mayor desarrollo industrial en materia automotriz, aeroespacial y de manufactura de equipos de tecnologías de la información y de telecomunicaciones. El presente trabajo aporta una revisión sobre el estado de la normalización en materia de CEM en cuatro países latinoamericanos (Argentina, Brasil, México y Venezuela) y su contribución para el desarrollo tecnológico de dichas naciones. La tendencia en Latinoamérica ha sido la adopción de normas internacionales para integrarse mejor al mercado mundial. Asimismo, ha sido posible evidenciar cómo las familias de producto que han sido abordadas hasta los momentos en estos países tienen relación con sus principales mercados de exportación (electromédicos, tecnologías de la información y electrodomésticos). Finalmente, la normalización en materia de CEM en Latinoamérica tiene aún un largo camino por recorrer, en donde el aumento de la cartera de normas y la actualización periódica de las normas adoptadas requiere del trabajo conjunto de la industria, sector gubernamental y sector científico-tecnológico.

**Palabras clave:** compatibilidad electromagnética, electricidad y electrónica, normalización.

## Introducción

Latinoamérica incluye veinte países dentro de los cuales se encuentran algunas de las economías más extensas y de mayor crecimiento económico del continente. La economía de América Latina a precios de mercado es la tercera más grande y más poderosa del mundo, con 6.06 billones de dólares (Banco Mundial 2010). Según la Comisión Económica para América Latina y otros estudios (CEPAL) (IDB y CEPAL, 2000) la economía de América Latina ha mantenido un crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) por año de alrededor del 5%, acompañado de una mayor apertura y de la expansión del sector industrial, de construcción y de servicios, un gran aumento en las exportaciones y el consumo interno (sólo las exportaciones a China aumentaron un 50% entre 2009 y 2010), entre otras cosas. Esto no sólo debido al aumento de la población (de 15% en 10 años), sino también debido al aumento en el precio mundial de materias primas y de políticas claras hacia la industrialización y la integración económica.

Aunque esta región se ha caracterizado por ser un importante exportador de materias primas (petróleo, agricultura, minerales, etc), en los últimos 30 años, ha estado experimentando un aumento significativo de sus exportaciones en el comercio mundial de alta tecnología (hardware y software, farmacéutica, telecomunicaciones y aeroespacial). Gracias a la contribución de las principales economías de la región, como Argentina, Brasil y México, América Latina experimentó un aumento de más del 40% en las exportaciones

de tecnología en los años 90. Si sólo son considerados los productos de alta tecnología, como los formados por equipos de oficina, informática y telecomunicaciones, los receptores de televisión, transistores, turbinas, equipos de generación de energía, productos farmacéuticos, equipos aeroespaciales, instrumentos de medición y equipos ópticos, los países en desarrollo de América Latina han experimentado entre 1980 y 1995 el mayor porcentaje anual de crecimiento de las exportaciones de estos productos en comparación con el resto de los países en desarrollo (Soto, 2001). México, Brasil y Costa Rica son los países de la región con mayores exportaciones de alta tecnología, con más del 80% del mercado de exportaciones de América Latina para este sector.

El crecimiento industrial y el aumento de las exportaciones de productos de tecnología han impulsado la creación de instituciones especializadas y laboratorios competentes que presten asistencia técnica a la industria en: los aspectos regulatorios del mercado, evaluación de productos, control de los procesos de producción y certificación bajo las normas de seguridad y calidad, entre otros, con el objetivo principal de preservar la calidad y la seguridad de los consumidores, aumentar la competitividad de sus productos y garantizar su mayor participación en los mercados internacionales.

En tal sentido, una de las áreas de certificación de dispositivos eléctricos y/o electrónicos que ha sido cada vez más reconocida y desarrollada en los mercados internacionales es la Compatibilidad Electromagnética

(CEM). La CEM es la capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para funcionar satisfactoriamente en su entorno electromagnético sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para los demás dispositivos, equipos y sistemas de ese entorno (Paul, 2006). Con el desarrollo de las telecomunicaciones y la electrónica, este entorno es cada vez más complejo y exigente. Por lo tanto, la compatibilidad electromagnética se convierte en una disciplina de la seguridad y la calidad en la que el fabricante diseña y construye sus productos lo suficientemente robustos como para tolerar la interferencia provocada por campos electromagnéticos sin sufrir una degradación inaceptable del desempeño y que a su vez, el equipo en cuestión no afecte a otros equipos electrónicos, dispositivos, sistemas y subsistemas, que operan en el mismo entorno previsto, con las emisiones electromagnéticas [Rodríguez *et al.*, (2008)].

La importancia de la compatibilidad electromagnética en los mercados internacionales es evidente en las normativas de la Comunidad Europea, de los países de América del Norte (EE. UU. y Canadá), y de Asia. La Directiva 2004/108/CE en vigor desde 2007, que se aplica en los 27 estados miembros de la Comunidad Europea, el Título 47 de la sección 15 de las Regulaciones de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) implementado desde 1975 en los Estados Unidos y la ley DENAM en Japón administrada por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria desde 2001.

En América Latina, la CEM se presenta

como un tema tratado de manera diferente entre los países, debido a las realidades específicas del desarrollo industrial y tecnológico de cada uno de ellos. En la mayoría de los casos, han seguido las directrices internacionales promovidas por las empresas manufactureras privadas y los servicios que se necesitan para cumplir los requisitos normativos en los mercados internacionales, y en otros casos ha sido una iniciativa del gobierno. Este estudio pretende conocer la relación entre el desarrollo industrial, el nivel tecnológico y la situación normalizadora del campo de CEM en América Latina a través de una descripción de la situación actual de las regulaciones de cada país, a fin de establecer un análisis comparativo que se relaciona con el crecimiento económico y el desarrollo de la CEM. Para lograr este propósito, se presentan datos comparativos entre los cuatro países con mayor PIB de la región (Argentina, Brasil, México y Venezuela).

### **Normalización internacional en CEM**

Existen múltiples organismos internacionales creados para estandarizar, entre otros aspectos, la compatibilidad electromagnética. Los más importantes son: la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI).

La FCC es una agencia estatal a cargo del Congreso de Estados Unidos, que dicta las normas en el campo de las telecomunicaciones (radio, televisión, wireless, satélite y cable). En cuanto a CEM, la FCC aprobó el Título 47 del Código de Regulaciones Federales. En su apartado 15, cubre las normas específicas

para las emisiones electromagnéticas de los dispositivos de radiofrecuencia, incluyendo transmisores intencionales (teléfonos celulares) y no intencionales (computadoras y televisores), y, su apartado 18 aplica a equipos que operan en la banda no licenciada destinada al uso industrial, científico y médico (Paul, 2006).

Asimismo, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) es la organización internacional normalizadora más importante en el campo de las tecnologías eléctricas y afines. Fue fundada en 1904 en los Estados Unidos y desde 1948 tiene su sede en Ginebra, Suiza. El trabajo de la IEC se lleva a cabo en los comités técnicos. Las normas de CEM son desarrolladas por el comité técnico 77 (TC 77) y por el comité especial CISPR (Comité Internacional Especial de Perturbaciones Radioeléctricas) (CISPR, 2008). Las normas CEM pertenecen a la serie IEC 61000-X, donde X representa: “1” - Aplicación y definiciones, “2” - los niveles de Medio Ambiente y de compatibilidad, “3” - los límites de las perturbaciones, “4” - Técnicas de ensayo y medición, “5” - guías de instalación y de mitigación, “6” - normas genéricas. Una lista detallada de la directiva de la IEC en CEM está disponible en [Balcells *et al.*, (1992)].

Por último, pero no menos importante, se encuentra el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), que es una organización para la estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de red). En el campo de CEM, este organismo trabaja en la estandarización de las directivas

armonizadas de la Comunidad Europea, tales como la Directiva 2004/108/CE. La ETSI ha desarrollado las normas técnicas sobre el tema de la compatibilidad electromagnética y asuntos del espectro radioeléctrico con el código 301489-X para equipos de radio y servicios, de la Parte 1 a 32. Estas normas se refieren a los límites y las condiciones de prueba para equipos de telecomunicaciones portátiles, móviles y fijas.

### **Regulación y normalización en CEM dentro de Latinoamérica**

El entorno normativo es completamente diferente en cada uno de los países estudiados. Las normas de CEM adoptadas en los países estudiados de Latinoamérica pueden ser consultadas en las Tablas 1 y 2.

En este sentido, el Gobierno argentino a través de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) tiene una resolución sobre la certificación de equipos eléctricos en CEM, a través del IRAM 4220-1-2 (IRAM, 2003). La ANMAT exige que los laboratorios de certificación deban ser aprobados por el Organismo Argentino de Acreditación (OAA). Es importante destacar que esta resolución es de cumplimiento no obligatorio.

En Brasil, la situación es diferente, ya que las normas de CEM son hechas por la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT), que adopta las normas internacionales de ensayos de CEM para su uso en la certificación obligatoria de productos. Para regular la certificación de equipos de telecomunicaciones, existe la resolución Nº 442 de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) (ANATEL, 2006), que está en vigor

desde 2006. Esta menciona los límites y criterios de evaluación que aplicables a equipos de telecomunicaciones, tomando como referencia las normas básicas de compatibilidad electromagnética del IEC y del Comité CISPR.

En el ámbito normativo, México es una referencia en la región, a través de sus diferentes instituciones involucradas

en la adopción y adaptación de las normas internacionales a las necesidades tecnológicas del país. México cuenta con dos organizaciones de normalización importante, ANCE (Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico) y NYCE (Normalización y Certificación Electrónica A.C.).

**Tabla 1. Correspondencia entre las normas básicas internacionales de CEM y las normas básicas nacionales de CEM en América Latina**

<b>NORMA INTERNACIONAL</b>	<b>ARGENTINA IRAM</b>	<b>BRASIL ABNT</b>	<b>MÉXICO ANCE [18]</b>	<b>VENEZUELA FONDONORMA</b>
IEC 61000-2-2	-	-	NMX-J-550/2-2-ANCE-2005	-
IEC 61000-3-2	2491-3-2	-	NMX-J-550/3-2-ANCE-2004	4003:11
IEC 61000-3-3	2491-3-3	-	NMX-J-550/3-3-ANCE-2004	4005:11
IEC 61000-3-4	-	-	NMX-J-550/3-4-ANCE-2004	-
IEC 61000-3-5	2491-3-5	-	-	-
IEC 61000-3-11	2491-3-11	-	NMX-J-550/3-11-ANCE-2004	-
IEC 61000-4-2	2491-4-2	-	NMX-J-550/4-2-ANCE-2005	NTF 3984:2010
IEC 61000-4-3	2491-4-3	-	-	NTF 3985:2010
IEC 61000-4-4	2491-4-4	-	NMX-J-550/4-4-ANCE-2005	NTF 3948:2008
IEC 61000-4-5	2491-4-5	-	NMX-J-550/4-5-ANCE-2006	NTF 3986:2010
IEC 61000-4-6	2491-4-6	-	NMX-J-579/4-6-ANCE-2006	NTF 3950:2008
IEC 61000-4-7	-	-	NMX-J-550/4-7-ANCE-2005	-
IEC 61000-4-8	-	-	NMX-J-579/4-8-ANCE-2006	NTF 3965:2009
IEC 61000-4-9	-	-	NMX-J-579/4-9-ANCE-2006	-
IEC 61000-4-11	2491-4-11	-	NMX-J-550/4-11-ANCE-2006	NTF 3949:2008

IEC 61000-4-12	-	-	NMX-J-550/4-12-ANCE-2006	-
IEC 61000-4-13	-	-	NMX-J-550/4-13-ANCE-2005	-
IEC 61000-4-15	-	-	NMX-J-550/4-15-ANCE-2005	-
IEC 61000-4-30	2491-4-30	ABNT NBR IEC 61000-4-30:2011	-	-

Actualmente en México tienen un conjunto de más de 25 normas de carácter no obligatorio de CEM aplicables a diferentes sectores industriales [Molina *et al.*, (2007)]. A finales de 2009 se aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-121-SCT1-2009 de obligatorio cumplimiento, que incluye la CEM en

el sector de las telecomunicaciones. Con el acuerdo de libre comercio actual entre los Estados Unidos, Canadá y México, este sería el primer estándar que se considera bajo el acuerdo de libre comercio (Molina y Gracia, 2010).

**Tabla 2. Correspondencia entre las normas de producto internacionales de CEM y las normas de producto nacionales de CEM en América Latina**

NORMA INTERNACIONAL	ARGENTINA IRAM	BRASIL ABNT	MÉXICO ANCE	VENEZUELA FONDONORMA
60601-1-2	IRAM 4220-1-2	ABNT NBR IEC 60601-1-2:2010	-	NTF 3968:2009
CISPR 11	-	-	NMX-I-002-NYCE-2005	NTF 3997-2011
CISPR 12	-	-	NMX-I-093-NYCE-2005	-
CISPR 13	IRAM IEC CISPR 13	-	NMX-I-135-NYCE-2004	-
CISPR 14-1	IRAM IEC CISPR 14-1	-	NMX-I-171-NYCE-2004	-
CISPR 14-2	IRAM IEC CISPR 14-2	-	NMX-J-550/14-2-ANCE-2008	-
CISPR 16-1	-	-	NMX-I-175/01-NYCE-2003	-
CISPR 16-2	-	-	NMX-I-175/02-NYCE-2003	-

CISPR 19	-	-	NMX-I-200-NYCE-2003	-
CISPR 20	IRAM IEC CISPR 20	-	-	-
CISPR 22	-	-	NMX-I-240-NYCE-2000	NTF 3998-2011
CISPR 24	-	-	-	11-4-023
ISO 13766	-	ABNT NBR ISO 13766:2007	-	-
ISO 11452-1	-	ABNT NBR ISO 11452-1:2011	-	-
ISO 11452-2	-	ABNT NBR ISO 11452-2:2006	-	-
ISO 11451-1	-	ABNT NBR ISO 11451-1:2006	-	-
ISO 11451-2	-	ABNT NBR ISO 11451-2:2006	-	-
ISO 11451-3	-	ABNT NBR ISO 11451-3:2006	-	-

Finalmente, en Venezuela desde el año 2008, la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), el Instituto de Ingeniería (FIIIDT) y el Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Telecomunicaciones (CENDIT) han promovido la adopción de las normas de compatibilidad electromagnética aplicada al sector de las telecomunicaciones, a través del Subcomité Técnico de Telecomunicaciones (SC-04) que pertenecen al Comité de Electricidad (CODELECTRA), y las normas adoptadas han sido publicados por el Fondo para la Normalización y Certificación de

Calidad (FONDONORMA). El SC-04 ha adoptado varias normas básicas de CEM y de familias de productos, convirtiéndose en el subcomité de mayor actividad y productividad de CODELECTRA. No obstante, dentro del proceso de homologación de productos de telecomunicaciones en Venezuela, aún no existen requisitos explícitos relacionados con la certificación de conformidad en CEM y por lo tanto, esto no constituye una exigencia de CONATEL para los dispositivos, sistemas y subsistemas de telecomunicaciones.

## Agradecimiento

Para la realización de esta publicación, los autores contaron con el apoyo de Francisco Sepúlveda de SI-CEM de México, Rodrigo Jiménez López de ANCE, Victoria Molina-López de CENAM, Benjamim Galvão y la empresa ETS-Lindgren por la información proporcionada.

## Conclusiones

Este artículo ha mostrado brevemente la situación actual de América Latina desde el punto de vista de la economía y del comercio, así como el estado actual de la compatibilidad electromagnética en la región, desde la perspectiva normativa y regulatoria. Se ha observado en los casos descritos que si bien, el desarrollo de un sector industrial tecnológico es el motor principal de la CEM, sólo una política de exportación integrada con las normas estatales, unido a las demandas del mercado internacional, permite el desarrollo de la CEM vinculada con la participación de todos los sectores que interactúan en el plano técnico (servicios, industrial, académico).

La tendencia en América Latina en relación a la normalización en materia de CEM ha sido la adopción de normas internacionales de la IEC y del CISPR. En el momento en que este estudio se llevó a cabo, Argentina contaba con 16 normas nacionales relativas a CEM, mientras que Brasil tenía 8, México 25 y Venezuela 13. Cabe destacar que sólo México y Brasil cuentan con regulaciones obligatorias en materia de telecomunicaciones, que requieren la evaluación de las normas básicas de CEM para la certificación de sus

productos y/o para garantizar el uso adecuado de espectro radioeléctrico, lo cual puede estar relacionado a una mayor explotación y penetración de servicios de telecomunicaciones en esos países.

La gran diferencia en los aspectos regulatorios de la CEM en cada país analizado denota una falta de políticas coherentes en relación con el cumplimiento de los requisitos de CEM dentro de la región de América Latina. Los gobiernos nacionales y las organizaciones de comercio y de integración de la región (por ejemplo: MERCOSUR, CAN, ALBA, TLC) deben promover y unificar la regulación del mercado en relación a la compatibilidad electromagnética con el fin de elevar la calidad de los productos y garantizar la protección de los consumidores de América Latina. Esto debe ser logrado mediante el apoyo a las instituciones de normalización, de control de la calidad y de los laboratorios de certificación debidamente Integrados.

## Referencias Bibliográficas

IDB. (2000). Development beyond economy: Social and Economic progress in Latin America. — Report 2000. Washington, DC: Inter-american-Development-Bank.

IDB. (1998/9). Latin America deal with inequality: Economic and Social Progress in Latin America —Report 1998/9. Washington, DC: Inter-american-Development-Bank.

CEPAL. (2000). Equity, development and citizenship. México, 3-7 April, Twenty-Eighth Session.

De Soto, H. (2001). Competitividad: el motor del crecimiento. IDB.



- Paul, C. (2006). Introduction to Electromagnetic Compatibility. Wiley-Interscience. Segunda edición. 49–89.
- Rodríguez, L.; Tremola, C.; Páez, E. (2008). Creación del laboratorio de Compatibilidad Electromagnética (CEM) y Determinación de Parámetros de Antena (APM) para el Instituto de Ingeniera (FII). Revista Espacios. vol. 29 (3).
- CISPR 16: (2008). Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity - Conducted disturbance measurements, CISPR Standard 16.
- Balcells, J.; Daura, F.; Esparza, R.; Pallás, R. (1992). Interferencias Electromagnéticas en sistemas electrónicos. Series MUNDO ELECTRÓNICO, Marcombo. 333–343.
- IRAM 4220. (2003). Aparatos electromédicos. Parte 1: Exigencias generales de seguridad. Sección 2: Norma colateral: Compatibilidad electromagnética. Requisitos y ensayos, IRAM standad 4220. 2003.
- Resolución Nª442 (July 2006). “Regulamento para a Certificação de Equipamentos de Telecomunicações quanto aos Aspectos de Compatibilidade Eletromagnética”. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES.
- Molina, V.; García Ruiz, I; Sepúlveda, F.; Ávila Jiménez, D.; Jiménez López, R.; Martínez, E. (2007). Perspectivas del desarrollo de las normas para la implantación de la CEM en México”. Proceedings of the National Meeting of Electrical Metrology, ENME-2007. Querétaro, Qro. México.
- Molina, V.; García Ruiz, I. (2010). Desarrollo de los sistemas de medición para la evaluación de la conformidad con la NOM-121-SCT1-2009. Symposium of Metrology 2010. Querétaro, Qro. México.