



NUEVA NORMA IEEE C95.1-2005 **NORMA DE SEGURIDAD RF**



C-K. Chou, Ph.D.

IEEE International Committee on Electromagnetic Safety
Technical Committee 95, Subcommittee 4
New York, New York, USA.





Historia de la IEEE sobre normas de seguridad en RF

1960: USASI C95 Establecimiento del Proyecto y comité de Riesgos de Radiación

1966: ANSI C95.1-1966

➤ 10 mW/cm² (10 MHz to 100 GHz)

➤ Basado en un simple modelo térmico

1974: ANSI C95.1-1974 (límites para E² y H²)

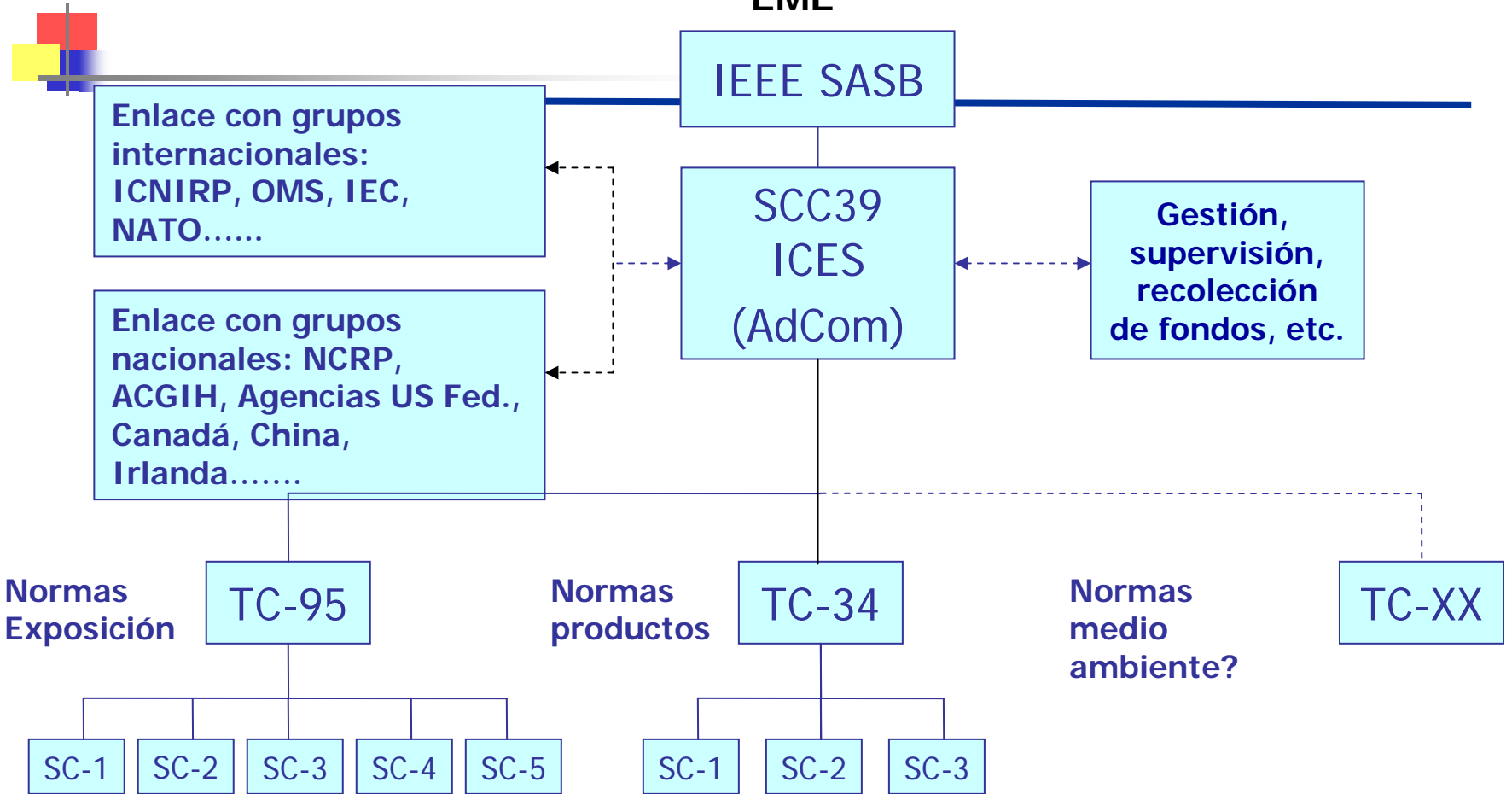
1982: ANSI C95.1-1982 (dosimetría incorporada)

1991: IEEE C95.1-1991 (dos etapas)

2006: IEEE C95.1-2005 publicada el 19 de abril de 2006 (revisión integral, 258 páginas, 1143 ref.)

ICES como el punto focal en el programa mundial para Normas de Seguridad

EME



- SC-1: Medidas y cálculos
- SC-2: Señales de advertencia/
Comunicaciones en riesgo
- SC-3: 0-3 kHz
- SC-4: 3 kHz - 300 GHz

- SC-1: Radar marítimo
- SC-2: Teléfonos inalámbricos
- SC-3: RF-telas de protección

Lima, Perú
9 de junio de 2006
SC 5 FEEDS



Comité Internacional sobre Seguridad Electromagnética

TC95 Subcomité 4:

132 miembros, 42% de fuera de EEUU representando los siguientes 23 países:

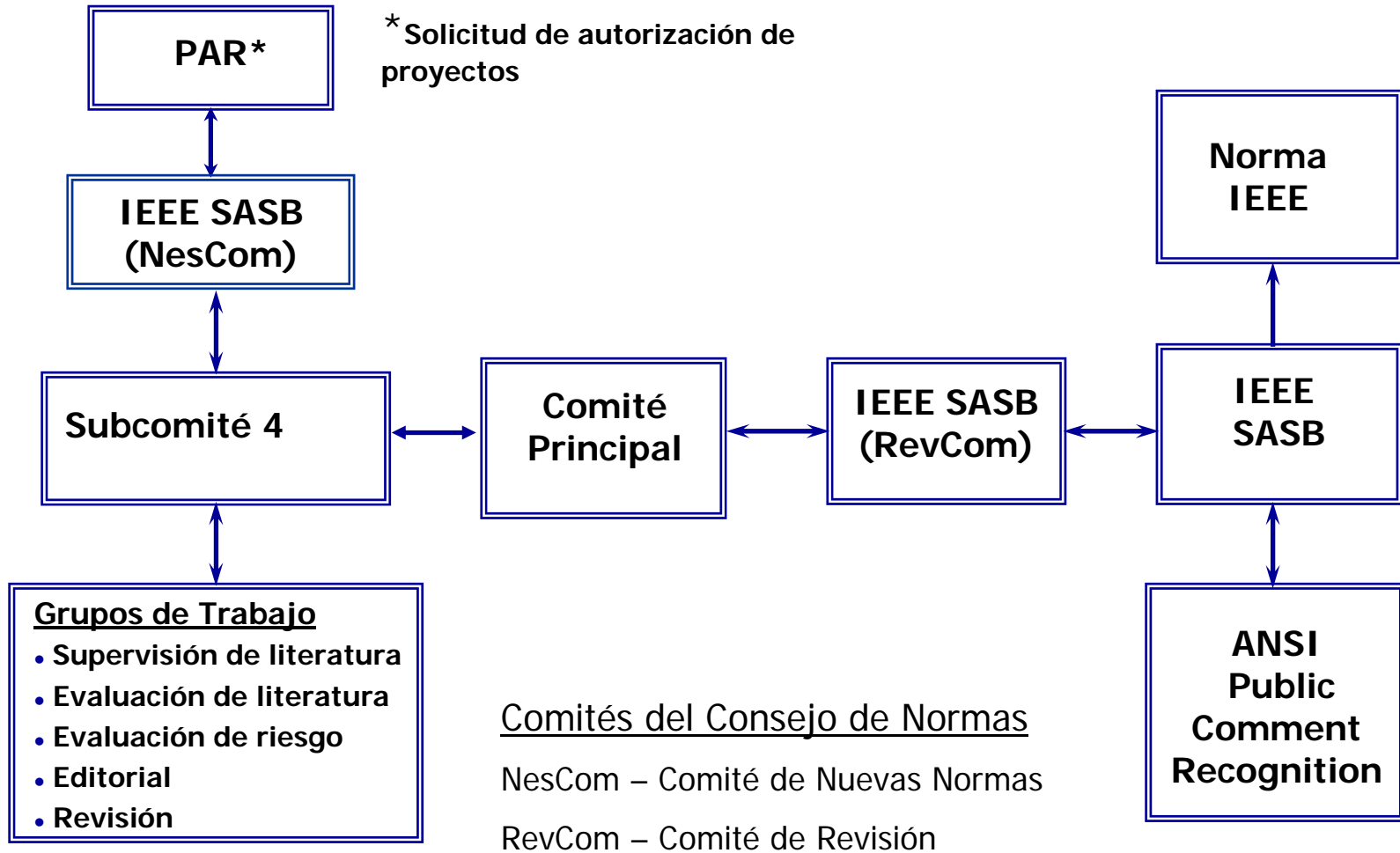
Australia	4	Italia	3
Bulgaria	2	Japón	3
Canadá	4	Corea	2
China	3	Países Bajos	2
Finlandia	3	Nueva Zelanda	1
Francia	1	Polonia	2
Alemania	1	Eslovenia	1
Grecia	3	África del Sur	2
Hungría	1	Suecia	1
Irlanda	3	Suiza	3
Israel	2	Tailandia	1
		Reino Unido	8



SC4 Composición de la membresía

Academia	36	27%
Gobierno	45	34%
Industria	22	17%
Consultores	27	20%
Público en General	2	2%
Total	132	100%

Desarrollo de normas: Proceso







Tarea de revisión del SC4

- C95.1-1991 requiere una completa revisión
- ICES está comprometido al desarrollo de un norma de seguridad de RF basada en el ciencia y que protege la salud pública, no es ambigua y es práctica para implementar
- La norma de RF debería ser armonizada con otras normas internacionales para que pueda ser defendida desde el punto de vista científico



IEEE/ICES TC95/SC4

- C95.1-2005 “*Norma de la IEEE sobre niveles de seguridad con respecto a la exposición humana a los cambios electromagnéticos de RF, 3 kHz a 300 GHz*”
- Recomendaciones basadas en la ciencia se desarrollan para proteger contra todos los efectos adversos conocidos en los seres humanos asociados con la exposición a RF
- 3 kHz a 5 MHz, minimiza efectos asociados con la electroestimulación 
- 100 kHz a 300 GHz, protégé contra los efectos asociados con el calor 
 - ▶ Aprobada por 91.3% de los miembros que pueden votar del SC4
 - ▶ Aprobada por 96% o de los miembros que pueden votar de la Asociación de Normas del ICES y IEEE
 - ▶ Aprobada por el Consejo de Normas en Octubre 2005, impresa el 19 de abril de 2006



Resumen de la C95.1-2005 (Sección Normativa)

1. Resumen

1.1 Alcance

1.2 Propósito

1.3 Introducción

2. Referencias

3. Definiciones

4. Recomendaciones

4.1 Restricciones básicas (BRs) y exposiciones máximas permitidas (MPEs) para 3 kHz - 5 MHz

4.2 BRs y MPEs para frecuencias entre 100 kHz y 3 GHz

4.3 BRs para frecuencias entre 3 GHz y 300 GHz

4.4 MPEs para frecuencias entre 100 kHz y 300 GHz

4.5 Límite sugerido para el voltaje de contacto para proteger contra quemaduras de RF

4.6 Flexibilización de la densidad de voltaje MPEs para exposiciones localizadas

4.7 Evaluación del cumplimiento de esta norma

4.8 Programas de seguridad RF





Resumen de la C95.1-2005 (Sección Normativa)

Anexo A

Enfoque para la revisión de IEEE Std C95.1-1991 (1999 ed.)

A.1 Proceso de revisión del ICES

A.2 Conceptos básicos para el desarrollo de valores MPE

Anexo B

Identificación de niveles de exposición a RF responsables de efectos adversos: resumen de la documentación

B.1 Introducción

B.2 Resumen ejecutivo

B.3 Papel de los mecanismos en la determinación de los niveles de efectos adversos

B.4 Mejoras en la Dosimetría

B.5 Efectos establecidos que forman la base de la norma

B.6 Estudios relacionados con temas diferentes a cáncer

B.7 Estudios relacionados con temas de cáncer

Extensa Base de datos

- Los efectos biológicos de la exposición a RF han sido estudiados por más de **50 años**.
- La página de la OMS (<http://www.who.int/peh-emf/en/>) contiene más de 2500 entradas, de las cuales más de **1400** son relativos a los efectos sobre la salud de la exposición a RF.
- Al final de la evaluación por el ICES, se habían enlistado en las referencias **1143** estudios.

Resumen del Anexo B

- La base de datos biológica establecida por más de 50 años muestra un efecto no repetitivo de bajo nivel de RF.
- Análisis de los mecanismos propuestos no apoya los efectos no térmicos de las frecuencias de RF.
- El efecto establecido a bajas frecuencias es la electroestimulación.
- Las conclusiones de la revisión de la base de datos científica han sido notablemente consistentes en el tiempo, confirmando la seguridad y la base de la norma de la IEEE.
- Trabajos publicados a continuación de la revisión de la ICES no han alterado el peso de la evidencia sobre los efectos en la salud.



Anexo C

Base lógica

C.1 Introducción

C.2 Restricciones básicas (BR) y exposición máxima permitida (MPE)

C.3 Niveles de efectos adversos

C.4 Efectos de estimulación en frecuencias de 3 kHz a 5 MHz

C.5 Tiempo promedio

C.6 Factores de seguridad y factores de incertidumbre

C.7 Consideraciones especiales



Base lógica para cambiar el promedio espacial pico SAR (C.2.2.2.1)

- En normas previas, el SAR pico está basado en la dosimetría mostrando una relación 20:1 entre el pico y el promedio del SAR a cuerpo completo
- Datos más recientes muestran una relación >100:1 (Bernardi et al. 2003) pero al flexibilizar los SARs pico a niveles >40 W/kg no aceptables para el ICES SC4
- Adoptó un nivel de escalón superior de 10 W/kg (igual que en el ICNIRP) basado en una base lógica biológica
- Límite es 10X menos que el umbral de SAR para las cataratas (daño permanente adverso de tejidos)
- Una catarata inducida por RF es un efecto térmico con un umbral a 41 °C
- El límite pico SAR considerado como conservador porque los umbrales de catarata determinados para animales con un flujo sanguíneo comprometido debido al uso de anestésicos



Estudios de cáncer en animales: Resumen

- Los 29 estudios desde 1992 no observaron un cambio significativo en la incidencia de tumores excepto por Repacholi et al. (1997) y Anghileri et al. (2005).
- Los pocos estudios que informaron de efectos no han sido confirmados por estudios más recientes y bien diseñados con una buena evaluación de la exposición.
- El peso de la evidencia científica en 35 estudios muestra que la exposición a RF hasta en vida (2 años) no afecta en forma adversa los procesos cancerígenos (iniciación, promoción o co-promoción) a cuerpo entero de SAR hasta 4 W/kg.



Anexos D al G

Anexo D

Aplicaciones prácticas - Ejemplos

D.1 Introducción

D.2 Exposiciones multifrecuencia (Exposición a fuentes múltiples)

D.3 Corriente inducida y corriente de contacto

D.4. Requisitos de medición

Anexo E

Glosario

Anexo F

Base de datos de las publicaciones

Anexo G

Bibliografía



C95.1-2005: Definiciones

Preponderancia de la prueba:

Para los fines de este estándar, el resultado de la evaluación de la información publicada sobre los efectos biológicos y los efectos sobre la salud de la exposición a la energía RF. Este proceso incluye la evaluación de la **calidad** de los métodos de prueba, el **tamaño y fuerza** de los diseños de estudio, la **uniformidad** de los resultados en todos los estudios, y la **verosimilitud biológica** de las relaciones **dosis - respuestas** y asociaciones **estadísticas**.



Definiciones

Efecto biológico:

Un efecto establecido, causado por, o como respuesta a la exposición a un agente biológico, químico o físico, incluida la energía electromagnética. Los efectos biológicos son alteraciones de la estructura, metabolismo o de las funciones de un organismo completo, sus órganos, tejidos y células. Los efectos biológicos pueden ocurrir sin causar daño a la salud y pueden ser beneficiosos. Los efectos biológicos pueden incluir también sensaciones y respuestas de adaptación.



Definiciones

Efectos adversos para la salud:

Un efecto biológico que se caracteriza por un cambio perjudicial para la salud

NOTA 1—Los efectos adversos no incluyen efectos biológicos sin un efecto adverso para la salud, ni cambios subjetivos sobre sensaciones de bienestar, que resultan de la ansiedad acerca de los efectos o consecuencias de la infraestructura de radiofrecuencia (RF) que no está físicamente relacionada con emisiones RF, ni los efectos indirectos causados por interferencia electromagnética con dispositivos electrónicos.

NOTE 2—Las sensaciones (percepciones de los órganos sensoriales humanos), no se consideran, de por sí, como efectos adversos. Por lo tanto, ni las sensaciones de calor en el rango de un milímetro u otras longitudes de onda, ni los efectos auditivos de microondas bajo las condiciones especiales implícitas se reconocen como efectos de los que haya que protegerse, bajo este estándar. La electroestimulación dolorosa o desagradable, derivada de la exposición a frecuencias por debajo de 0.1 MHz, se considera como un efecto adverso.



Definiciones

Efecto establecido:

Un efecto se considera *establecido* cuando se hayan publicado resultados concordantes sobre ese efecto en los estudios de revisión científica de los expertos, en los que se comprueba que el efecto se ha demostrado en laboratorios independientes, y cuando existe consenso entre los científicos de que el efecto ocurre debido a las condiciones de exposición indicadas.



Las recomendaciones incluyen:

- Restricciones básicas (intensidad del campo eléctrico en el tejido, índice de absorción específica (SAR), y densidad de potencia)
- Límites de exposición máxima permisible (MPE), (intensidad de los campos eléctricos y magnéticos externos, densidad de potencia, corrientes) previstos para garantizar el cumplimiento de las restricciones básicas.
- Nota: Si no se sobrepasa la restricción básica, la exposición máxima permisible puede sobrepasarse.

Límites de MPE por encima de 300 MHz

- En un medio controlado, no hay cambios en MPE.
- Se trató extensamente la exposición máxima permisible (MPE) por encima de 300 MHz, para el público en general y/niveles de acción, en razón de los últimos datos dosimétricos para niños.
- Armonización con CI de 300 MHz a 100 GHz, y con FCC de 2 a 100 GHz.
- Aumentar de 100 GHz a 300 GHz para que coincida con el estándar láser de IEEE.



Límites de SAR localizados para el público general/niveles de acción

- Se basan ahora en **2 W/kg promediados sobre 10 gramos** de tejido, con excepción de manos, muñecas, antebrazos, tobillos, **parte inferior de las piernas y los oídos** para los que el índice de absorción específica (SAR) no puede exceder los **4 W/kg sobre cualquier masa de 10 gramos**.





Límites de SAR localizados para personas en medios controlados

- Se basa ahora en 10 W/kg promediados sobre 10 gramos de tejido, excepto para manos, muñecas, antebrazos, tobillos, parte inferior de las piernas y oídos, donde el SAR no debe sobrepasar los 20 W/kg por 10 gramos de tejido.
- El límite local de SAR de 10 W/kg está actualmente armonizado con el valor recomendado por CIPRNI. Sin embargo, los límites para los oídos, parte superior de los brazos y muslos difieren de los indicados por CIPRNI. La gama de frecuencia es de 100 kHz a 3 GHz.

Table 6—BRs for frequencies between 100 kHz and 3 GHz

		Action level ^a SAR ^b (W/kg)	Persons in controlled environments SAR ^c (W/kg)
Whole-body exposure	Whole-Body Average (WBA)	0.08	0.4
Localized exposure	Localized (peak spatial-average)	2 ^c	10 ^c
Localized exposure	Extremities ^d and pinnae	4 ^c	20 ^c

^aBR for the general public when an RF safety program is unavailable.

^bSAR is averaged over the appropriate averaging times as shown in Table 8 and Table 9.

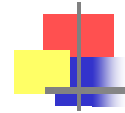
^cAveraged over any 10 g of tissue (defined as a tissue volume in the shape of a cube).*

^dThe extremities are the arms and legs distal from the elbows and knees, respectively.

*The volume of the cube is approximately 10 cm³.



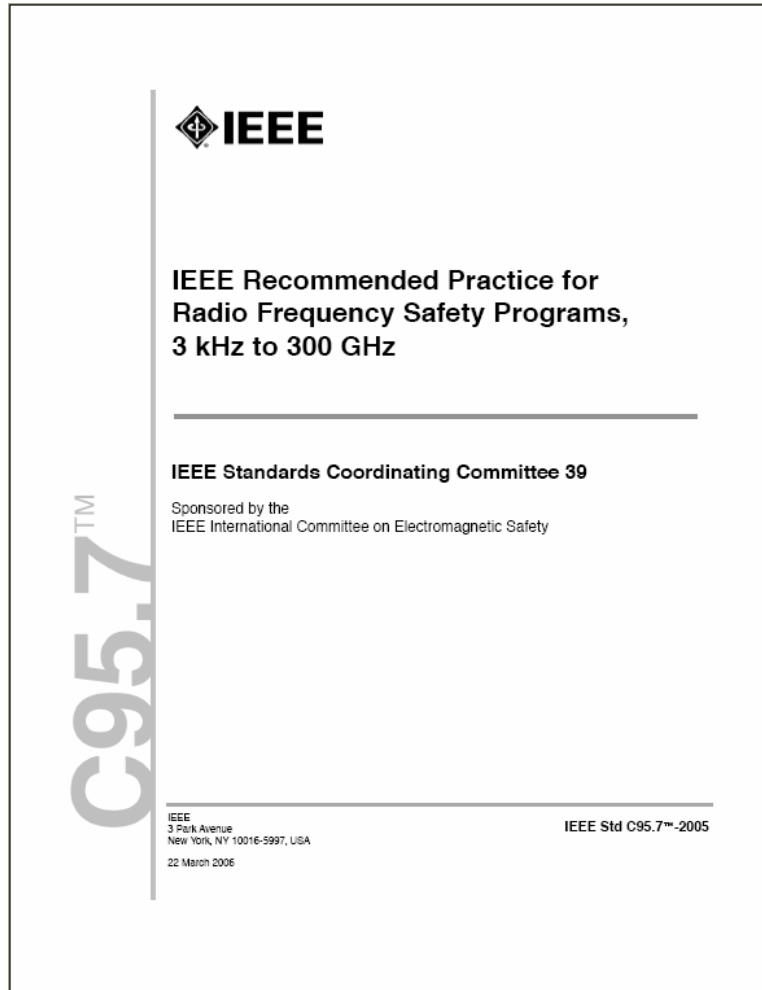
4.7 *Cómo evaluar el cumplimiento de las normas*



- En la práctica, la evaluación del cumplimiento de las normas, consiste en determinar si los campos eléctricos y magnéticos, las densidades de potencia, las corrientes de contacto e inducidas y las tensiones de contacto, exceden algunas de correspondientes exposiciones máximas permisibles.
- La evaluación del índice de absorción específica (SAR) puede ser necesaria en algunas condiciones de exposición, especialmente para evaluar la exposición, cuando el cuerpo se encuentra extremadamente cerca de una fuente de campo de RF (dentro de la región reactiva de campo cercano) y para exposiciones altamente localizadas (por ejemplo, teléfono móvil).



4.8 Programa de seguridad de RF



Cuando puede haber acceso a campos, corrientes de RF, y/o tensión que exceda las recomendaciones del nivel inferior (niveles de acción), se implementará un programa de seguridad de RF, tal como se detalla en el estándar C95.7-2005 del IEEE, a fin de garantizar que las exposiciones no sobrepasen la exposición máxima permisible (MPE) ni las restricciones básicas (BR) para exposiciones en un medio controlado.



Comparación entre las restricciones básicas de SAR y CIPRNI

ICES

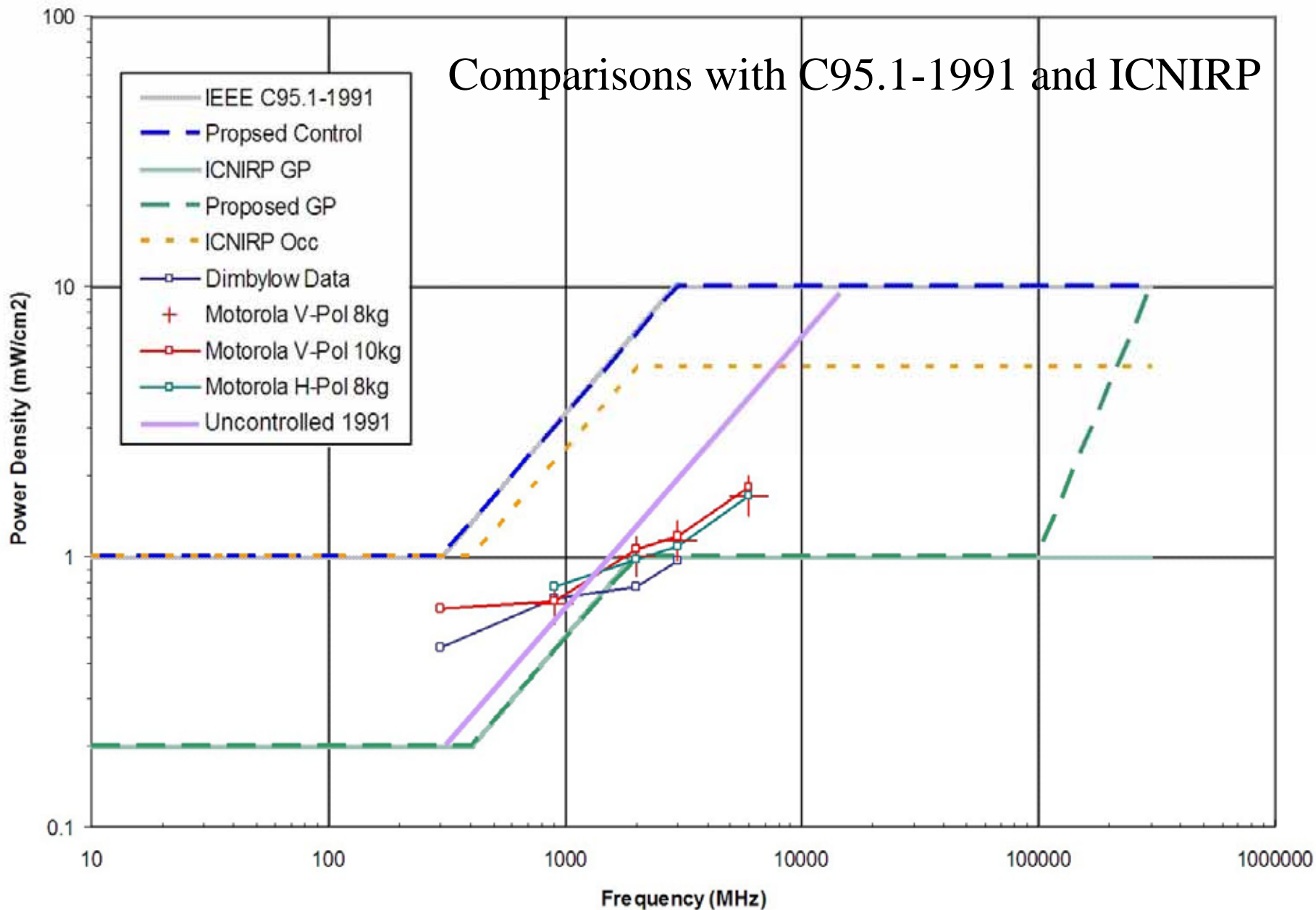
- Proteger contra los efectos establecidos como adversos para la salud
- SAR se aplica en el rango de 100 kHz – 3 GHz
- Promediado por 10 g de tejido en un cubo
- Promediado por hasta 30 min para el público general y hasta 6 min para un medio controlado
- Los límites para los oídos son los mismos que para las extremidades
- Parte superior de brazos y piernas tienen los mismos límites que el cuerpo

CIPRNI

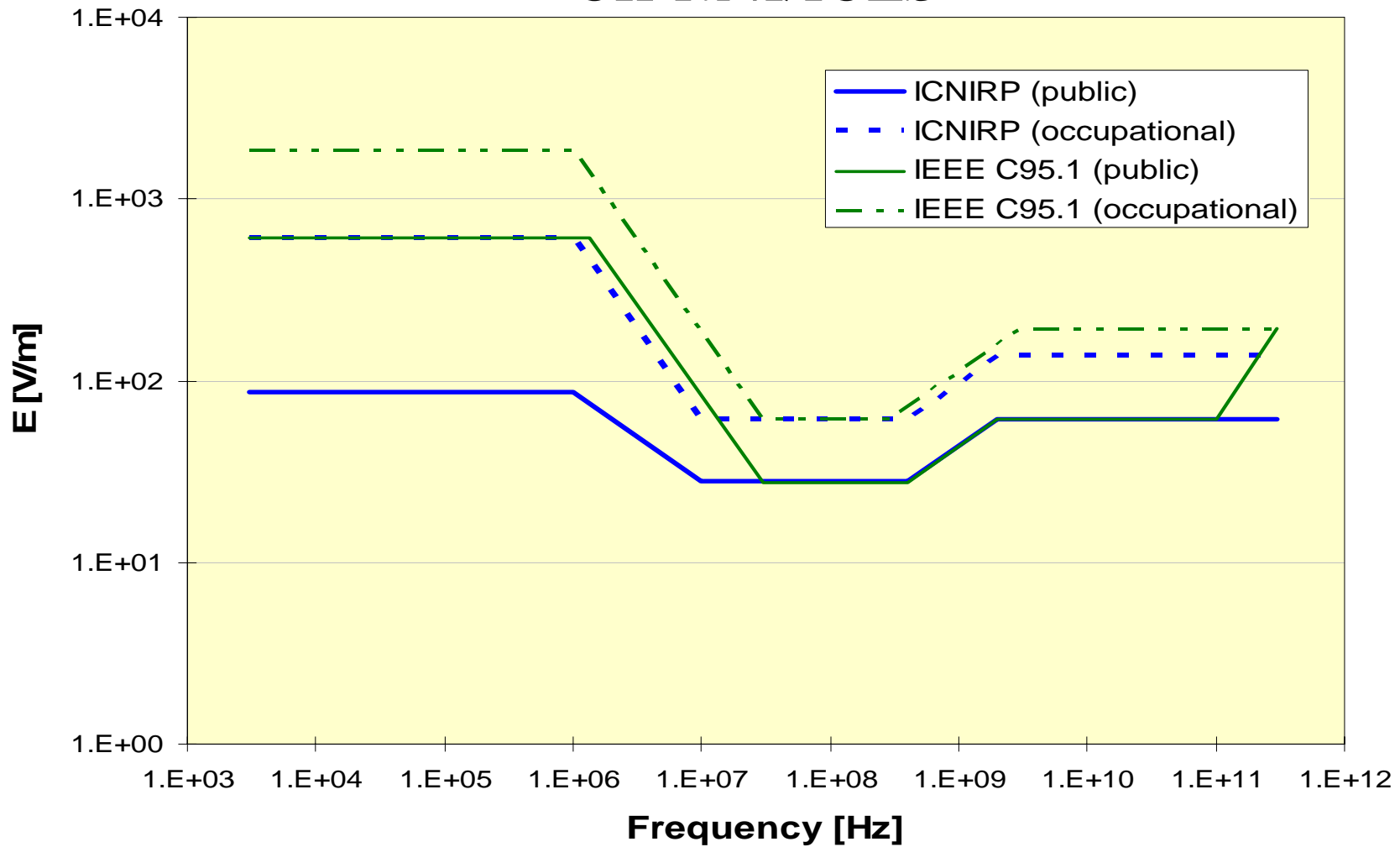
- protección contra efectos ya conocidos como adversos para la salud
- SAR se aplica en el rango de 100 kHz -10 GHz
- Promediado por 10 g de tejido contiguo
- Promediado por 6 min
- El límite para los oídos es el mismo que para el cuerpo
- La parte superior de los brazos y los muslos superiores son parte de las extremidades y tienen límites diferentes a los del cuerpo.



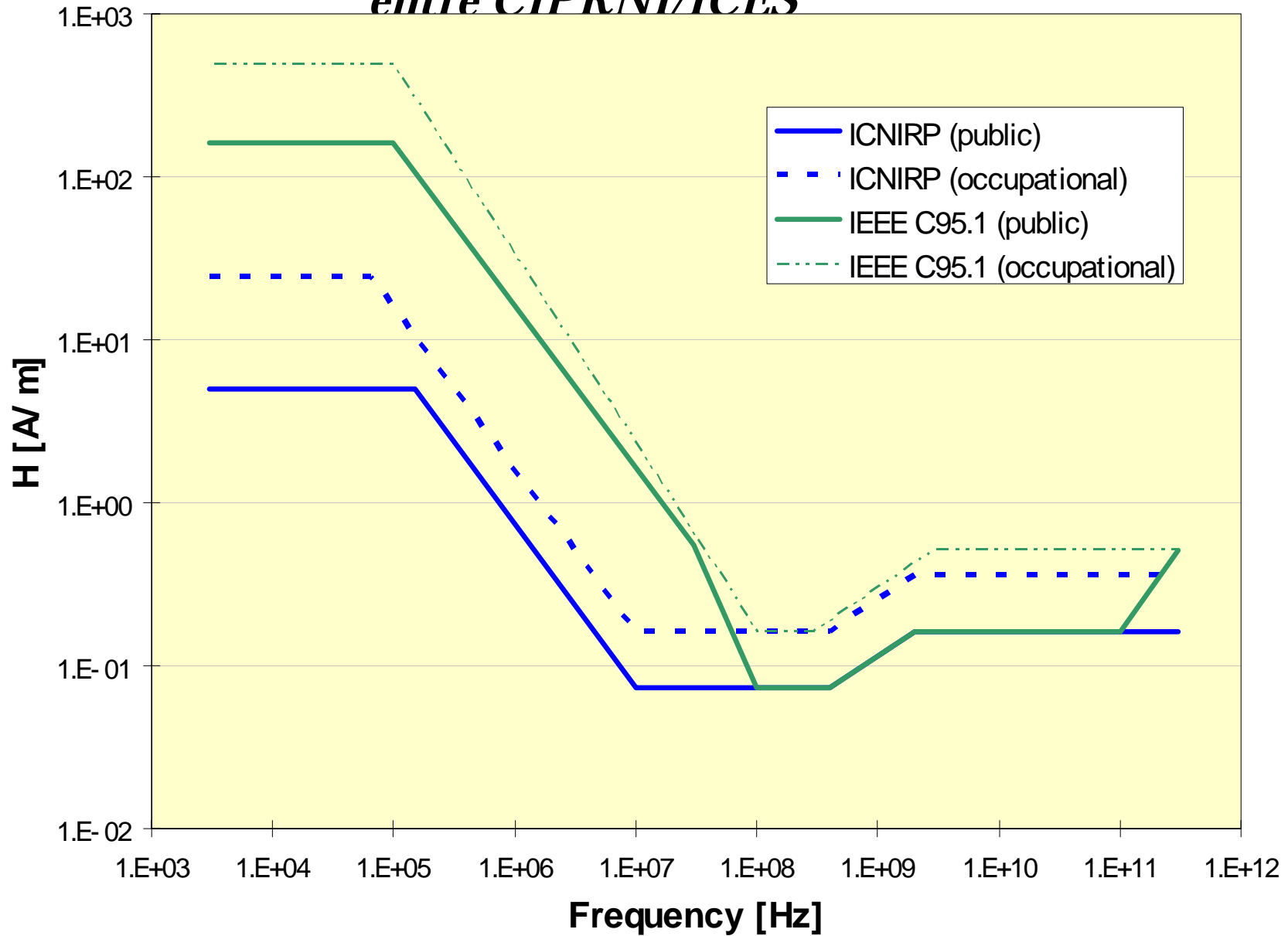
Comparisons with C95.1-1991 and ICNIRP



Comparación de límites de campo E entre CIPRNI/ICES



Comparación de límites de campo H entre CIPRNI/ICES





Promueve la armonización de normas

- Respalda la labor de armonización de la OMS
- Beneficios de la armonización
 - *Los consumidores logran la protección de una norma de seguridad reconocida internacionalmente y tienen igual acceso a productos y servicios disponibles a los consumidores en otras partes del mundo*
 - *Los organismos reguladores tienen un método de reglamentación congruente, que concuerda con las recomendaciones de la OMS, UIT y OMC*
 - *La industria gana al desarrollar y fabricar productos de acuerdo a un estándar internacioanl ampliamente aceptado y, una vez que se prueba para ponerla en vigor, puede hacer que estos productos estén disponibles en todo el mundo en forma sistemática y oportuna.*

Conclusiones

- IEEE C95.1-2005 ofrece recomendaciones destinadas a proteger contra los efectos adversos en los seres humanos expuestos a campos electromagnéticos en la gama de frecuencia desde 3 kHz a 300 GHz.
- Una importante corrección a la nueva norma es la recomendación sobre el promedio espacial pico SAR de 2 y 10 W/kg, promediados sobre 10 gramos de tejido para los límites de los grupos inferiores y superiores, respectivamente. A notable revision to the new standard is the recommendation of peak spatial average SAR of 2 and 10 W/kg averaged over 10 g tissue for the lower and upper tier limits, respectively.
- Esta corrección resuelve un problema importante de armonización con estándares RF.
- Debe continuarse con la labor de cooperación a fin de lograr límites de exposición armonizados a nivel internacional.





La ciencia debe unirse para alcanzar un estándar mundial

Gracias

***Para mayor información:
ck.chou@ieee.org***



Un sol en el cielo