



LICITACIÓN N°608897-79-LE20

ESTUDIO DE ANTECEDENTES PARA LA ELABORACIÓN DE NORMA DE EMISIÓN PARA REGULAR ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EN EL AMBIENTE

Informe de Final

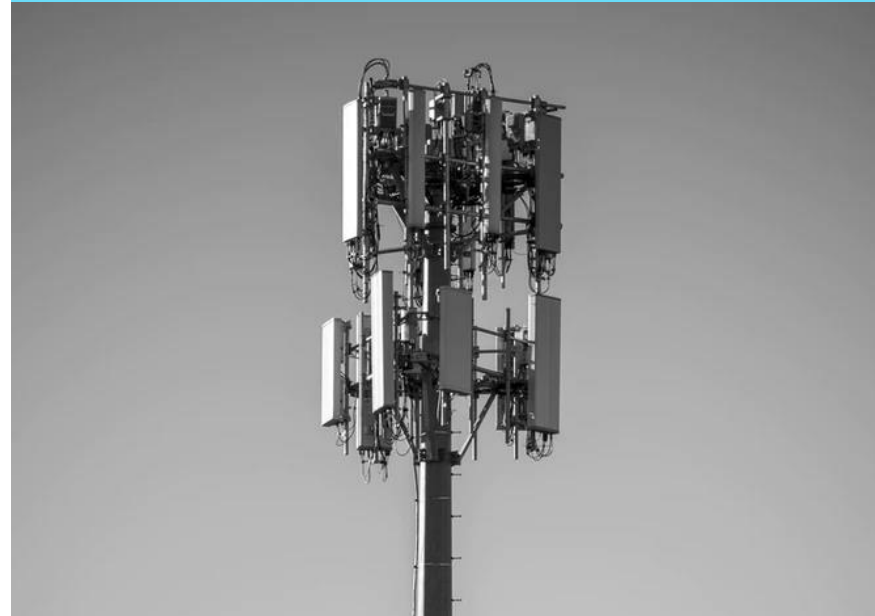
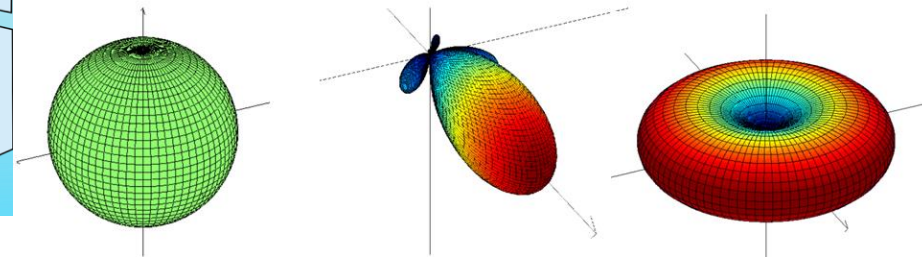
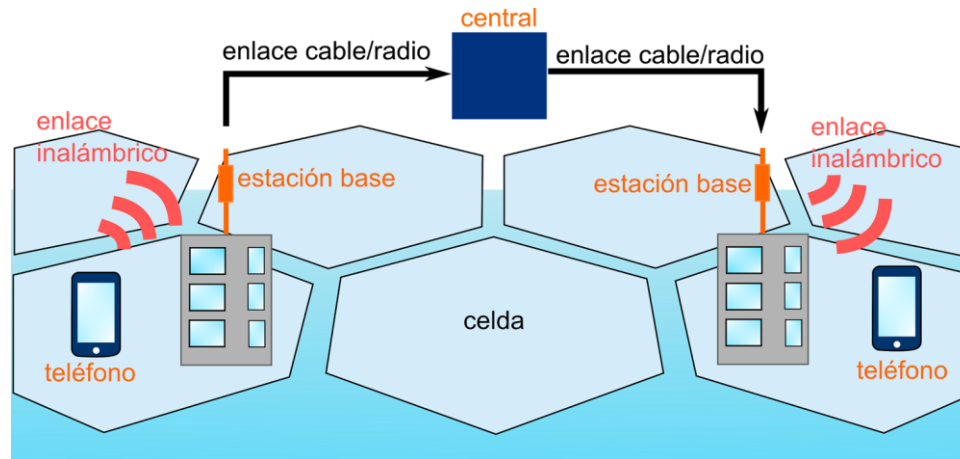
Dr. Mauricio Rodríguez, Dr. Francisco Pizarro

Escuela de Ingeniería Eléctrica

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Recopilación de antecedentes de la fuente emisora que será regulada por la futura norma

- Conceptos de onda electromagnética y antenas
- Conceptos básicos de la fuente (antenas telefonía) como potencias y frecuencias.



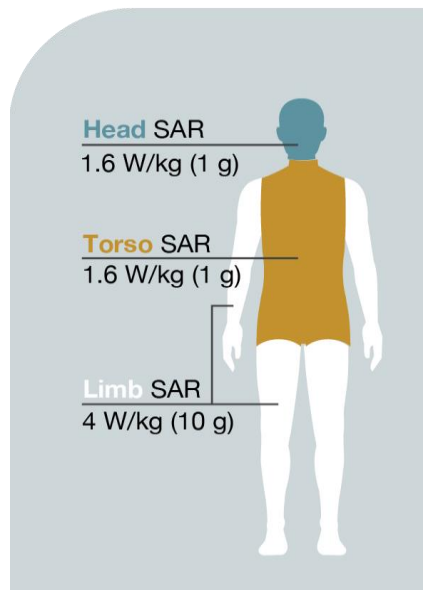
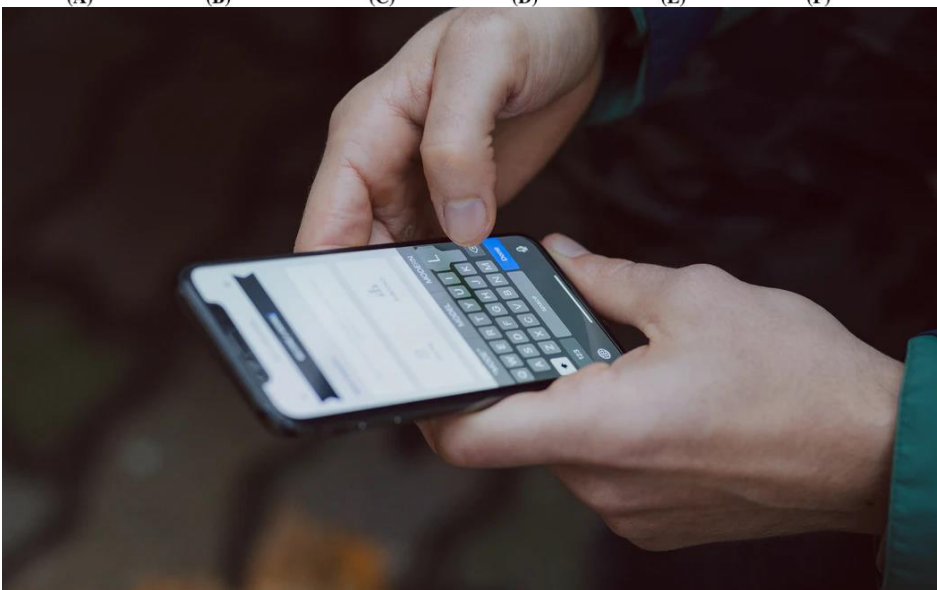
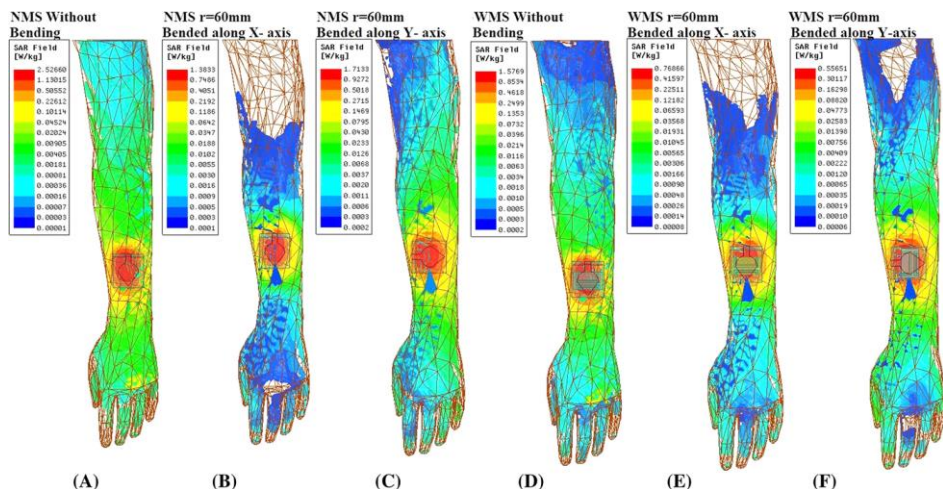
El escenario con el que la industria enfrentará la licitación

		Banda (en MHz)	Total disponible	Entel	Movistar	Claro	WOM	VTR	Telsur	Libre	Límite por empresa en cada una de las macrobandas (%) (en MHz)	
Macrobanda	Baja	700		30	20	20				20		
		850	160		25	25					32%	51
		900		20								
	Media-baja	1.900		60	30	30						
		1.700/2.100	360				60	30		30	30%	108
Media	2.600		40	40	40							
	3.500	350	100	50*	50		50*	50*	150	30%	105	
Alta	26.000	1.600								1.600	25%	400

* Corresponde a bandas en algunas regiones. Entre Movistar, VTR y Telsur suman los 50 MHz.

Recopilación de antecedentes de la fuente emisora que será regulada por la futura norma

- Teléfono como elemento a ser considerado como fuente
- Estudios y normas toman con precaución este dispositivo (estadísticamente nuevo en términos de su tipo de uso)
- Potencias mayores a las que puede irradiar una torre de telefonía
- Introducción de SAR



Análisis del marco regulatorio nacional e internacional

- Análisis de normativa nacional e internacionales
- Recomendaciones de entes internacionales (Unión Europea, IEEE, ICNIRP)
- Comparación con normas de otros países
- Énfasis en países con normativas estrictas en términos de radiación electromagnética

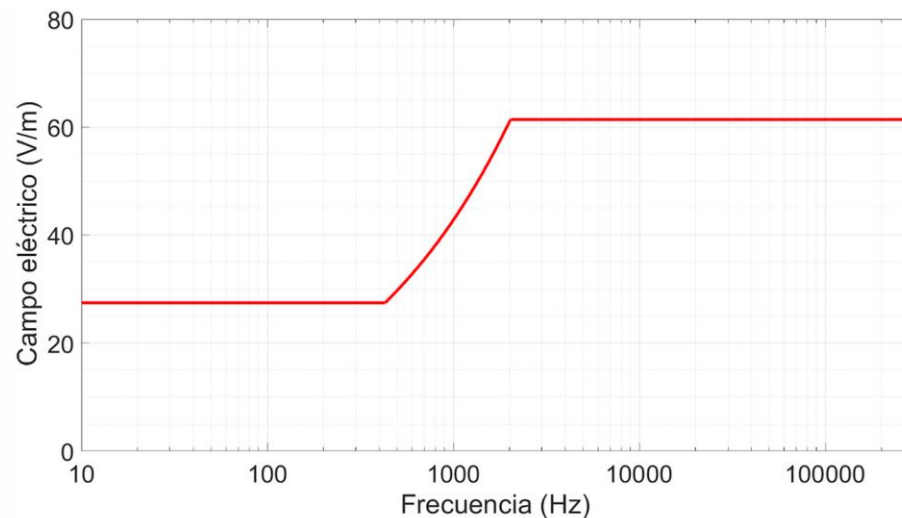


Análisis del marco regulatorio nacional e internacional



Banda de frecuencia (MHz)	Intensidad campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
0.009-1	87	-
1-10	$87/f^{1/2}$	-
10-400	-	200
400-2200	-	$f/2$
2200-300000	-	1000

- Ley 20599 y Resolución exenta 3103
- zonas urbanas límite de $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($\sim 19 \text{ V/m}$)
- zonas sensibles límite $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($\sim 6.1 \text{ V/m}$)
- SAR: 1,6 W/kg, sobre 1 gramo de tejido y 2,0 W/kg, sobre 10 gramos contiguos de tejido





Análisis del marco regulatorio nacional e internacional

País o norma	900 MHz		1800 MHz		2100 MHz	
	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Densidad de potencia (W/m ²)
1999/519 /EC	41	4,5 / 450	58	9 / 900	61	10 / 1000
IEEE	41	4,5 / 450	58	9 / 900	61	10 / 1000
ICNIRP	41	4,5 / 450	58	9 / 900	61	10 / 1000
Chile	41	4,5 / 450	41	4,5 / 450	41	4,5 / 450
	19	0,95 / 95	19	0,95 / 95	19	0,95 / 95
	6,1	0,1 / 10	6,1	0,1 / 10	6,1	0,1 / 10





Análisis del marco regulatorio nacional e internacional

País	900 MHz	1800 MHz	2100-2600 MHz
	Densidad de potencia ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	Densidad de potencia ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	Densidad de potencia ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
Bélgica	10	19,2	22
Italia	10	10	10
Luxemburgo	2,4	2,4	2,4
Polonia	10	10	10
Suiza	4	10	10
Promedio	7,28	10,32	10,88
Chile¹	10	10	10

Valores límite para frecuencias de telefonía móvil correspondientes a los cinco países con menores valores (en $\mu\text{W}/\text{cm}^2$), su promedio y comparación con Chile.¹ Valores para zonas declaradas como sensibles.



Análisis del marco regulatorio nacional e internacional

- Una gran cantidad de países han adoptado niveles recomendados por comités de expertos internacionales: **ICNIRP, IEEE, UE**
- Límites establecidos por esas instituciones basado en **evidencias científicas demostrables**
- Países adoptan valores menores por **razones socio-políticas y principios de precaución.**
- Chile tiene una norma bastante estricta en términos de los niveles de campo eléctrico comparado con otros países.
- Establecer en sus valores un promedio de los cinco menores valores establecidos por países de la OCDE, requiere de una constante revisión y actualización de la norma.
- Se sugiere extender las bandas tratadas como de telefonía, en las cuáles se hace énfasis, ya que con la incorporación de las nuevas generaciones de comunicaciones, estas bandas tenderán a cambiar.

Análisis del marco regulatorio nacional e internacional

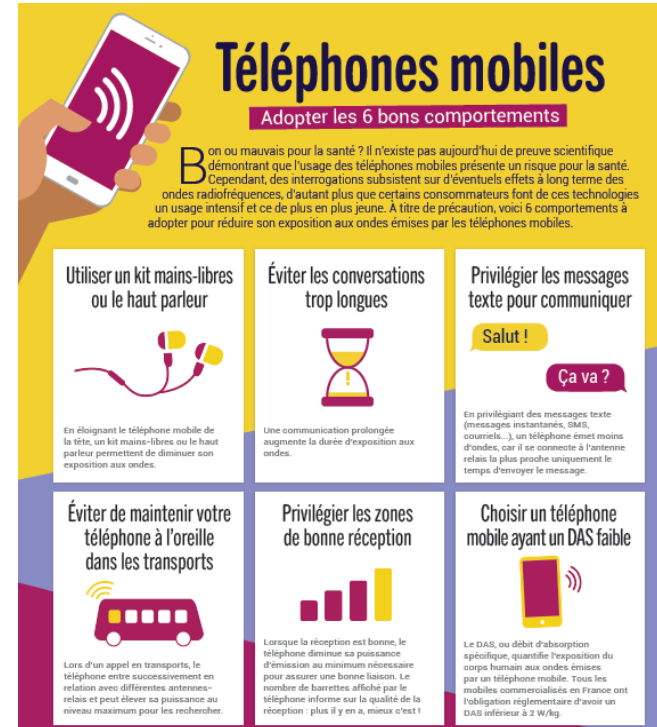
- **Niveles de SAR:** Chile ha adoptado valores que han tomado otros países basados en las distintas recomendaciones de entidades internacionales y se tomaron medidas sobre información y divulgación de estos niveles en los aparatos móviles.

- Otros países han tomado medidas más activas de **información a la población:** recomendaciones de uso del teléfono móvil

- Las normativas adoptadas **incluyen norma técnica de medición,** basada en algún estándar validado por instituciones certificadas internacionales (IEEE, FCC, IEC, CENELEC, etc).

- Existe una norma técnica: faltan detalles respecto al **equipo de medición, antenas a usar (factores de corrección), promedio espacial, promedio temporal, tiempos de muestreo, anchos de banda a medir en una medición, tipo de señal que se mide**






- Tiene una etapa de **validación del protocolo (SUBTEL):** la definición de un estándar o protocolo normado y validado internacionalmente permitiría evitar cualquier tipo de ambigüedad a la hora de realizar una medición.



Téléphones mobiles

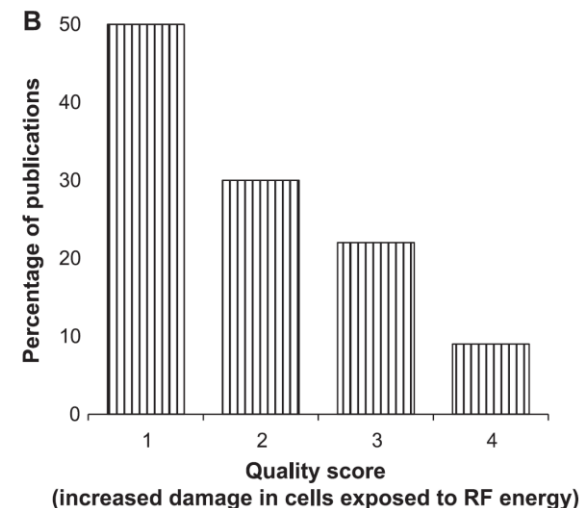
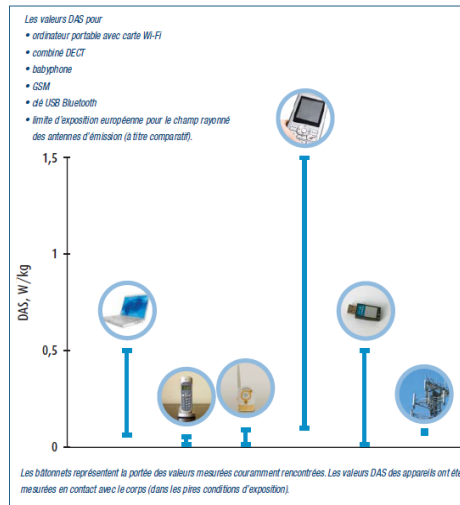
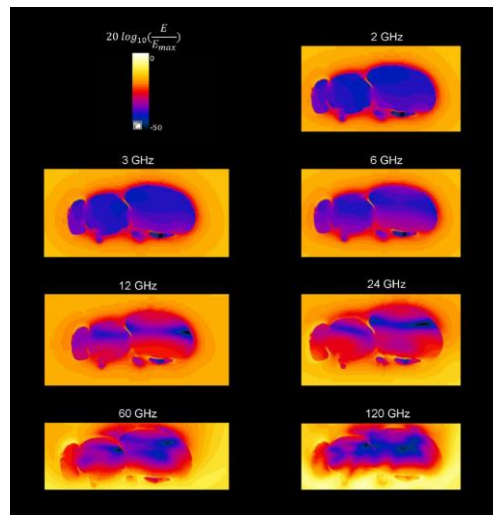
Adopter les 6 bons comportements

B on ou mauvais pour la santé ? Il n'existe pas aujourd'hui de preuve scientifique démontrant que l'usage des téléphones mobiles présente un risque pour la santé. Cependant, des interrogations subsistent sur d'éventuels effets à long terme des ondes radiofréquences, d'autant plus que certains consommateurs font de ces technologies un usage intensif et ce de plus en plus jeune. À titre de précaution, voici 6 comportements à adopter pour réduire son exposition aux ondes émises par les téléphones mobiles.

<p>Utiliser un kit mains-libres ou le haut parleur</p>  <p>En éloignant le téléphone mobile de la tête, un kit mains-libres ou le haut parleur permettent de diminuer son exposition aux ondes.</p>	<p>Éviter les conversations trop longues</p>  <p>Une communication prolongée augmente la durée d'exposition aux ondes.</p>	<p>Privilégier les messages texte pour communiquer</p> <p>Salut !</p> <p>Ça va ?</p> <p>En privilégiant des messages texte (messages instantanés, SMS, courriels...), un téléphone émet moins d'ondes, car il se connecte à l'antenne relais la plus proche uniquement le temps d'envoyer le message.</p>
<p>Éviter de maintenir votre téléphone à l'oreille dans les transports</p>  <p>Lors d'un appel en transports, le téléphone entre successivement en relation avec différentes antennes-relais et peut élever sa puissance au niveau maximum pour les rechercher.</p>	<p>Privilégier les zones de bonne réception</p>  <p>Lorsque la réception est bonne, le téléphone diminue sa puissance d'émission au minimum nécessaire pour assurer une bonne liaison. Le nombre de barrettes affiché par le téléphone informe sur la qualité de la réception : plus il y en a, mieux c'est !</p>	<p>Choisir un téléphone mobile ayant un DAS faible</p>  <p>Le DAS, ou débit d'absorption spécifique, quantifie l'exposition du corps humain aux ondes émises par un téléphone mobile. Tous les mobiles commercialisés en France ont l'obligation réglementaire d'avoir un DAS inférieur à 2 W/kg.</p>

Recopilación de antecedentes sobre impactos de las ondas electromagnéticas en los seres vivos

- El impacto de las ondas electromagnéticas en los seres vivos se ha estudiado por diversas organizaciones e investigadores: IEEE, ICNIRP, IARC, etc.
- La mayoría de los estudios clasifican las ondas electromagnéticas en tres categorías:
 - 0 Hz a 100 KHz
 - 100 KHz a 6 GHz
 - 6 GHz a 300 GHz.
- La mayoría de las investigaciones se centran en la exposición de las ondas electromagnéticas debido al uso de teléfonos celulares.
- Se analizaron mas de **70 estudios**, muchos de ellos **conteniendo cientos de referencias** de otros estudios





Recopilación de antecedentes sobre impactos de las ondas electromagnéticas en los seres vivos

- Si bien existe una gran cantidad de estudios que sugieren una correlación entre las radiación electromagnética y algún grado de impacto en los seres vivos, todavía son necesarios estudios adicionales para confirmar una relación en los seres vivos
- La OMS se encuentra con investigaciones en desarrollo orientados a 5G cuyos resultados serán expuestos el 2022.
- Se muestra que no existen efectos de las ondas electromagnéticas con niveles que estén por debajo de los límites establecidos en Chile.
- Es necesario que los nuevos estudios deben mejorar significativamente para que sean útiles en la determinación de una relación o el mecanismo de interacción de las ondas electromagnéticas con los seres vivos.
- Por lo tanto, no existe evidencia suficiente para determinar que sea necesario hacer más restrictivos los límites de exposición.
- Sin embargo, se recomienda efectuar una revisión bibliográfica periódica sobre información que pueda arrojar nuevos estudios.

Mediciones de campo electromagnético



Fig 4.1. Esquema etapas de medición.

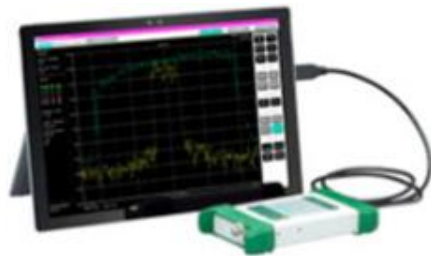


Fig 4.3. analizador de espectro ultraportátil de anritsu que opera hasta los 70 GHz.



Fig 4.2. Espectro electromagnético en la banda de frecuencia de 824 a 960 MHz.

Mediciones de campo electromagnético

- Se realizaron 40 mediciones en 16 estaciones bases diferentes.
- Lugares de medición en Valparaíso y Viña del Mar. En zonas urbanas y rurales.





Mediciones de campo electromagnético

Nombre estación base	Densidad de Potencia ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)		
	824 - 960 MHz	1710 - 2155 MHz	2525 - 2665 MHz
Caleta Portales – Valparaíso	0,00316	0,02086	0,09884
Caleta Portales – Valparaíso	0,04262	0,03461	0,00778
Esmeralda 1 - Valparaíso	0,00027	0,00236	0,00001
Esmeralda 2 – Valparaíso	0,07139	0,00721	0,00263
Victoria – Valparaíso	0,00478	0,10319	0,00005
Ruta 68_1 – Valparaíso	0,00028	0,00002	0,00000
Ruta 68_2 – Valparaíso	0,00001	0,00005	0,00000
Wilkinson_1 – Valparaíso	0,10323	0,13479	0,00941
Wilkinson_2 – Valparaíso	0,30376	6,77096	0,14960
Wilkinson_3 – Valparaíso	0,02186	0,03345	0,18353
Curauma_1 – Valparaíso	0,00000	0,00003	0,00108
Curauma_2 – Valparaíso	0,00075	0,00006	0,01768
Curauma_3 – Valparaíso	0,00001	0,00000	0,00000
Laguna_Curauma – Valparaíso	0,00003	0,00210	0,00199
Laguna la Luz – Valparaíso	0,00026	0,00895	0,01209
Las Tablas – Valparaíso	0,00000	0,00000	0,00000
Placilla_Copac – Valparaíso	0,00080	0,00307	0,00003
Pólvora – Valparaíso	0,00006	0,00051	0,00119
Primera – Valparaíso	0,00094	0,01302	0,02747
Primera/Quinta_1 – Valparaíso	0,02976	0,02913	0,00011
Primera/Quinta_2 – Valparaíso	0,00000	0,00055	0,00092
Quinta – Valparaíso	0,00016	0,03349	0,08089
Renolit_1 – Valparaíso	0,00001	0,00002	0,00000
Renolit_2 – Valparaíso	0,00028	0,00067	0,00000
8julio/chilesur – Viña del Mar	0,00652	0,09172	0,00223

Mediciones de campo electromagnético

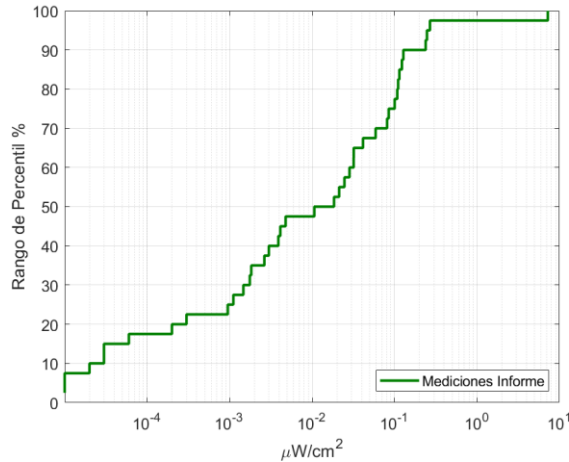


Fig. 4.4- Función de distribución acumulada de las mediciones de densidad de potencia (en $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) realizadas para este informe.

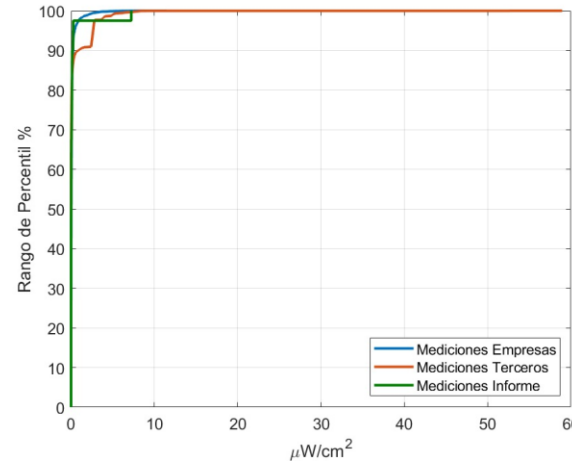
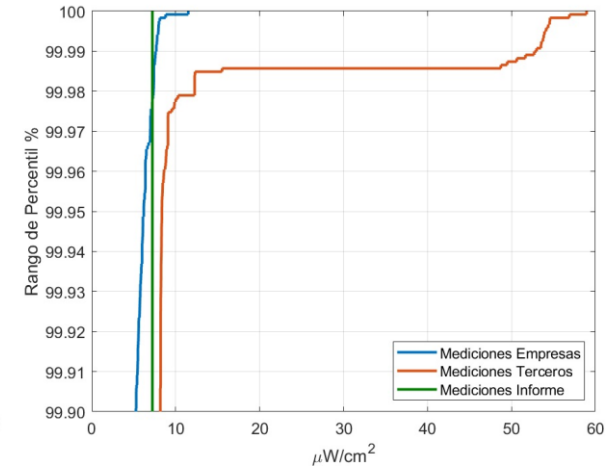


Fig. 5.3- Función de distribución acumulada de las mediciones de densidad de potencia realizadas para este informe y de los datos de mediciones entregados por la SUBTEL a nivel nacional. Izquierda: escala de porcentaje completa. Derecha: detalle del rango entre 99.9% y 100%.



- Se puede observar que el 100% de las mediciones en la V región se encuentran por debajo de los $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ y que el 97.5% (39 de las 40) de las mediciones se encuentran por debajo de los $0.3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Alrededor del 99.98% de los valores entregados por SUBTEL se encuentran bajo los $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- Los $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ corresponde actualmente al límite establecido para las zonas sensibles en Chile, y por países como Italia y Polonia que son unos de los 5 países con límites más rigurosos de la OCDE.
- Los $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ han sido adoptados por diversos países por razones socio-políticas o por principio de precaución y no por razones que se basen en evidencias científicas demostrables y válidas en términos estadísticos y experimentales.
- Se recomienda definir un protocolo de medición estándar como el IEC 62232.



Propuesta de regulación a ser aplicada en el país

- **Análisis de Ley 18.168 - Ley General de Telecomunicaciones, Ley 20.599 (año 2012), Resolución Exenta 3103 del Min. de Telecomunicaciones, Regulación internacional**
- **Problemas detectados en Chile y posibilidades de mejoras a través de una modificación legal.**
 - **Protocolos de medición no están adecuadamente reglamentados. En la norma actual no se incluye:**
 - Tipo de equipamiento y antenas
 - Tipo de señal a medir y cálculos asociados
 - Certificados del equipamiento
 - Escenarios de medición y cómo realizar, en detalle, la medición
 - Principios de incertidumbre
 - Estándares para la simulación de los distintos escenarios
 - **No existe ningún criterio o principio para poder concluir, de forma objetiva y a tiempo, cuándo debieran modificarse los límites máximos de radiación**
 - **Criterio “de seguimiento” a otras normas internacionales**
 - **Protocolos de medición de ondas deben ser ajustados a los principios internacionales de mayor rigor científico.**

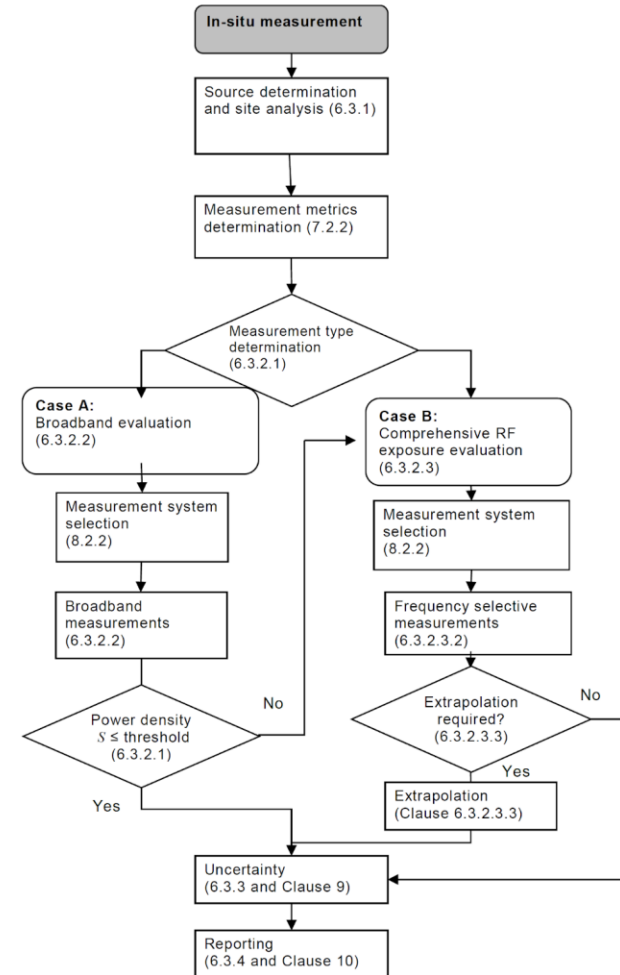
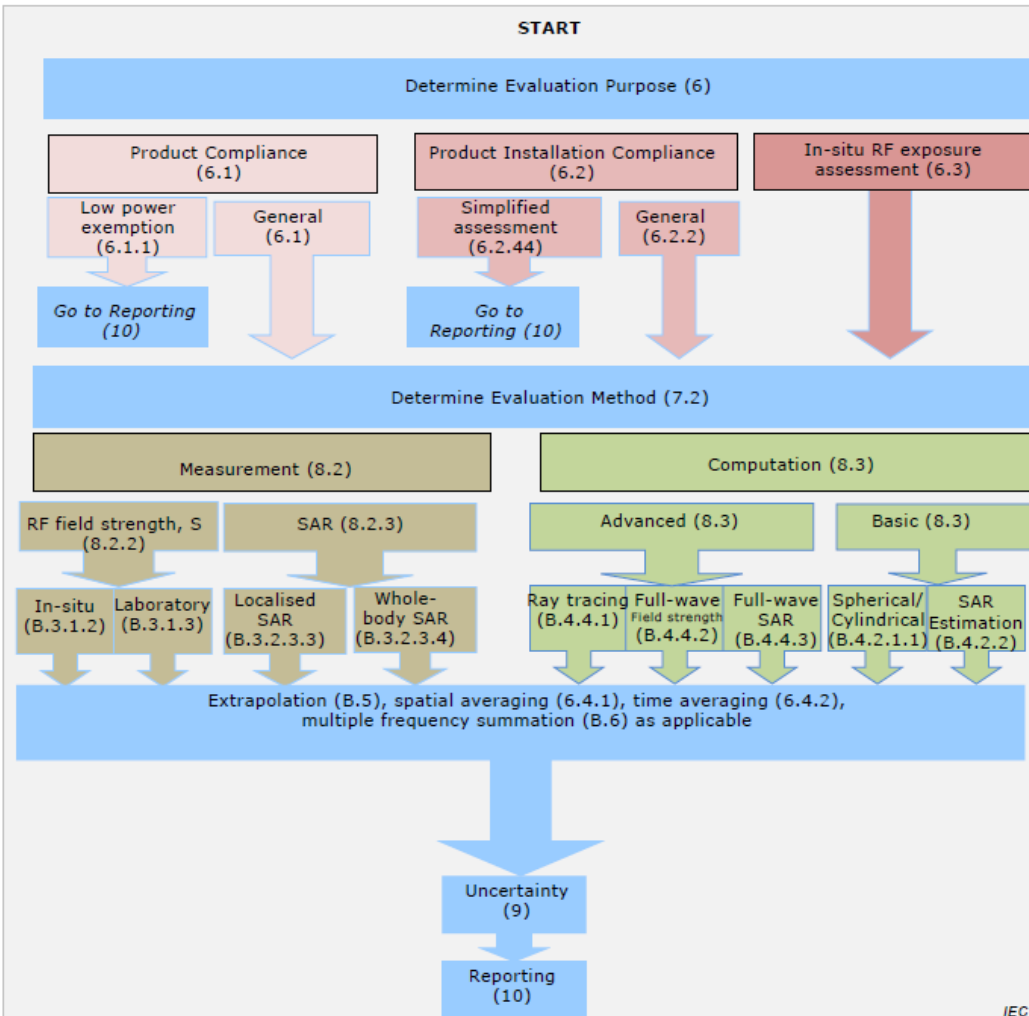


Propuesta de regulación a ser aplicada en el país

Propuesta de solución

- **Creación de un mecanismo u órgano encargado de recomendar modificaciones a los límites de radiación por antena:** organismo multisectorial, integrado por representantes del Ministerio de Telecomunicaciones, del Ministerio de Medio Ambiente, de las empresas de telecomunicaciones y de al menos una universidad del país en representación de la sociedad científica para que ellos, al menos una vez al año, analicen los avances en materia de creación de nuevas tecnologías y de investigaciones médicas, para proponer –cuando sea necesario- a la autoridad competente, una modificación legal respecto de los límites de densidad de potencia.
- **Modificación de los valores límites de radiación por antenas:** fijar el límite, para cualquier frecuencia ocupada en telefonía móvil, en $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ en zonas urbanas ocupadas o habitadas, es decir, donde las personas estén en constante exposición.
- **Modificación del procedimiento de medición de radiación:** uso de estándar internacional IEC 623232 “Determination of RF field strength, power density and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure” y la IEC TR 62669 “Case studies supporting IEC 62232 – Determination of RF field strength, power density and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure” para el protocolo de medición y elaboración de informes

Propuesta de regulación a ser aplicada en el país





Recopilación de antecedentes para la evaluación del impacto económico y social de la regulación

- **Impactos de la actualización de los límites permitidos**
 - Límites propuestos no requieren realizar cambios de infraestructura o tecnología en el 100% de los casos. El impacto económico de los nuevos límites será prácticamente inexistente.
 - Impacto social: relación intuitiva en la población entre las emisiones de radiofrecuencia y potenciales impactos negativos en la salud.
- **Impactos de la actualización de los límites permitidos**
 - Sin consto para las empresas del rubro, salvo adquisición y capacitación en la normativa.
 - Costo de entrada para empresas que quieran dedicarse al rubro de medición

Item	Valor en pesos chilenos
Analizador de espectro y antenas hasta 6 GHz	\$2.500.000
Compra estándar IEC	\$600.000
Calibración anual del equipo	\$2.300.000/año
Técnico capacitado (valor mensual)	\$700.000/mes

- Una toma de datos precisa, clara, inequívoca y objetiva permite la validación de la tecnología instalada actualmente y de las instalaciones futuras.
- Monitoreo de cambios o variaciones no anormales.
- Mejor aceptación y confianza ciudadana para los datos muestreados.
- Mejoras en la difusión y comprensión de los datos.



LICITACIÓN N°608897-79-LE20

ESTUDIO DE ANTECEDENTES PARA LA ELABORACIÓN DE NORMA DE EMISIÓN PARA REGULAR ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EN EL AMBIENTE

Informe Final

Dr. Mauricio Rodríguez, Dr. Francisco Pizarro

Escuela de Ingeniería Eléctrica

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso