

**NORMA VENEZOLANA
RADIACIONES NO IONIZANTES.
LÍMITES DE EXPOSICIÓN.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL**

**COVENIN
2238:2000
(2^{da} Revisión)**

1 OBJETO

Esta Norma establece:

- a) Los límites diarios de exposición a las radiaciones no ionizantes para personas ocupacionalmente expuestas (P.O.E.) y miembros individuales del público.
- b) Las medidas de protección y control para el trabajo seguro con las radiaciones no ionizantes.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente.

COVENIN 2237-89 Ropa, equipos y dispositivos de protección personal de acuerdo al riesgo ocupacional.

3 DEFINICIONES

3.1 Radiaciones no ionizantes (RNI)

Son radiaciones consistentes en ondas eléctricas vibratorias que se transmiten a través del espacio acompañadas, perpendicularmente, por un campo magnético vibratorio con movimiento ondulatorio (Radiación electromagnética). Se denominan no ionizantes porque su energía es insuficiente para romper enlaces químicos.

Para fines prácticos se toma como límite entre radiación ionizante y no ionizante una longitud de onda de 100 nm con energía de 12,4 eV. De acuerdo con este criterio y para fines de salud ocupacional se comienzan a llamar RNI a todas aquellas radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda se extiende desde los 100 nm, hasta un Gm (véase Anexo A).

3.2 Radiación Ultravioleta (R-UV)

Es la radiación que se sitúa en el espectro electromagnético ente los Rayos X y la Luz visible con longitudes de onda entre los 100 y 400 nm. De acuerdo a los efectos biológicos que puede producir la R-UV se clasifica en:

- a) UV-A (Luz negra) (315 – 400 nm),
- b) UV-B (280 – 315 nm),
- c) UV-C (180 – 280 nm).

NOTA 1: La región entre 100 – 180 nm, se denomina UV de vacío y no produce efectos biológicos.

3.3 Luz visible (LV)

Es la radiación que se sitúa en al espectro electromagnético entre la radiación ultravioleta (UV) y la radiación infrarroja con longitudes de onda entre 400 a 760 nm. Las gamas de la región del espectro son las siguientes:

- a) 400 – 424 nm (Violeta)
- b) 424 – 491 nm (Azul)
- c) 491 – 575 nm (Verde)

- d) 575 – 585 nm (Amarillo)
- e) 585 – 647 nm (Naranja)
- f) 647 – 760 nm (Rojo)

3.4 Radiación infrarroja (R-IR)

Es la radiación que se sitúa en el espectro electromagnético entre las longitudes de onda que van desde 760 nm a 1 mm.

3.5 Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

Fenómeno de amplificación de radiación electromagnética, con longitudes de onda entre 180 nm a 1 mm, que mediante la estimulación controlada origina un haz de luz estrecho (coherente), monoenergético y monocromático.

3.6 Campos electromagnéticos de radiofrecuencia (CEMRF)

Son las radiaciones que se sitúan en el espectro electromagnético entre las longitudes de onda que van desde 1 mm hasta 10 km (frecuencias entre 30 GHz hasta 30 kHz). En esta región del espectro se encuentran: las ondas de radar, telefonía celular, TV y radio. Por debajo de 1 GHz el componente eléctrico y magnético de la onda radiante se puede considerar por separado debido a la gran longitud de onda asociada a la misma.

3.7 Campos electromagnéticos de subradiofrecuencias (CEMSRF)

Son los campos electromagnéticos generados entre frecuencias de 30 kHz y 300 Hz.

3.8 Campos electromagnéticos generados por la transmisión y potencia eléctrica (CEMTPE)

Son campos que se sitúan en el espectro electromagnético por debajo de la frecuencia de 300 Hz.

3.9 Frecuencia (f)

Número de vibraciones, ondas o ciclos por unidad de tiempo de cualquier fenómeno periódico. La unidad es el Hertz (Hz) (Véase Anexo B).

3.10 Longitud de onda

Es la distancia entre dos puntos en fase de ondas adyacentes. La unidad es el metro (m).

3.11 Resonancia

Situación en la cual un individuo, aislado eléctricamente, alcanza la máxima tasa de absorción de energía (SAR) debido a que su eje longitudinal se encuentra paralelo al vector del campo eléctrico y la longitud del eje es aproximadamente 4/10 de la longitud de onda del campo incidente. La condición de resonancia, en el caso específico de un ser humano de 175 cm, se encuentra en la frecuencia de 70 MHz.

3.12 Tasa de absorción específica (SAR)

Se define como: $SAR = \sigma (E_t)^2 / \rho$

Donde:

E_t = Campo eléctrico en el tejido

σ = Conductividad eléctrica en Siemens/metro (S/m).

ρ = Densidad del tejido.

Los principales factores que controlan la SAR son: la longitud de onda del campo incidente, las dimensiones y geometría del organismo irradiado, la orientación del organismo con relación a la polaridad de los vectores del campo, la presencia de superficies reflejantes y si el organismo presenta una conducción eléctrica a tierra.

4 LÍMITES DE EXPOSICIÓN

Los límites especificados en las secciones 4.1, 4.2 y 4.3 se consideran tanto para personas ocupacionalmente expuestas (P.O.E.) como para miembros individuales del público. En las secciones 4.4, 4.5 y 4.6 se especifican por separado los límites ocupacionales de los establecidos para la población en general.

4.1 Radiación ultravioleta (UV)

4.1.1 Los límites de exposición diarios, a R-UV con una longitud de onda entre 315 y 400 nm son:

- 1 mW/cm² para períodos de exposición iguales o mayores de 1.000 segundos.
- 1 J/cm² para períodos de exposición menores de 1.000 segundos.

4.1.2 En la Tabla 1 se muestran los límites diarios (8 horas) de exposición para R-UV, con una longitud de onda entre 180 y 315 nm que incida sobre la piel u ojos desprotegidos.

Tabla 1. Límites diarios de exposición para R-UV (B y C)

Longitud de onda (nm)	Irradiancia (Exposición en mW/cm ²)	Longitud de onda (nm)	Irradiancia (Exposición en mW/cm ²)
180	250	265	3,7
190	160	270	3
200	100	275	3,1
205	59	280	3,4
210	40	285	3,9
215	32	290	4,7
220	25	295	5,6
225	20	297	6,5
230	16	300	10
235	13	303	25
240	10	305	50
245	8,3	308	120
250	7	310	200
254	6	313	500
255	5,8	315	1000
260	4,6		

Las longitudes de onda escogidas son las más representativas. En el caso de otros valores diferentes a los contemplados se tomaría el valor inmediato de la longitud de orden superior.

4.1.3 En la Tabla 2 se muestran los tiempos máximos de permanencia para una R-UV con una longitud de onda comprendida entre 270 y 300 nm (Región actínica),

Tabla 2. Límites de exposición para R-UV en la región actínica

Tiempo de permanencia	Exposición (mW/cm ²)
8 horas	0,0001
4 horas	0,0002
2 horas	0,0004
1 hora	0,0008
30 minutos	0,0017
15 minutos	0,0033
10 minutos	0,005
5 minutos	0,01

1 minuto	0,05
30 segundos	0,01
1 segundo	3

4.2 Luz visible

Los límites especificados a continuación sólo deben tomarse en cuenta cuando la luminancia de la fuente exceda de 1 cd/cm².

Los límites de exposición diarios, a LV con una longitud de onda entre 400 y 760 nm son:

- 10 mJ/cm² para períodos de exposición menores o iguales de 10.000 segundos.
- 1 μW/cm² para períodos de exposición mayores de 10.000 segundos.

4.3 Radiación infrarroja (IR)

4.3.1 Los límites de exposición diarios, para la protección de la cornea y el cristalino de los ojos, para longitudes de onda mayores de 760 nm. Es:

- 10 mW/cm², para períodos de exposición iguales o mayores de 1.000 segundos.
- 1800 t^{3/4} mW/cm² para períodos de exposición menores de 1.000 segundos.

4.3.2 El límite de exposición diario, para la protección de la retina, para longitudes de onda entre 760 y 1.400 nm es:

$$E = 0,06 (r/h)$$

Donde:

- E = Radiancia (Exposición en mW/cm²)
r = distancia a la fuente en m
h = dimensión de la fuente en m

4.4 Campo electromagnéticos de radiofrecuencias

Los límites de exposición especificados en esta sección han sido establecidos para limitar la SAR promediada a cuerpo entero a un nivel por debajo de 0,4 W/kg para personas ocupacionalmente expuestas y 0,8 W/kg para el público en general, tanto en el dominio de las frecuencias de resonancia para el ser humano (10-400 MHz) como en las frecuencias más allá de este rango. Las mediciones que se realicen para verificar el cumplimiento de los límites deben ser efectuadas a una distancia de 5 cm del emisor y promediadas por 6 minutos (0,1 hora).

4.4.1 Los límites de exposición a CEMRF se muestran en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Límites de exposición a CEMRF para P.O.E.

Rango de frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)		
	E (V/m)	H (A/m)	S (mW/cm ²)
0,03 – 0,065 MHz	600	25	-
> 0,065 – 1 MHz	600	1,6 / f	-
> 1 – 10 MHz	600 / f	1,6 / f	-
> 10 – 400 MHz	60	0,16	1
> 400 – 2.000 MHz	3 f ^{1/2}	0,008 f ^{1/2}	f / 400
> 2 – 300 GHz	135	0,36	5

Tabla 4. Límites de exposición a CEMRF para público

Rango de frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)		
	E (V/m)	H (A/m)	S (mW/cm ²)
0,03 – 0,15 MHz	80	5	-
> 0,15 – 1 MHz	80	0,7 / f	-
> 1 – 10 MHz	80 / f ^{1/2}	0,7 / f	-
> 10 – 400 MHz	25	0,07	0,2
> 400 – 2.000 MHz	1,3 f ^{1/2}	0,003 f ^{1/2}	f / 2.000
> 2 – 300 GHz	50	0,16	1

El factor "f" incluido en la Tablas 3 y 4 está expresado en MHz
 Legenda: e= Campo eléctrico, H= Campo magnético, S= Densidad de potencia

4.4.2 Para campos mixtos

En los casos en que exista una exposición a frecuencias mixtas la exposición total (St) será:

$$St = S_1 + S_2 + S_3 \dots Sn$$

Donde St es la exposición combinada y S₁, S₂, S₃ y Sn son las de la exposición a las frecuencias f_i (i = 1, 2, 3, ... n) de cada fuente, con la condición que

$$\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{L_i} = \frac{S_1}{L_1} + \frac{S_2}{L_2} + \frac{S_3}{L_3} + \dots + \frac{S_N}{L_N}$$

Siendo Li los límites de exposición para cada frecuencia.

4.4.3 Exclusiones

Se establece que las fuentes o dispositivos que generen CEMRF están excluidos de los límites antes señalados si la potencia del emisor no excede los valores establecidos en la Tabla 5.

Tabla 5. Máxima potencia del emisor, en función de la frecuencia, para exclusión del límite

Rango de frecuencias (MHz)	Potencia del emisor (W)
	Operado por P.O.E.
0,1 – 450	7
450 – 1.500	3.150 / f
	Utilizado por público
0,1 – 450	1,4
450 – 1.500	630 / f

El factor "f" incluido en la tabla 5 está expresado en MHz

La exclusión no podrá aplicarse si la fuente, dispositivo o emisor se encuentra a una distancia igual o menor a 2,5 cm del cuerpo humano.

4.5 Campos electromagnéticos de sub-radiofrecuencias (CEMSRF)

Los límites de exposición a CEMSRF se muestran en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Límites de exposición a CEMSRF para P.O.E.

Rango de frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)	
	E (V/m)	H (A/m)
0,3 – 30 kHz	600	25

Tabla 7. Límites de exposición a CEMSRF para público

Rango de frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)	
	E (V/m)	H (A/m)
0,3 – 3 kHz	350 / f	5
> 3 – 30 kHz	80	5

El factor "f" incluido en la Tabla 7 está expresado en MHz.

Leyenda: E= Campo eléctrico, H= Campo magnético

4.6 Campos electromagnéticos de transmisión y potencia eléctrica (CEMTPE):

4.6.1 Los límites de exposición a CEMTPE se muestran en las tablas 8 y 9.

Tabla 8. Límites de exposición a CEMTPE para P.O.E.

Rango de frecuencias	Límites (P.O.E. y áreas de trabajo)	
	E (V/m)	H (A/m)
1 – 8 Hz	20.000	$1,63 \times 10^5 / f^2$
> 8 – 25 Hz	20.000	$2 \times 10^4 / f$
> 25 – 300 Hz	$500.000 / f$	$20.000 / f$

Tabla 9. Límites de exposición a CEMTPE para público

Rango de frecuencias	Límites (Público y ambiente en general)	
	E (V/m)	H (A/m)
1 – 8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4 / f^4$
> 8 – 25 Hz	10.000	$4.000 / f$
> 25 – 300 Hz	$250.000 / f$	$4,999 / f$

El factor "f" incluido en las Tablas 8 y 9 está expresado en Hz.

Leyenda: E= Campo eléctrico, H= Campo magnético.

4.6.2 Límites especiales

Se establece que toda persona que utilice marcapasos cardíacos u otro dispositivo médico similar no debe estar expuesto a campos eléctricos o magnéticos superiores a 1/10 de los límites establecidos en las Tablas 8 y 9.

5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL

5.1 Generales

5.1.1 Capacitar a todas las personas ocupacionalmente expuestas al riesgo de las Radiaciones No Ionizantes (RNI).

5.1.2 Las áreas de trabajo deben estar señalizadas a fin de advertir la naturaleza del riesgo de exposición y demarcadas a fin de restringir y controlar el acceso (Véase el Anexo C).

5.1.3 Maximizar la distancia entre la fuente y el operador.

5.1.4 Minimizar los tiempos de permanencia.

5.1.5 Establecer blindajes (encerramientos, pantallas, recubrimientos o barreras) de protección entre el operador y la fuente.

5.1.6 Poseer un manual de procedimientos seguros donde se establezcan las normas, las responsabilidades y acciones de cada persona en su área de trabajo.

5.1.7 Proveer a las personas ocupacionalmente expuestas de los equipos de medición y protección apropiados (detectores, dosímetros, alarmas personales) de acuerdo a la naturaleza del riesgo.

5.2 R-UV

5.2.1 Protectores oculares (anteojos o gafas, máscaras y pantallas): Para UV producidas por fuentes de alta intensidad se deben utilizar protectores oscuros (alta densidad óptica). Para fuentes de baja intensidad se pueden utilizar pantallas de plástico transparente de materiales tales como policarbonato y metilmetacrilato para protegerse de cualquier tipo de UV y poliéster solo para UV-B y C.

5.2.2 Ropa y guantes de tejido denso.

NOTA 2: En las áreas donde se trabaje con R-UV debe haber una ventilación adecuada para la eliminación del ozono generado durante la operación.

5.3 LV

Se deben utilizar protectores oculares o barreras oscuras (alta densidad óptica)

5.4 R-IR

5.4.1 Protectores oculares (anteojos o gafas, máscaras y pantallas): Se deben utilizar protectores oscuros (alta densidad óptica).

5.4.2 Pantallas físicas: Deben estar formadas por materiales resistentes al calor o cortinas de agua.

5.4.3 Ropa y calzado: Ligeros, resistentes al calor.

5.5 CEMRF

5.5.1 Ropa: Braga integral con capucha, guantes y cubrezapatos fabricados en tejido de algodón puro con una mezcla al 25% de fibra de poliéster/acero inoxidable.

5.5.2 Pantallas físicas: Deben estar conformadas por materiales tales como madera contraenchapada entre láminas de metal, pantallas de mallas metálicas de distinto número de hilos/centímetro, bloques de concreto, ventana de vidrio.

5.6 CEMSRF-CEMTPE

5.6.1 Equipo de protección personal: según lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 2237.

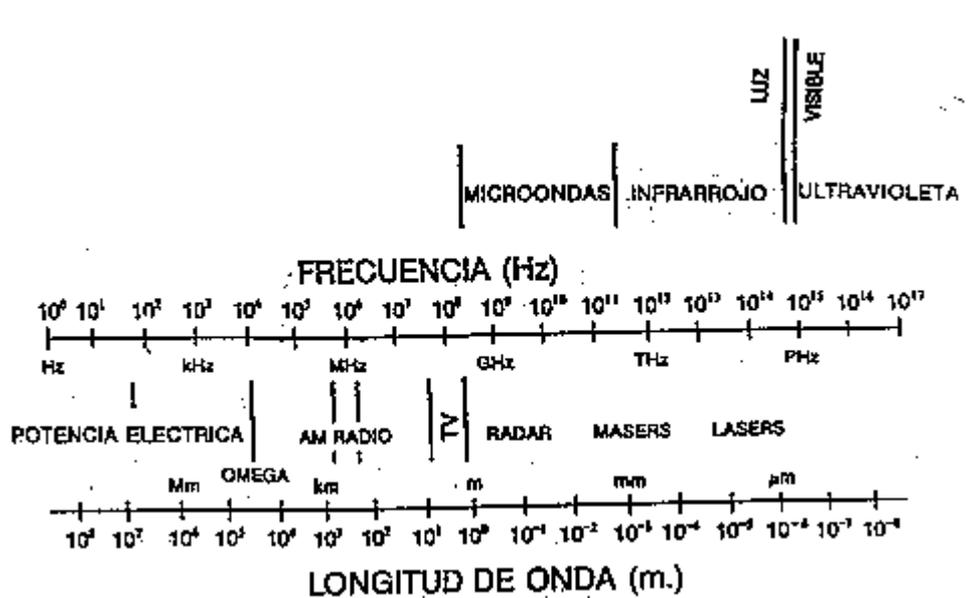
BIBLIOGRAFÍA

1. International Radiation Protection Association (IRPA/ICNIRP), "Review of concepts, quantities, units and terminology for non-ionizing radiation protection", 1985.
2. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). "Biological effects and exposure criteria for radiofrequency electromagnetic fields". Report No. 86. 1986.
3. IRPA/ICNIRP, "Guidelines on UV radiation exposure Limits", Health Physics, Vol. 71, No. 6, 1996.
4. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), "Threshold Limit Values for Physical Agents".2000.
5. IRPA/ICNIRP, "Guidelines for limiting exposure to timevarying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)". Health Physics, Vol. 74, No. 4, 1998.
6. Health Council of the Netherlands: RF Radiation Committee. "Radiofrequency electromagnetic fields (300 Hz. – 300 GHz). Summary of an advisory report", Health Physics, Vol. 75, Vol. 1, 1998.
7. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Standard for Safety Levels with respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 100 GHz". IEEE Std C95.1.1999.

Participaron en la segunda revisión de esta norma: Arreaza, Gustavo; Carrizales, Lila; Estevéz, Mary Paz; Girón, Carmen, Lugo, Fernando; Petrizzo, José.

Anexo A
(Informativo)

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO
RADIACIONES NO IONIZANTES



NOTA A1: Según definición 3.1 se tienen las siguientes RNI: Radiación (R-UV), Luz visible (L-V), Radiación infrarroja (R-IR), los rayos Laser, las Radiofrecuencias (CEMRF) y los campos generados por la transmisión y potencia eléctrica (CENTPE).

**ANEXO B
(Informativo)**

Bandas de frecuencia en el espectro electromagnético

NÚMERO DE BANDA		RANGO DE FRECUENCIA	ACRONISMO		DESCRIPCIÓN	REGIÓN DEL ESPECTRO
1		> 1 a 30 Hz	SELF		Sub-extremely low frequency	CEMTPE
2		> 30 a 300 Hz	ELF		Extremely low frequency	
3	3a	>0,3 a 0,82 kHz	SLF	Vf	Super-low frequency	CEMSRF
	3b	> 0,82 a 3 KHz	ULF		Ultra-low frequency	
4		> 3 a 30 khZ	VLF		Very-low frequency	CEMRF
5		> 30 a 300 KHz	LF		Low frequency	
6		> 0,3 a 3 MHz	MF		Medium frequency	
7		> 3 a 30 MHz	HF		High frequency	
8		> 30 a 300 MHz	VHF		Very-high frequency	
9		> 0,3 a 3 GHz	UHF		Ultra-high frequency	
10		> 3 a 30 GHz	SHF		Super-high frequency	
11		> 30 A 300 ghZ	EHF		Extremely high frequency	

**ANEXO C
(NORMATIVO)**

AVISO DE SEÑALIZACIÓN

Las medidas del símbolo deben estar en proporción con las del objeto material que se ha de señalar.

El símbolo básico debe ir pintado de la siguiente manera:

Símbolo: Color negro
Fondo: Color amarillo
Leyenda: Color negro

La leyenda debe ser: **TIPO DE RADIACIÓN NO IONIZANTE**

PELIGRO RADIACIÓN



ANEXO D

(Informativo)

UNIDADES UTILIZADAS EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

IPO DE RADIACIÓN	PARÁMETROS DE CAMPO	ENERGÍA AÉREA	ENERGÍA TIEMPO ÁREA	ENERGÍA TIEMPO ÁREA ÁNGULO SÓLIDO	ENERGÍA ÁREA ÁNGULO SÓLIDO	ENERGÍA MASA	ENERGÍA MASA TIEMPO
Ionizante	-	-	-	-	-	Dosis absorbida (Gy) Dosis equivalente (Sv.)	Tasa de dosis absorbida (Gy/hr) Tasa de dosis equivalente (Sv/hr)
UV-LV-IR	-	Exposición radiante (J/m)	Radiancia (W/m ²) Radiancia efectiva (W/m ²)	Radiancia (W/m ² er)	Radiancia integrada en el tiempo (J/m ² m)	-	-
CEMRF	Densidad del campo eléctrico (V/m) Densidad del campo magnético (A/m)	-	Densidad de potencia (W/m ²)	-	-	Absorción específica (SAR) (J/kg)	-
CEMSRF Y CEMTPE	Densidad del campo eléctrico (V/m) Densidad del campo magnético (A/m)	-	-	-	-	-	-

ANEXO E

(Informativo)

COMPARACIÓN DE TÉRMINOS ENTRE UNIDADES RADIOMÉTRICAS Y FOTOMÉTRICAS TÉRMINO RADIOMÉTRICO

CANTIDAD	UNIDAD
ENERGÍA RADIANTE	JOULE (J)
POTENCIA RADIANTE (FLUJO DE ENERGÍA RADIANTE)	WATT (W)
EXITANCIA RADIANTE	WATT POR METRO CUADRADO (W/m^2)
ASA DE ENERGÍA DE FLUENCIA RADIANTE	WATT POR METRO CUADRADO (W/m^2)
RADIANCIA	WATT POR METRO CUADRADO-ESTERADIAN ($W/m^2 \cdot sr$)
IRRADIANCIA	WATTIO POR METRO CUADRADO (W/m^2)
EXPOSICIÓN RADIANTE	JOULE POR METRO CUADRADO (J/m^2)
TÉRMINO FOTOMÉTRICO	
CANTIDAD	UNIDAD
CANTIDAD DE LUZ	LUMEN – SEGUNDO (lm.s) (Talbot)
FLUJO LUMINOSO	LUMEN (lm)
EXITANCIA LUMÍNICA	LUMEN POR METRO CUADRADO (lm/m^2)
DENSIDAD DE FLUJO LUMINOSO	LUMEN POR METRO CUADRADO (lm/m^2)
LUMINANCIA	CANDELA POR METRO CUADRADO (cd/m^2)
ILUMINANCIA	LUMEN POR METRO CUADRADO (lux) (lm/m^2)
EXPOSICIÓN LUMÍNICA	LUX-SEGUNDO (lx.s)

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2238:2000**

**RADIACIONES NO IONIZANTES.
LÍMITES DE EXPOSICIÓN.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN
Y CONTROL**



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN **2238:1995 Radiaciones no ionizantes. Límites de exposición. Medidas de protección y control**, fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT6 Higiene, Seguridad y Protección**, por el Subcomité Técnico **SC4 Protección radiológica** y aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior **N° 2000-12** de fecha **13/12/2000**.

En la revisión de esta Norma participaron las siguientes entidades: IVIC; Ministerio de Salud y Desarrollo Social; Ministerio de Energía y Minas; PDVSA; Physion Tecnología Nuclear.

**COVENIN
2238:2000**

**CATEGORÍA
C**

FONDONORMA
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS



publicación de:

FONDONORMA

I.C.S: 13.280

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

ISBN: 980-06-2658-1

Descriptores: Seguridad del trabajo, radiación no ionizante, área de trabajo, regla de seguridad.

