

The background of the slide is a photograph of a modern, multi-story building with a light-colored facade and large windows. A Spanish flag is visible on a pole in front of the building. The scene is captured from a low angle, looking up at the building. A green rectangular frame is superimposed over the center of the image, containing the main title and author information.

EL PROYECTO MARNA AMPLIACION DEL MAPA DE RADÓN

Proyecto Radón 10 x 10 del CSN

**J.L. Martín Matarranz
Consejo de Seguridad Nuclear**

**El Radón: Exposición de riesgo para la salud.
Soluciones para su reducción.
Santiago de Compostela Noviembre de 2010**

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- **Año 1986, la Unión Europea y la Agencia Internacional de Energía Atómica, promovieron la elaboración de atlas dosimétricos nacionales de radiación natural.**
- **Año 1991, acuerdo específico entre el CSN y ENUSA para la realización del proyecto.**
- **Colaboradores adicionales. Universidad de Extremadura, Salamanca, Vigo, Cantabria, Politécnica de Cataluña, Xunta de Galicia y el Instituto Tecnológico y Geominero.**
- **Utilización de datos procedentes de medidas aéreas y terrestres obtenidas en los distintos planes de exploración del uranio. Realización de nuevas medidas dentro del proyecto.**
- **Objetivo: Disponer de mapas de radiación natural, para conocer los niveles a los que estamos expuestos y evaluar los posibles incrementos respecto al fondo.**

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

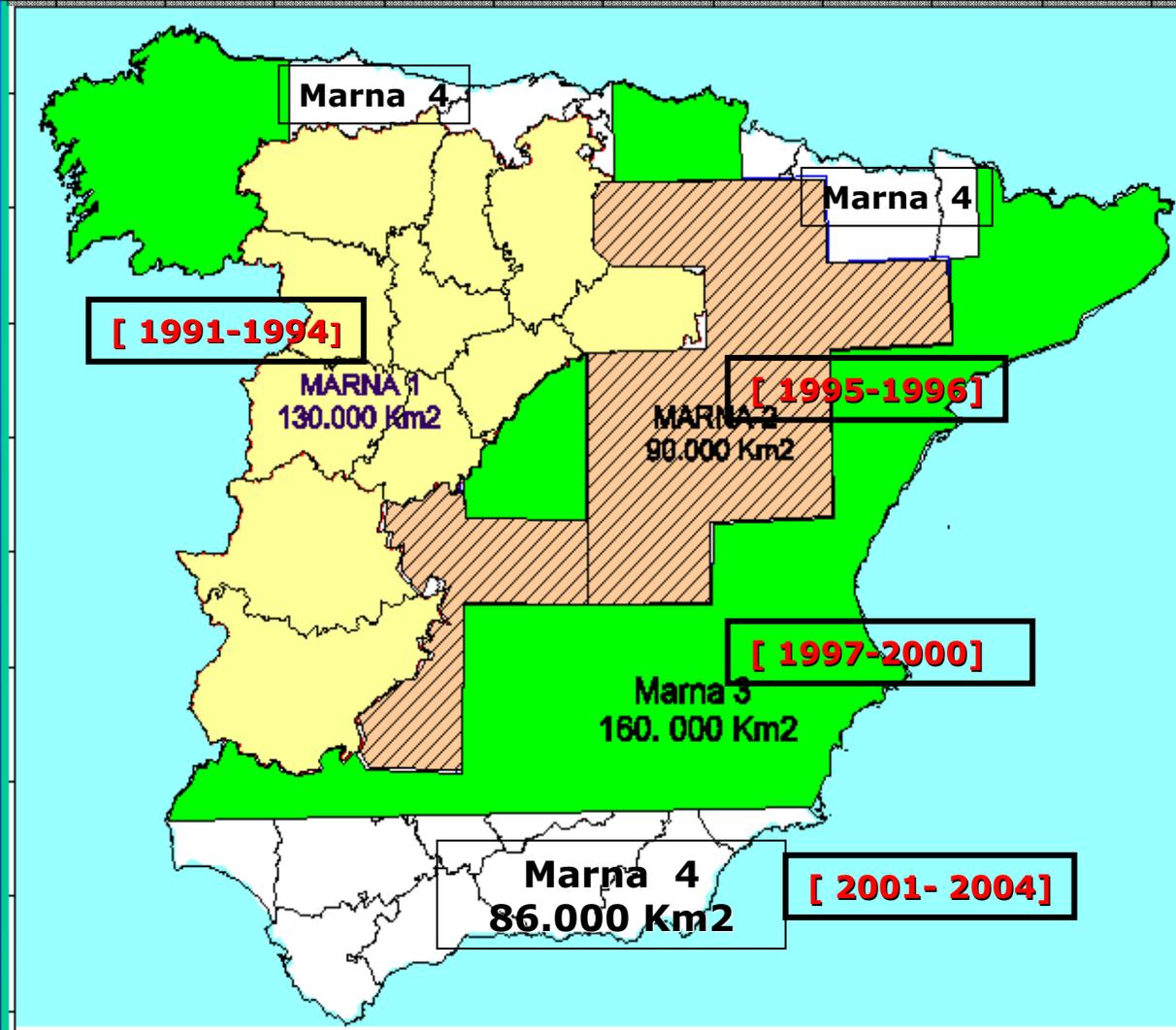
- **Necesario realizar nuevas medidas durante la ejecución del proyecto, utilizadas para:**
 - **El establecimiento de correlaciones entre las medidas nuevas y las obtenidas con diferentes equipos utilizados anteriormente.**
 - **El establecimiento de correlaciones entre las medidas aéreas y las terrestres.**
 - **El establecimiento de correlaciones entre radiometría y geología.**
 - **Cubrir zonas definidas donde no existía una densidad suficiente de datos.**

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

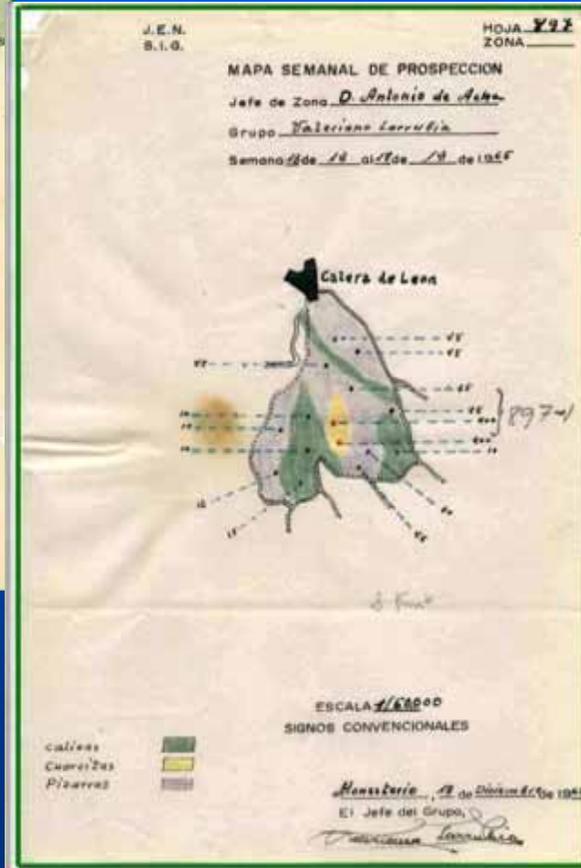
- **Mapa de la península. Proyecto desarrollado en cuatro fases**
- **Resultados obtenidos.**
 - Mapas de tasa de exposición de la península escala 1/1.000.000.
 - Mapas de tasa de exposición escala 1/200.000.de toda la superficie peninsular.
 - Mapa de tasa de exposición a la radiación gamma de Galicia.
 - Mapa de estimación potencial de radón de Galicia.
- **Marna Galicia.**
 - Acuerdo CSN-ENUSA-Xunta de Galicia. Año 1998.
 - Ampliación de los objetivos de la fase III para la Comunidad Gallega, aumentando la densidad de las medidas.

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

Zonas cubiertas por los proyectos MARNA 1, MARNA 2, MARNA 3 y MARNA 4



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



J.E.N. S.I.G. ZONA Siabasa HOJA 897

FICHA DE ANOMALIAS BA-397-2
Jefe de Zona D. Antonio de Acha
Descubierta por Alfonso el 30 de 11 de 1955
Descrita por Alfonso el 10 de 12 de 1955

SITUACION

MUNICIPIO (PROVINCIA)	PARAJE	FINCA		
		Nombre	Propietario	Dirección

OBSERVACIONES

PUNTO DE REFERENCIA (P) Y RADIOMETRIA

PUNTO DE REFERENCIA (P)				RADIOMETRIA			
CANTON				UNIDAD		DIRECCION	
Longitud	Latitud	Dirección	Distancia	Unidad	Medida	Dirección	Distancia
2° 15' 21"	28° 12' 21"	13° E	100	34° E	100	NR/NE	10.000/10

OBSERVACIONES

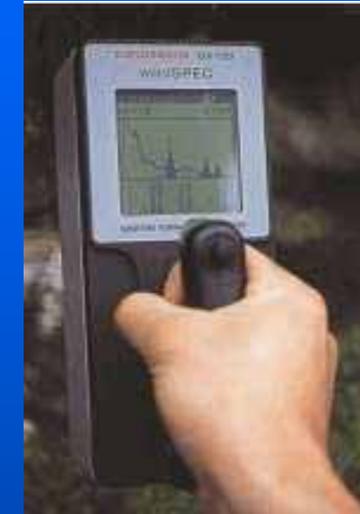
CROQUIS DE SITUACION EN EL TERRENO Y RADIOMETRIA
(A. 10.000/10.000)

OBSERVACIONES:

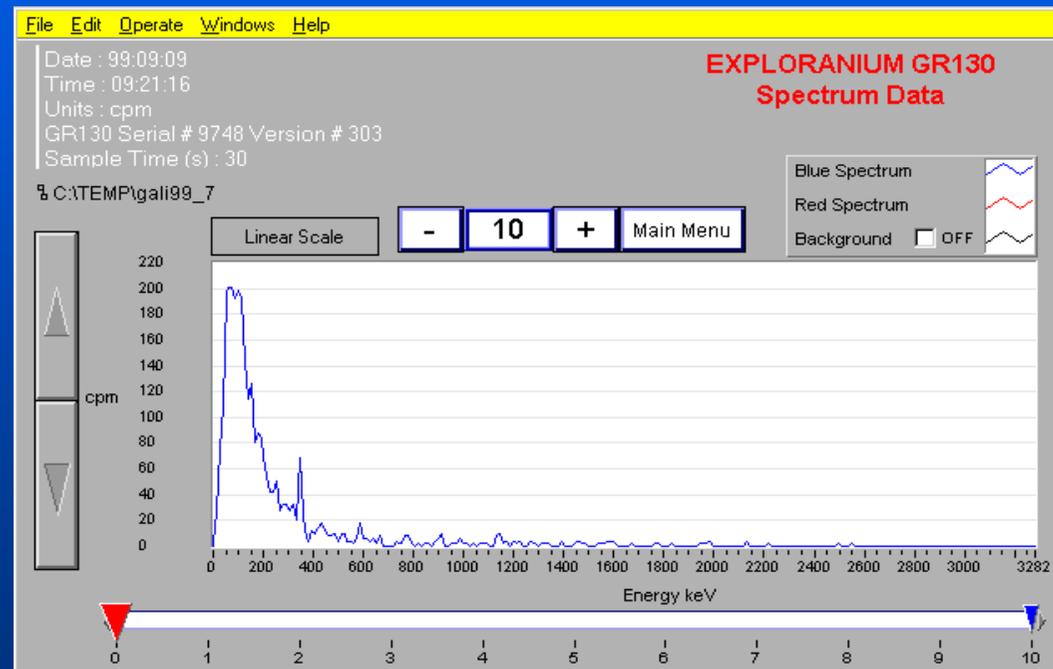
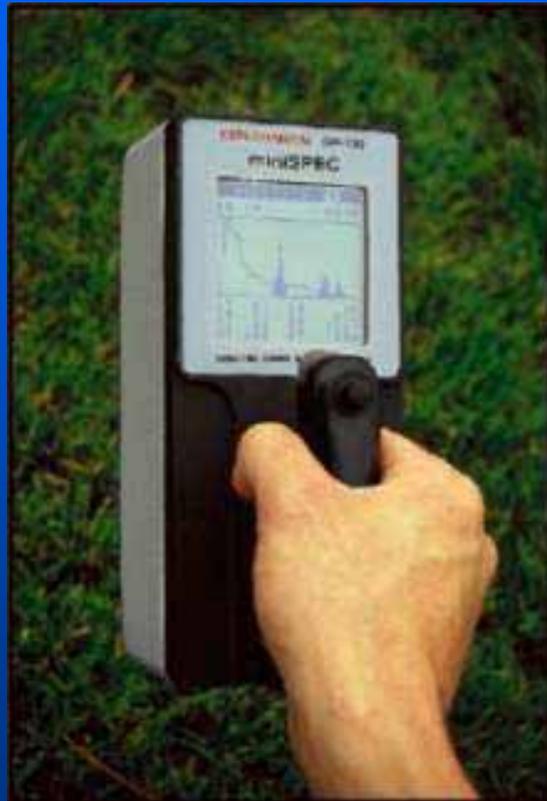
Referencia	Observación
1	Punto de 1000 metros situado en el centro de una finca.
2	Pizarra del Neis.
3	Neis.
4	Superficie plana de caliza.

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

Equipos de medida utilizados en el proyecto MARNA



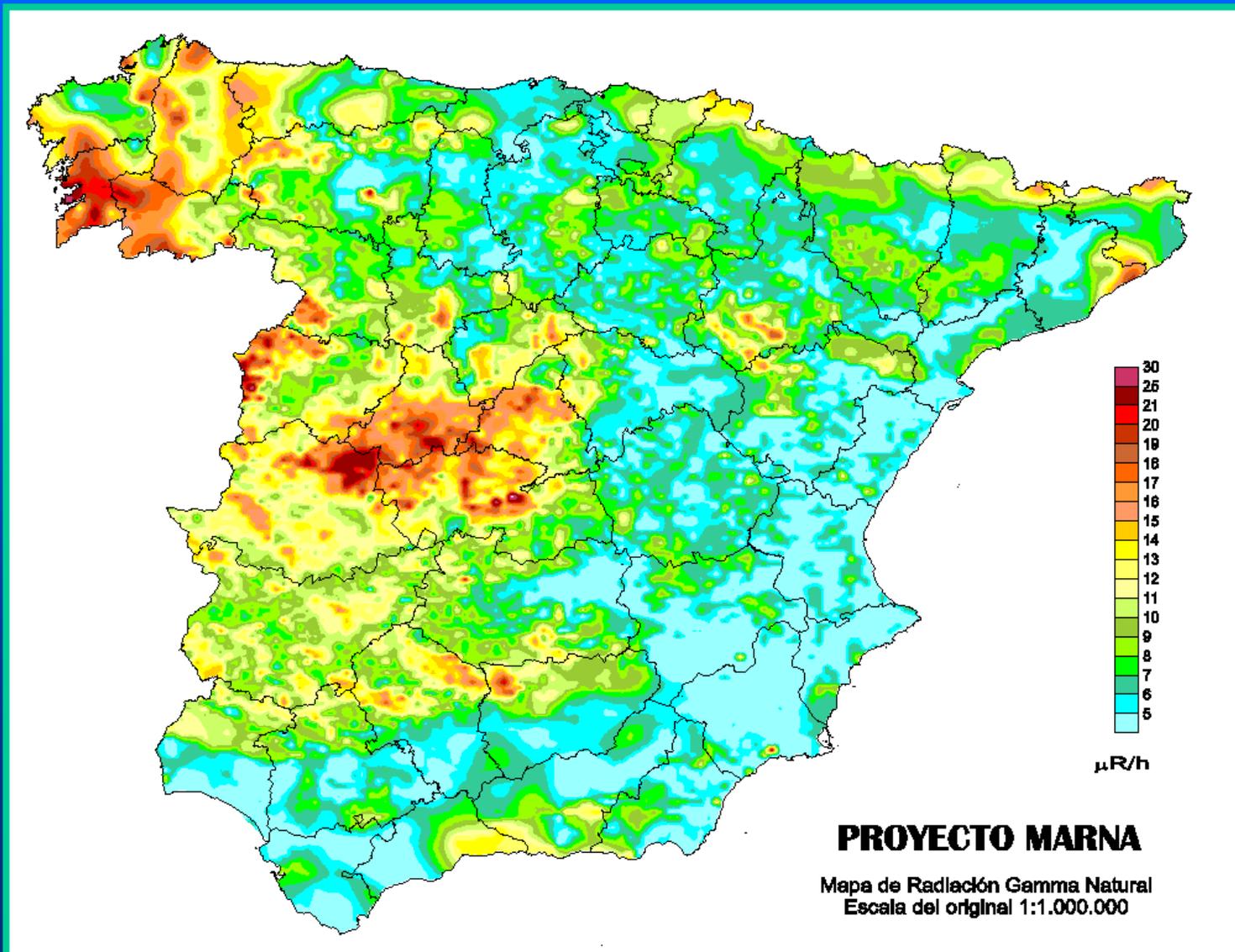
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



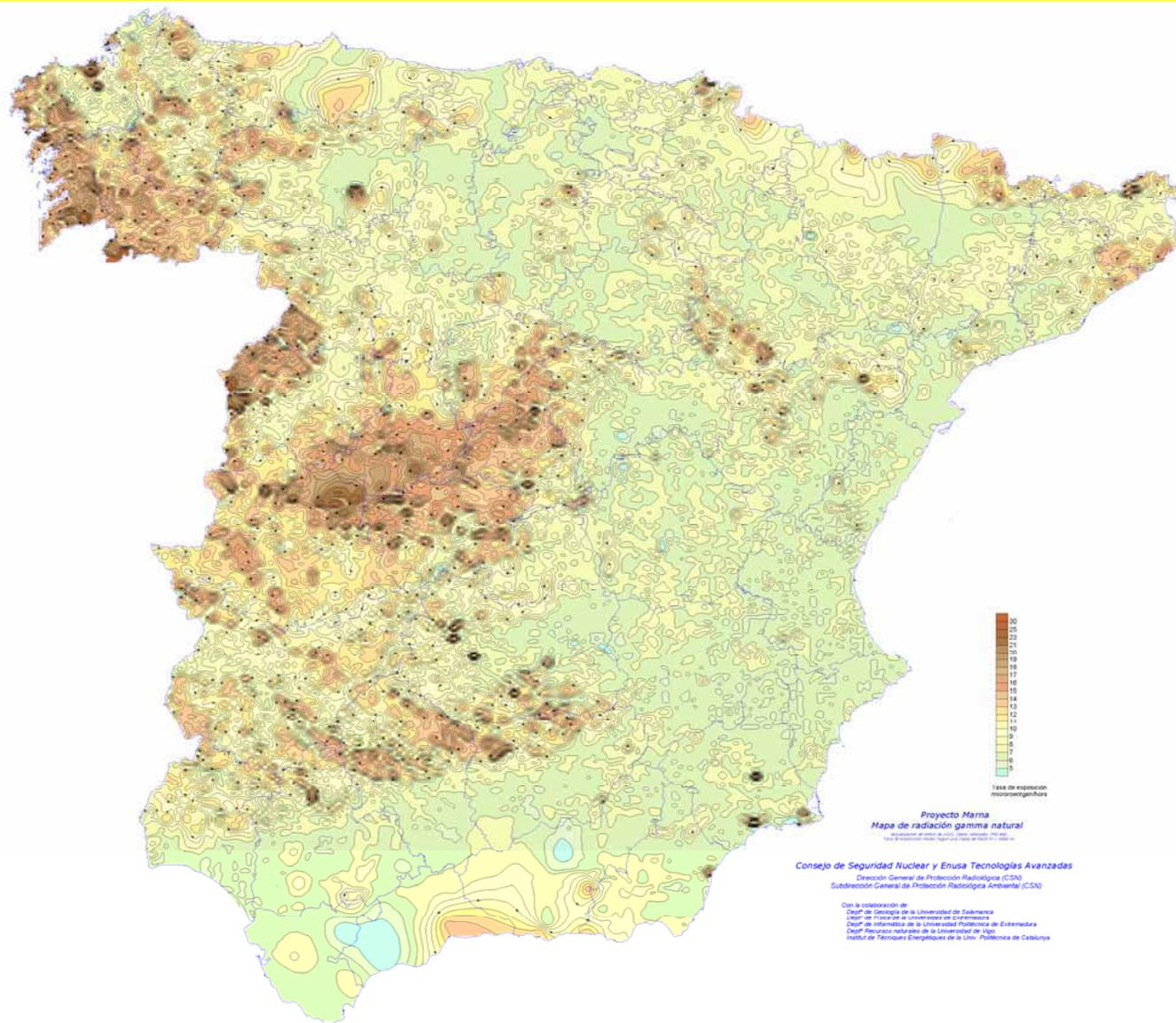
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



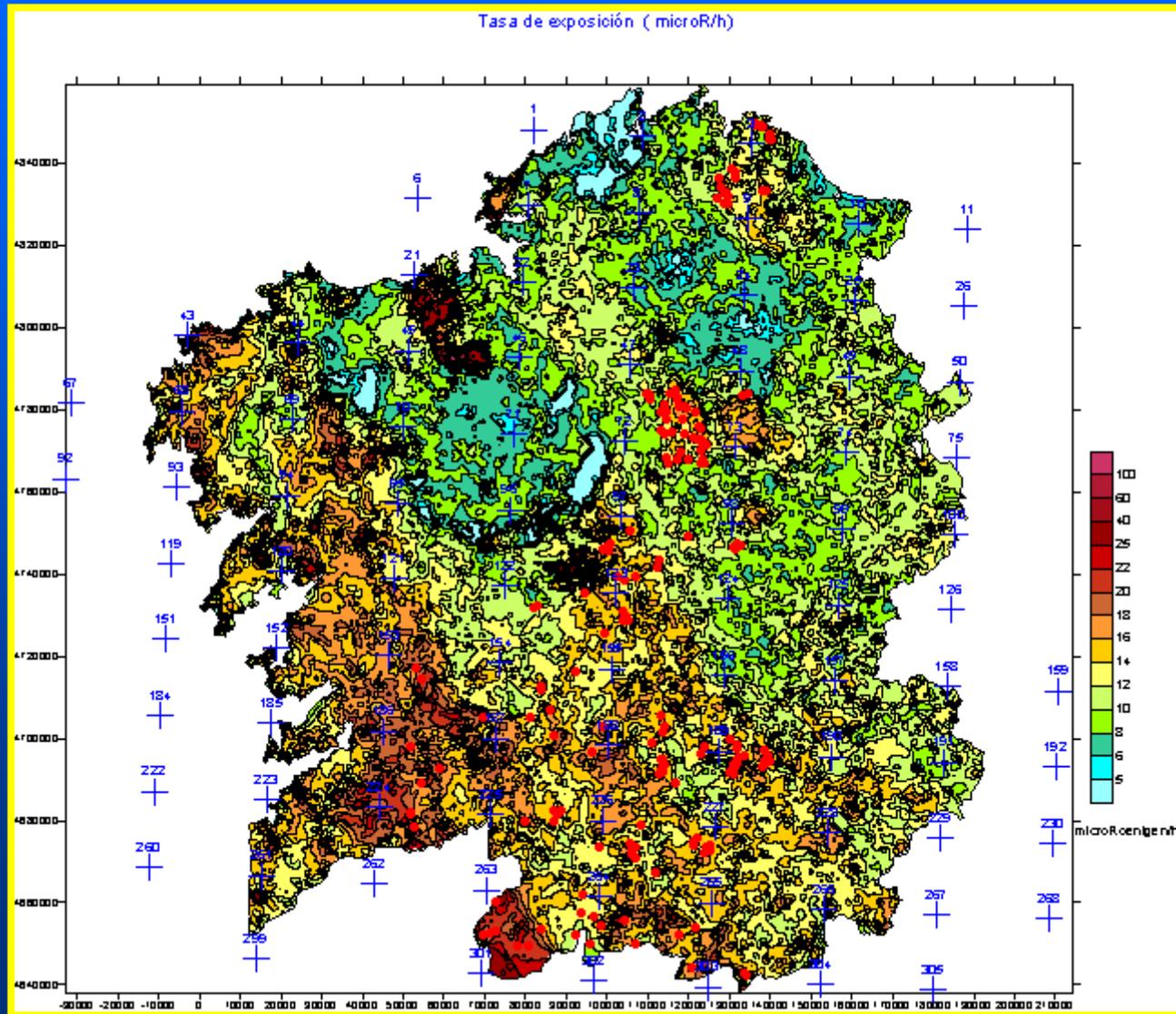
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

Rocas	potasio		torio		uranio		Total $\mu\text{R/h}$
	%	$\mu\text{R/h}$	ppm	$\mu\text{R/h}$	ppm	$\mu\text{R/h}$	
Basálticas							
-valor medio	0.8	1.2	4.0	1.2	1.0	0.6	3.0
-rango	0.2-2.0	0.3 - 3.0	0.5-10	0.1 - 3.0	0.2-4	0.0 - 2.4	0.5 -8.5
Graníticas							
-valor medio	3.0	4.5	12	3.6	3.0	1.9	10.0
-rango	2.0-6.0	3 - 9	1.0-25	0,3 - 7.7	1.0-7.0	0.6 - 4.5	4.0 - 21
Arcillosas							
-valor medio	2.7	4.1	12.0	3.6	3.7	2.3	10.0
-rango	1.6-4.2	2.5 - 6.4	8.0-18.0	2.4 -5.4	1.5-5.5	1 - 3.5	6 - 15
Areniscas							
-valor medio	1.1	1.7	1.7	0.5	0.5	0.3	2.5
-rango	0.7-3.8	1 - 5.8	0.7-2	0.2 -0.6	0.2-0.6	0.1 - 0.3	1.0 - 7.0
Carbonatadas							
-valor medio	0.3	0.4	1.7	0.5	2.2	1.3	2.2
-rango	0.0-2.0	0.0 - 3.0	0.1-7	0.0 - 2.1	0.1-9.0	0 - 5.5	0 - 10

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

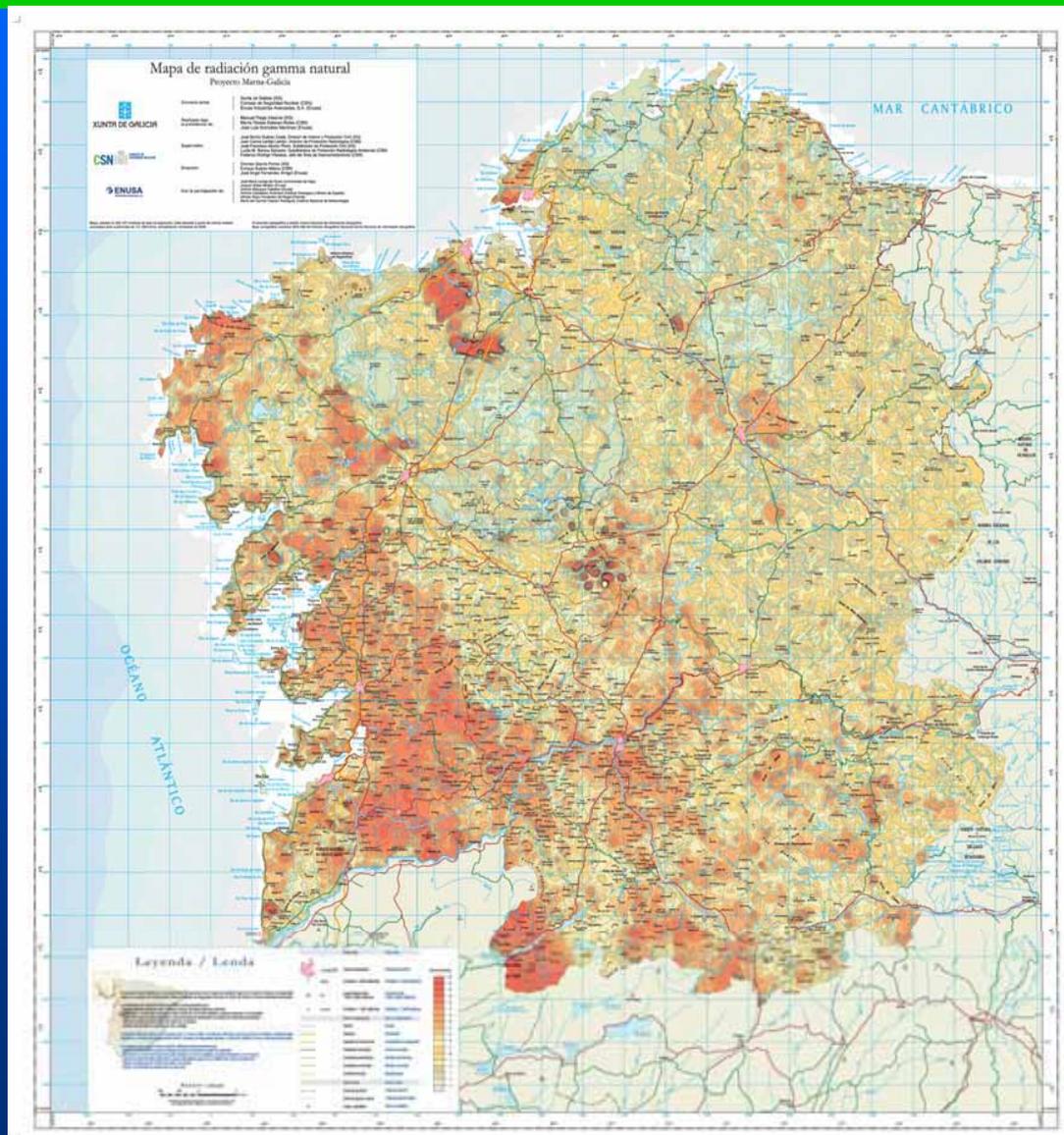


El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

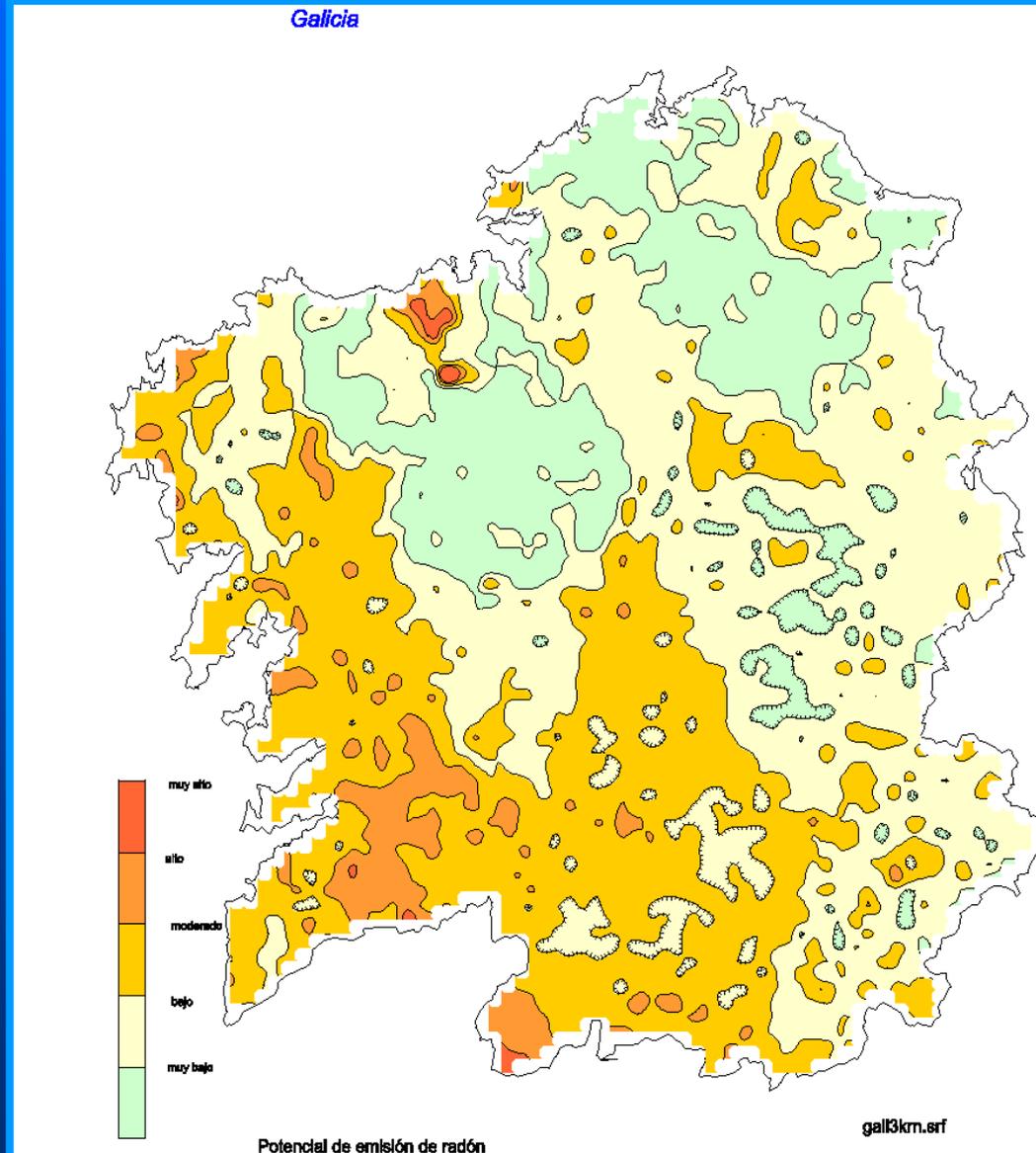


El proyecto MARN. Ampliación del mapa de radón.

MARNA-GALICIA



El proyecto MARN. Ampliación del mapa de radón.



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- ❑ **Grupo de trabajo formado para introducir en el CTE la protección al radón en el interior de las edificaciones, en forma análoga a los códigos existentes en otros países.**
- ❑ **Aspectos considerados en la protección al radón en el CTE.**
 - **Redacción del apartado general de protección al radón.**
 - **Un valor de concentración nivel objetivo de diseño para las nuevas construcciones.**
 - **Clasificación del territorio nacional , en cuanto a la potencialidad de exposición al radón.**
 - **Protocolos para la medida de la concentración de radón en el interior del terreno y en los nuevos edificios.**
 - **Guía de métodos constructivos de protección.**

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

Clasificación del territorio nacional

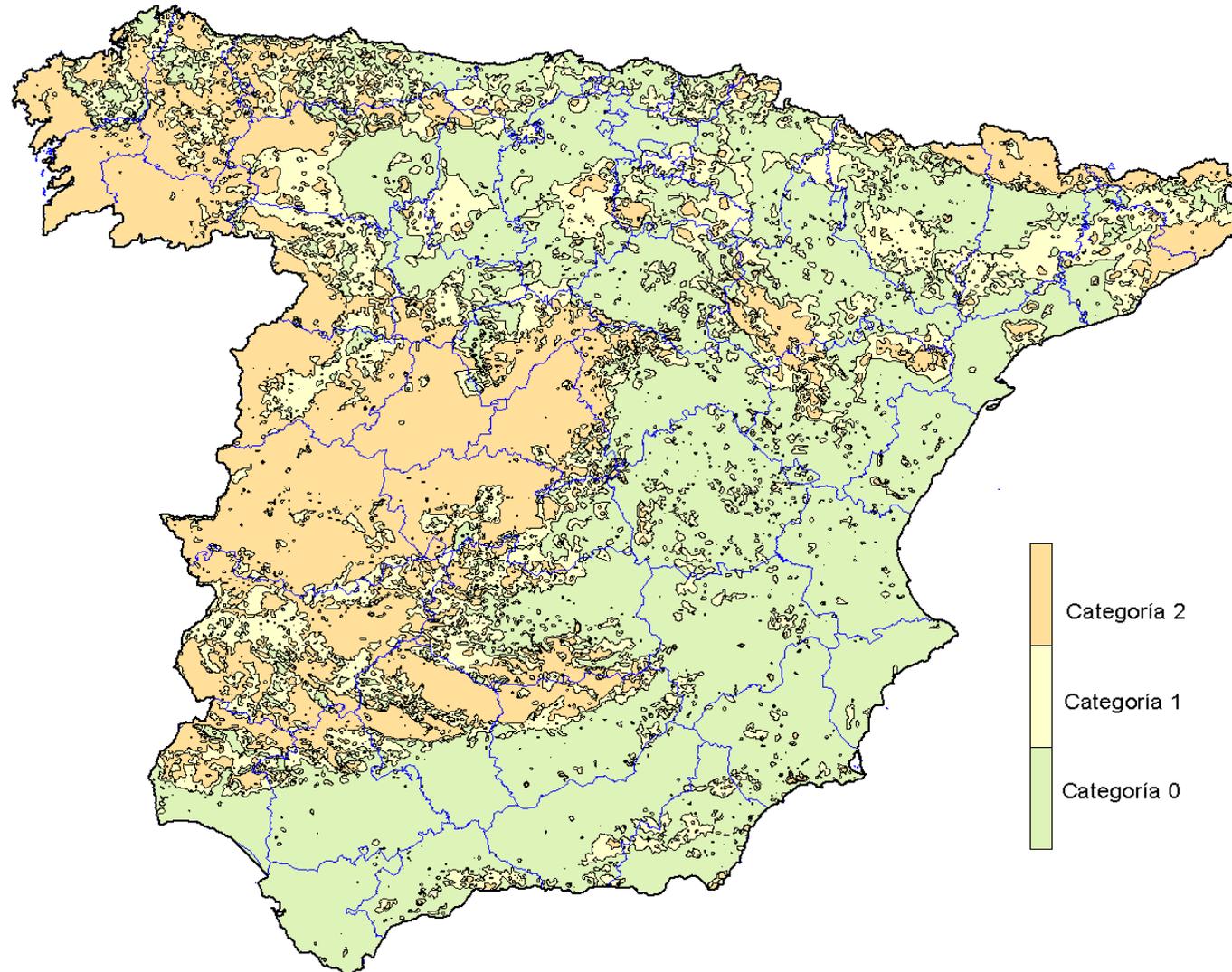
- Para esta clasificación general se consideraron:
 - 1.500.000 resultados de valores de tasa de radiación gamma obtenidos a través del proyecto MARNA.
 - Las características geológicas de las distintas regiones.
 - 1318 datos de concentraciones de actividad de ^{40}K , ^{226}Ra , y ^{232}Th en suelos representativos del país.
 - La contribución de los diferentes radionucleidos al campo de radiación.
$$\mu\text{R/h} = 0,0048 (\text{Bq/kg } ^{40}\text{K}) + 0,051(\text{Bq/kg } ^{226}\text{Ra}) + 0,076 (\text{Bq/kg } ^{232}\text{Th})$$
- El mapa obtenido se comparó con los valores de las medidas de radón en el interior de 5.000 viviendas.

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

CATEGORIA	EXPOSICIÓN POTENCIAL	TASA EXPOSICIÓN ($\mu\text{R}/\text{h}$)	CONC. ^{226}Ra (Bq/kg)	TASA EXHALACIÓN $\text{Bq}/\text{m}^2.\text{s}$
0	BAJA	<7,5	<37,5	<0,053
1	MEDIA	7,5-10	37,5-50	0,053-0,070
2	ALTA	> 10	>50	>0,070

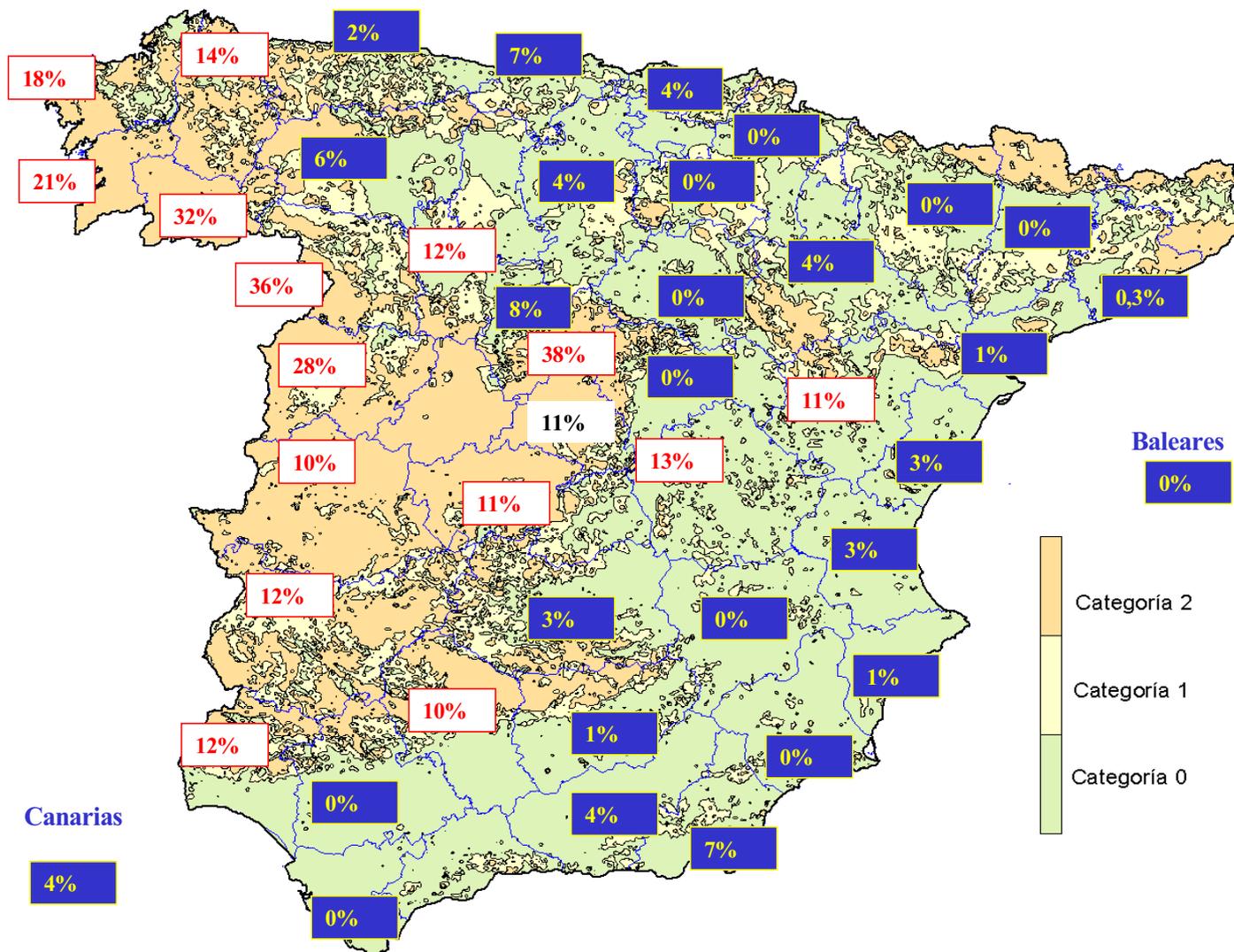
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

Categorías de exposición potencial al radón

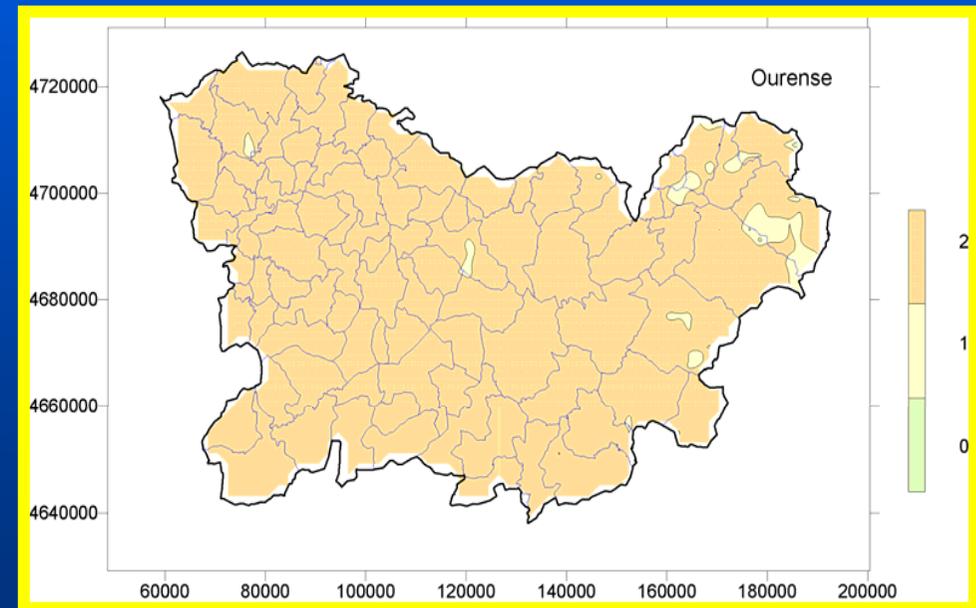
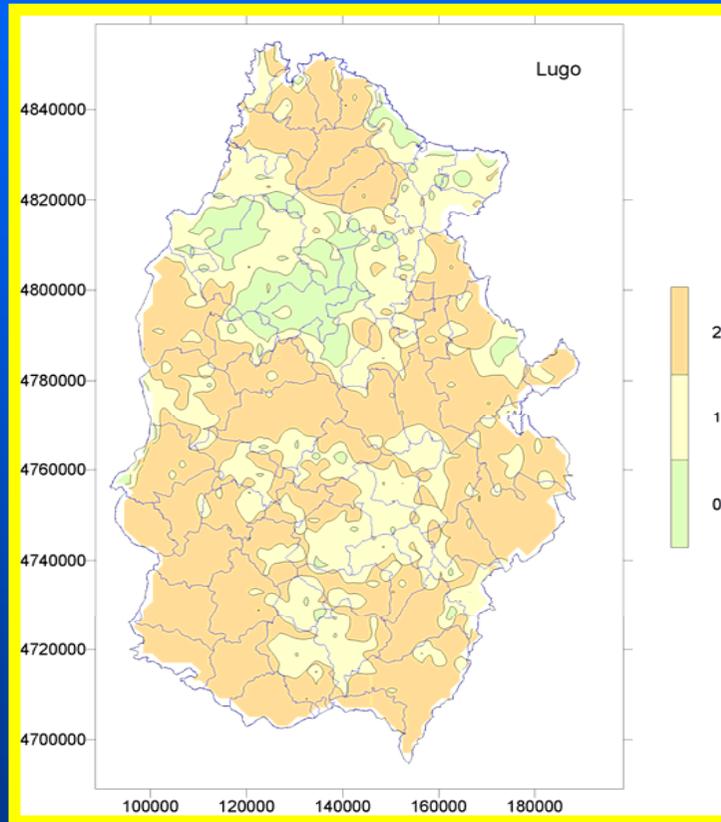


El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

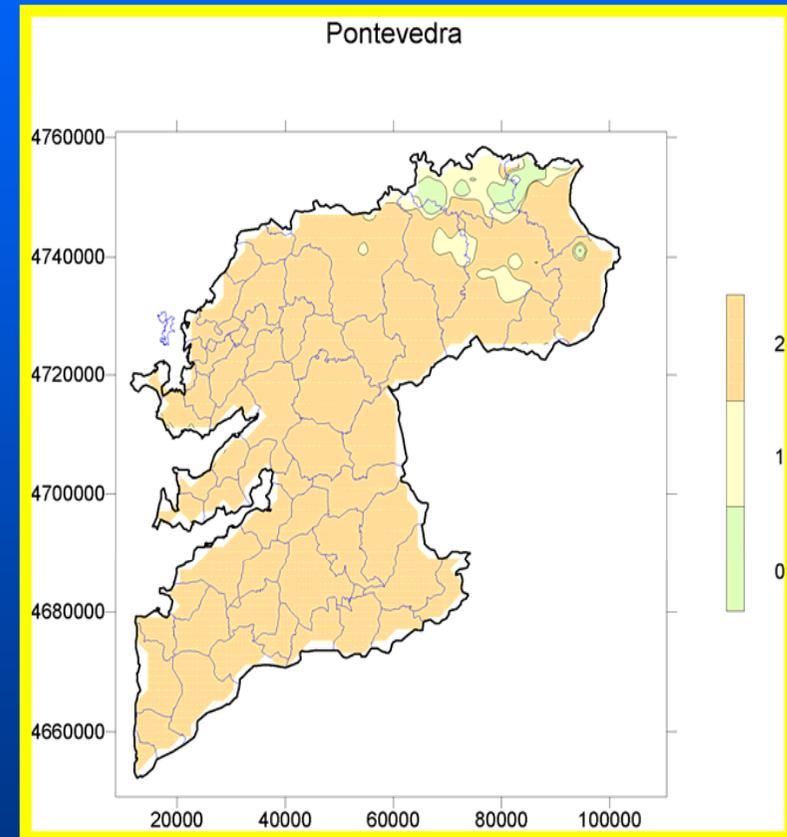
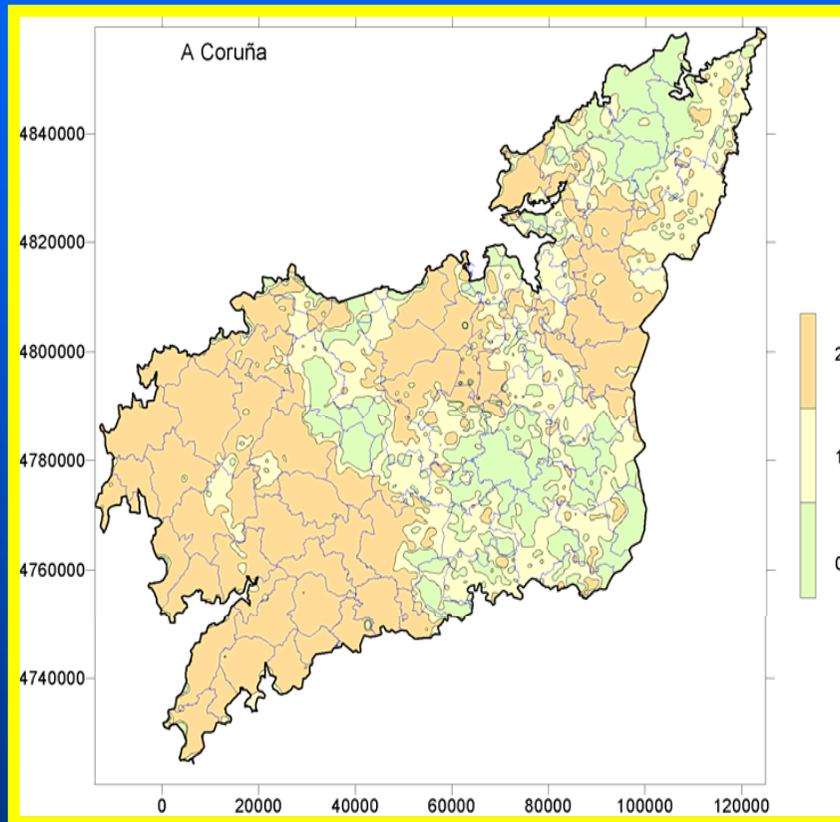
Categorías de exposición potencial al radón



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- **Evaluación de niveles de radón en edificios de zonas de diferentes tasas de exposición a la radiación gamma.**
- **Cátedra de Física Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cantabria.**
- **Objetivo: Verificar experimentalmente la capacidad del MARNA como herramienta para identificar zonas de riesgo de exposición al radón en el interior de edificios.**
 - **Selección de tres zonas de alto, medio y bajo nivel de radiación γ**
 - **Niveles de radiación γ , en el exterior de las viviendas.**
 - **Concentraciones de ^{226}Ra , ^{232}Th y ^{40}K en suelos.**
 - **Permeabilidad y concentración de ^{222}Rn en el interior del terreno.**
 - **Concentración de ^{222}Rn en el interior de 600 viviendas.**
 - **Estudio de las correlaciones existentes entre los distintos parámetros.**

El proyecto MARN. Ampliación del mapa de radón.

CONCENTRACIONES DE RADÓN EN EL TERRENO

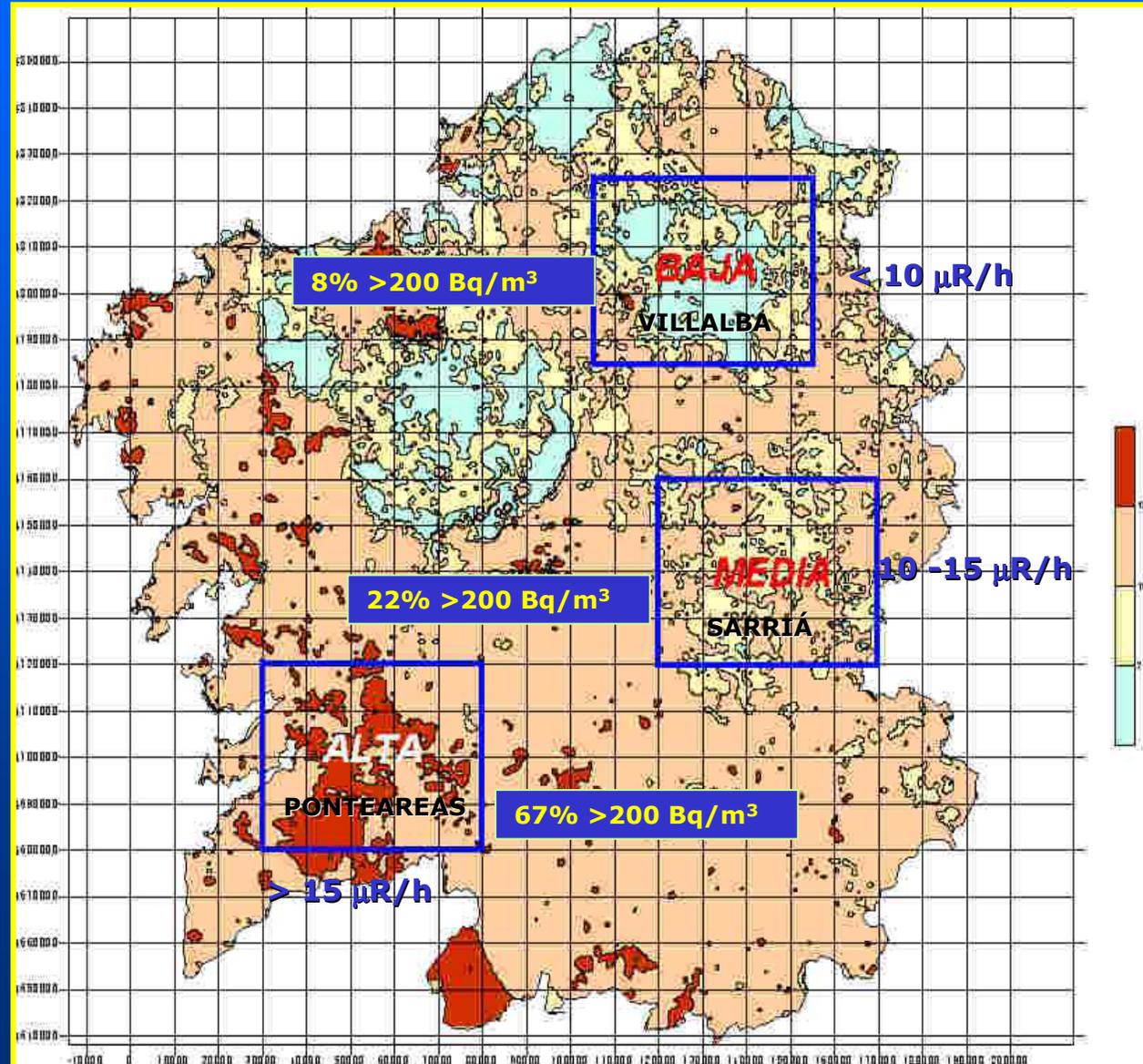
ZONA	CONCENTRACIONES MEDIAS DE RADÓN Bq/m ³		
	Aritmética	Geométrica	Intervalo
ALTA	61.703	45.844	7.800-200.000
MEDIA	22.240	18.563	3.000-70.000
BAJA	13.888	11.522	2.500-70.000

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

CONCENTRACIONES DE RADÓN EN VIVIENDAS

ZONA	CONCENTRACIONES MEDIAS DE RADÓN Bq/m ³		
	Aritmética	Geométrica	Intervalo
ALTA	348	280	49-1.330
MEDIA	168	105	20-1.057
BAJA	101	72	13-993

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

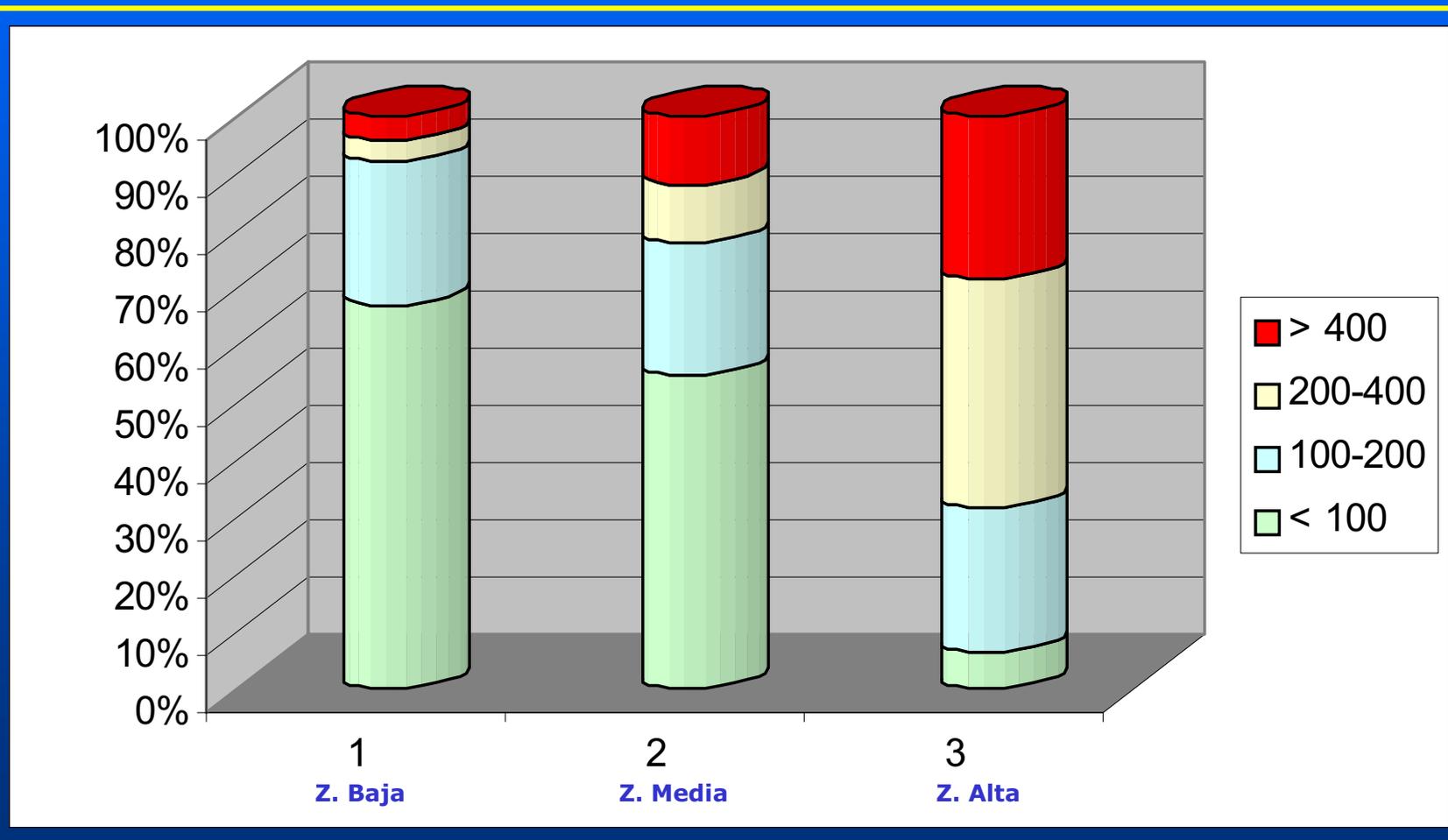


El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

Valores Bq/m ³	Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
Media Geométrica y Rango	72 13-993	106 20-1056	280 49- 1330
% Viviendas > 200	8%	22%	67%
% Viviendas > 400	4%	12%	27%

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

CONCENTRACIONES DE RADÓN : Bq/m³



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- **Convenio de colaboración entre el CSN y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria para la realización del mapa de radiación gamma de las Islas Canarias Orientales.**
- **Grupo de Investigación en Interacción de la Radiación con la Materia (GIRMA).Departamento de Física. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.**
- **Objetivo: Estudio niveles radiación gamma ambiental en las Islas Canarias Orientales para la elaboración de un mapa radiométrico dentro del proyecto MARNA . Las islas a estudiar comprenden: Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote y Graciosa.**

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- **Principales actividades a realizar para la consecución del objetivo indicado eran las siguientes:**
 - **Medida en las distintas islas, de los niveles de radiación gamma en exteriores, así como en el interior de viviendas, con objeto de obtener un factor para la estimación de las dosis a la población.**
 - **Estudio mas detallado de aquellas zonas con valores elevados de niveles de radiación: Barranco de Tirajana y Pinos de Galdar (Gran Canaria) y macizo de Betancuria y Montaña de Tindaya (Fuerteventura)**
 - **Medida del fondo cósmico caracterizando las correspondientes variaciones estacionales y con la altitud.**
 - **Realización de los mapas correspondientes e informes sobre los trabajos llevados a cabo y los resultados obtenidos.**

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

➤ Isla de Gran Canaria.

→ Tres campañas años 1993, 1997, 2005.

→ 103 puntos de medida

➤ Isla de Fuerteventura.

→ Una campaña año 2004 + serie de puntos adicionales zonas específicas 2005, 2006.

→ 90 puntos de medida.

➤ Isla de Lanzarote.

→ Una campaña en el año 2005.

→ 40 puntos de muestreo.

**ESTUDIOS
PREVIOS
REALIZADOS**

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



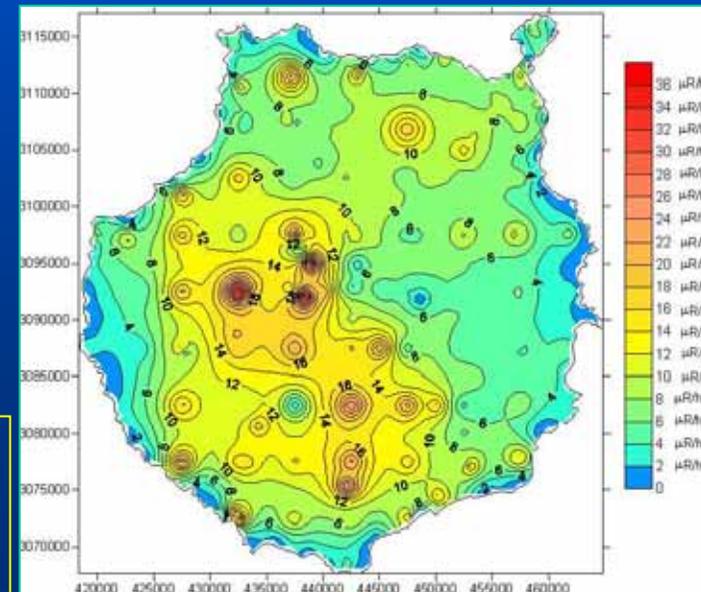
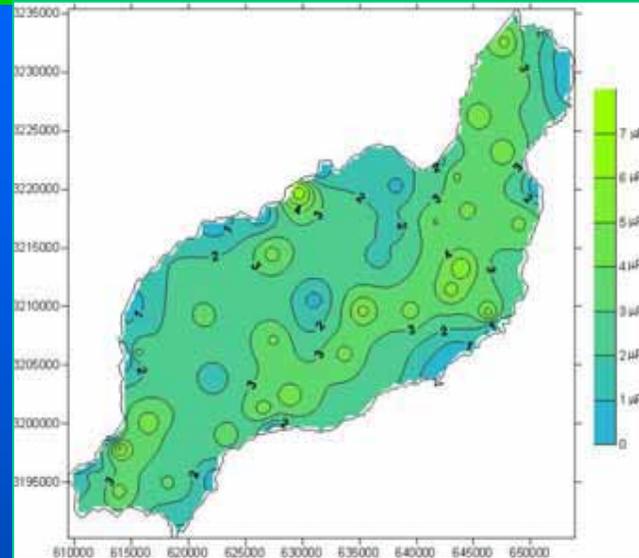
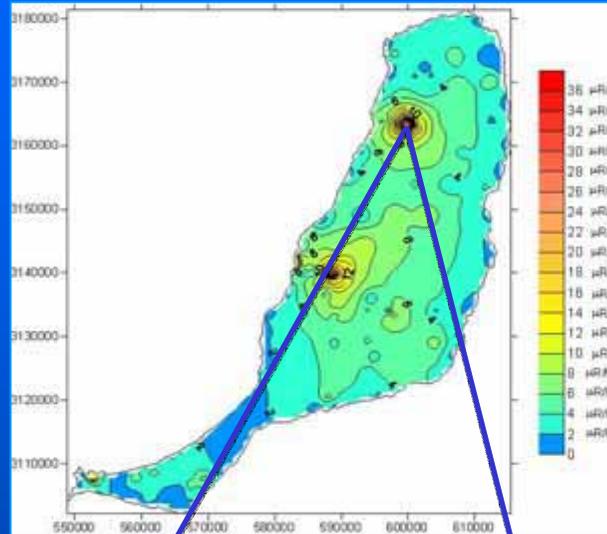
Grupo GIRMA

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



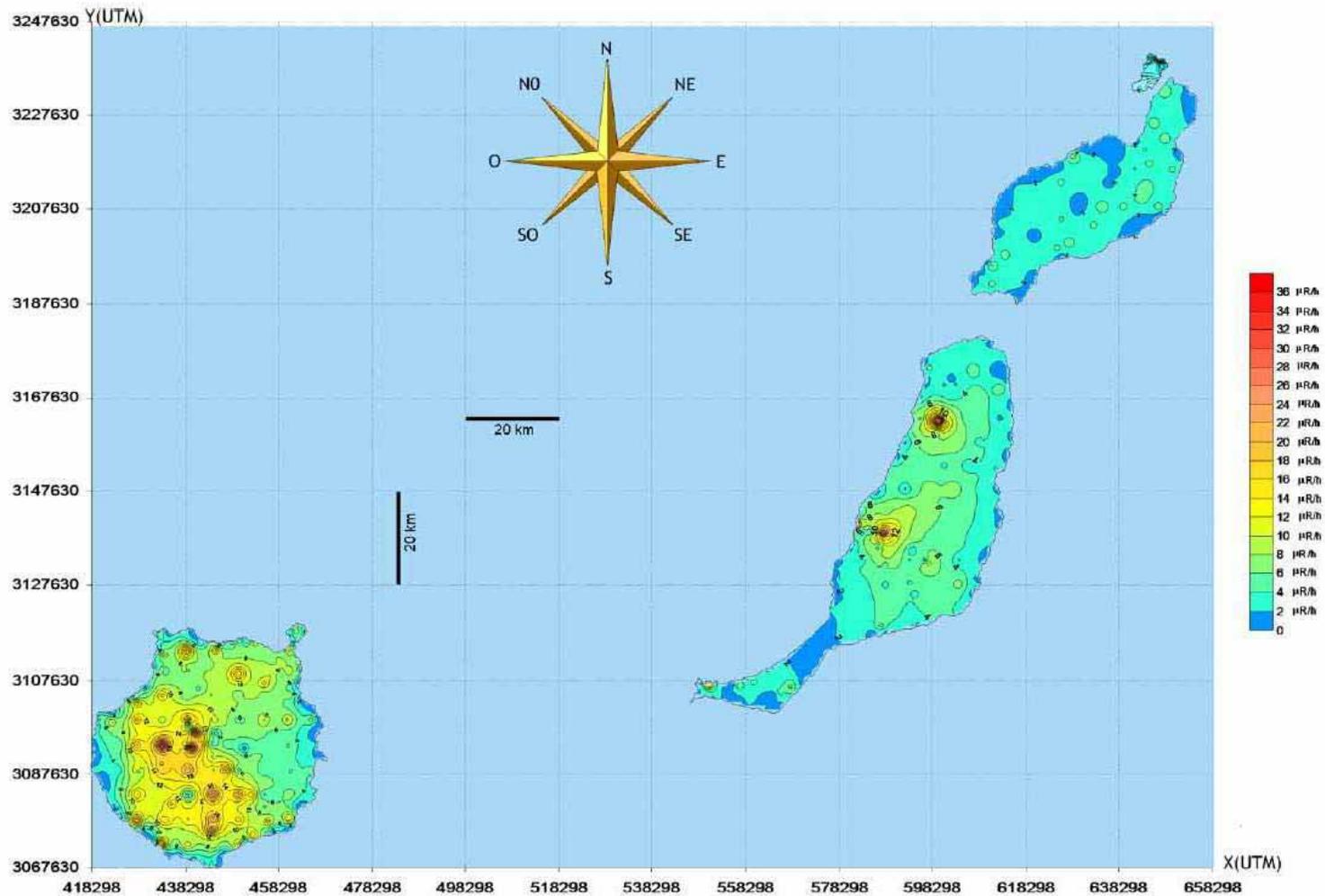
Grupo GIRMA Universidad Las Palmas

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

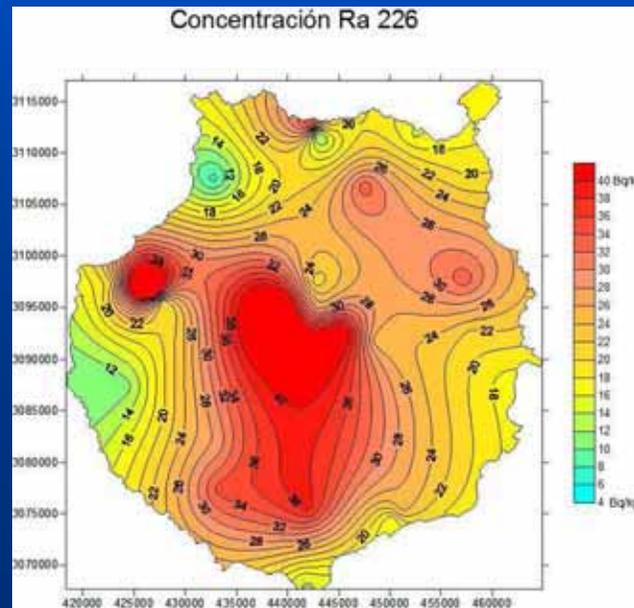
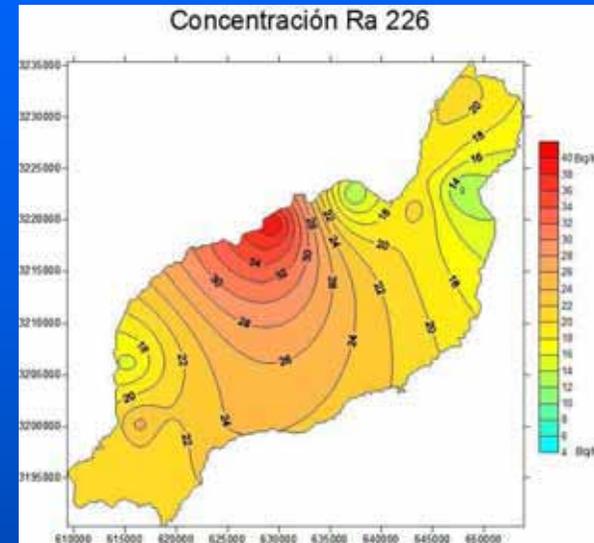
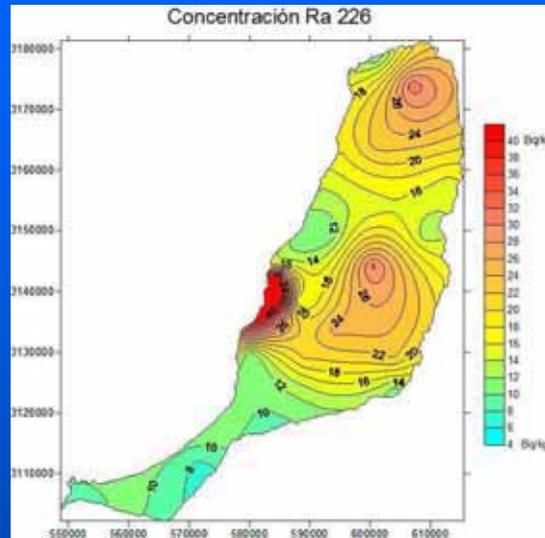


Islas Canarias Orientales
Universidad de Las Palmas

El proyecto MARN. Ampliación del mapa de radón.



El Proyecto MARN. Ampliación del mapa de radón.

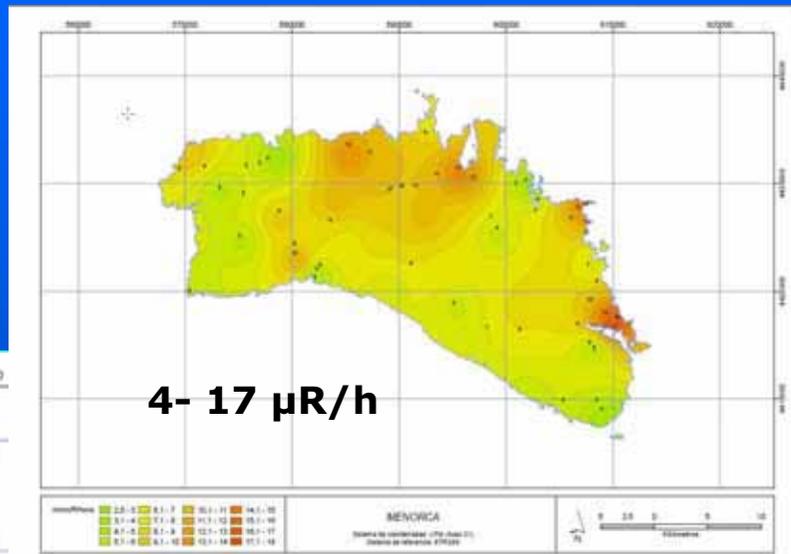
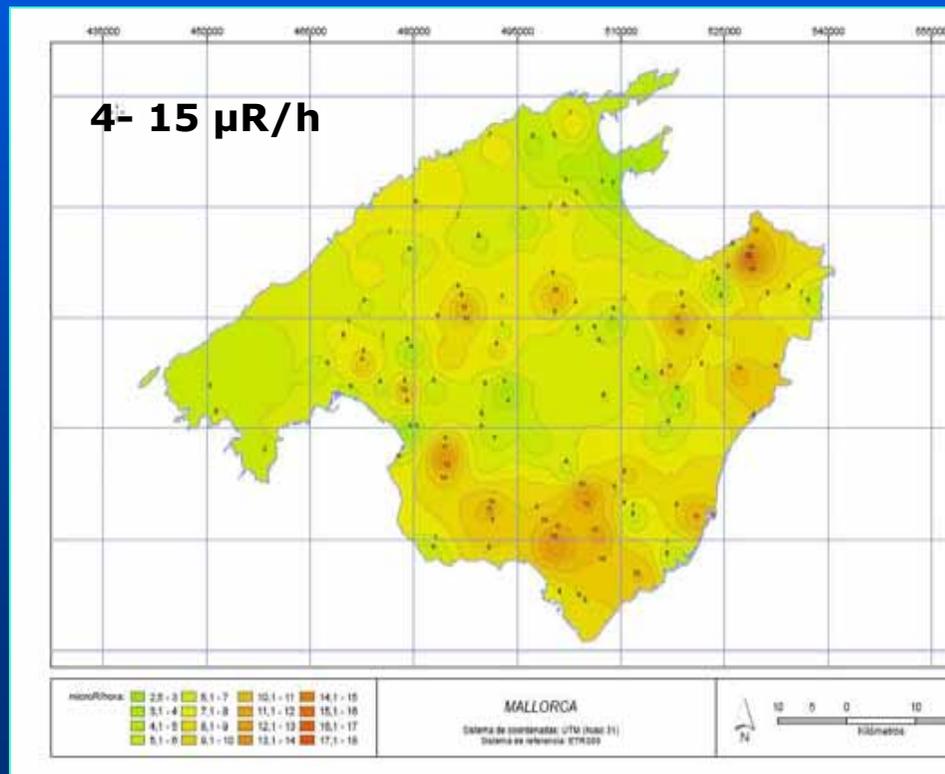


**Mapas de
concentraciones
de ^{226}Ra en suelos
Islas Canarias
Orientales**

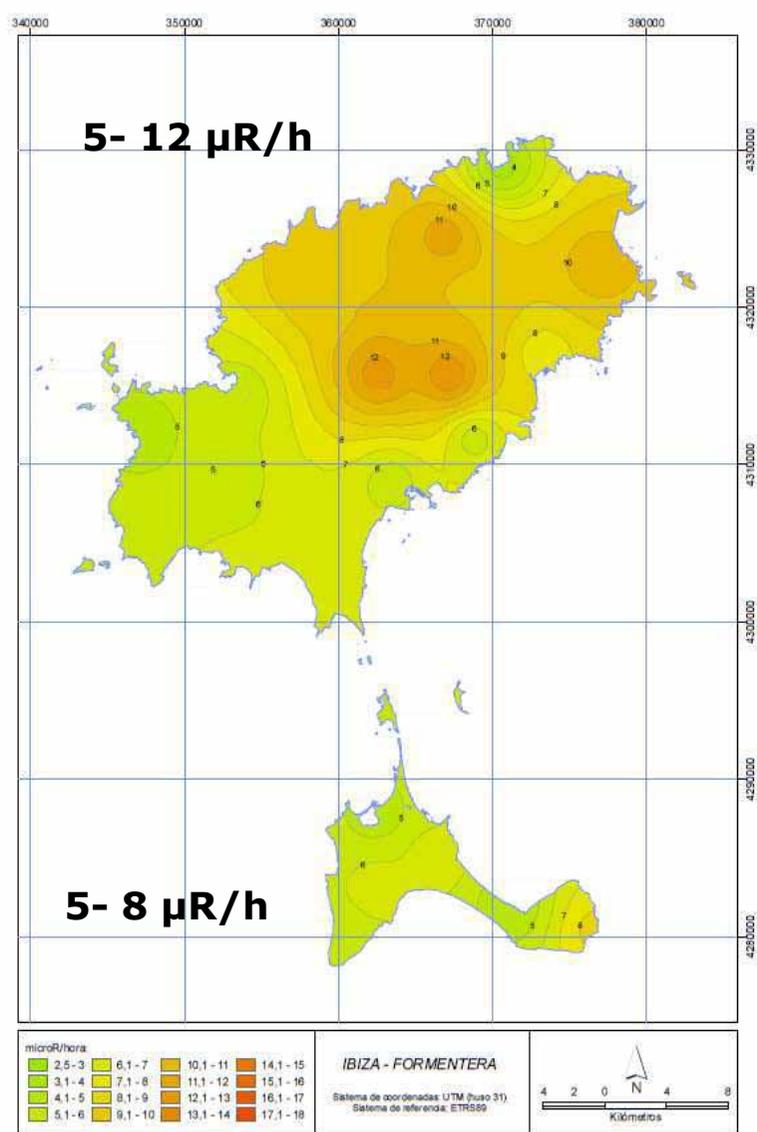
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- **Acuerdo específico entre el Consejo de Seguridad Nuclear y la Universidad de las Islas Baleares para la realización del mapa de radiación gamma de las Islas Baleares.**
- **Cátedra de Física Atómica Molecular y Nuclear del Departamento de Física. Universidad de las Islas Baleares**
- **Objetivo : Llevar a cabo un estudio de los niveles de radiación gamma ambiental en las Islas Baleares para la elaboración de su mapa radiométrico dentro del proyecto MARNA del CSN. Las islas a estudiar comprenden: Mallorca, Menorca, Ibiza y Formentera.**
- **Actividades :**
 - ➔ **Medida en las distintas islas de los niveles de radiación γ en el exterior y en el interior de algunas viviendas.**
 - ➔ **Medida del fondo cósmico y su contribución a los niveles de radiación gamma.**
 - ➔ **Realización de mapas e informes sobre los trabajos realizados y sus resultados.**

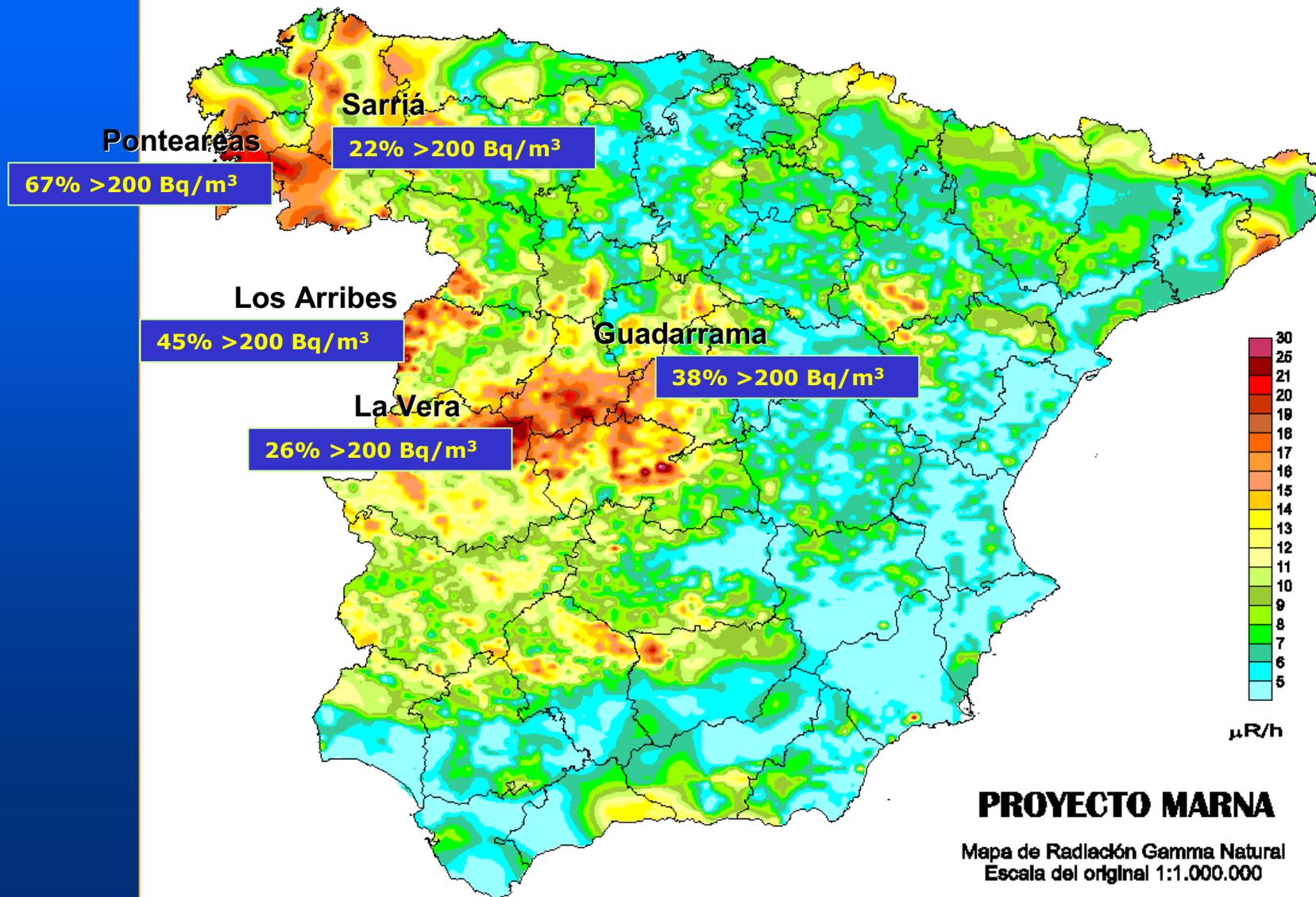
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



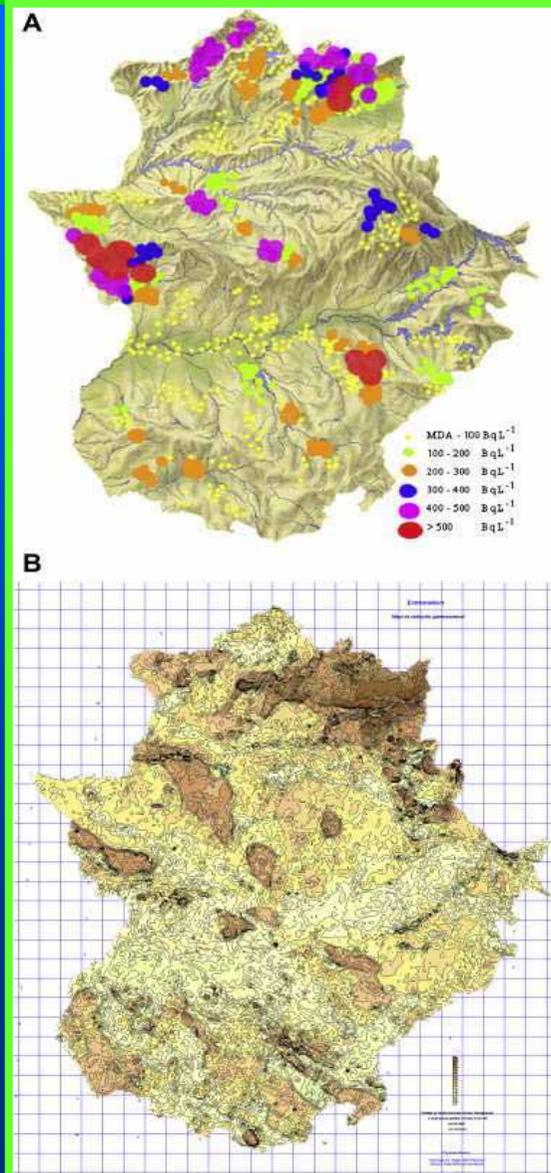
El proyecto MARN. Ampliación del mapa de radón.



El proyecto MARN. Ampliación del mapa de radón.

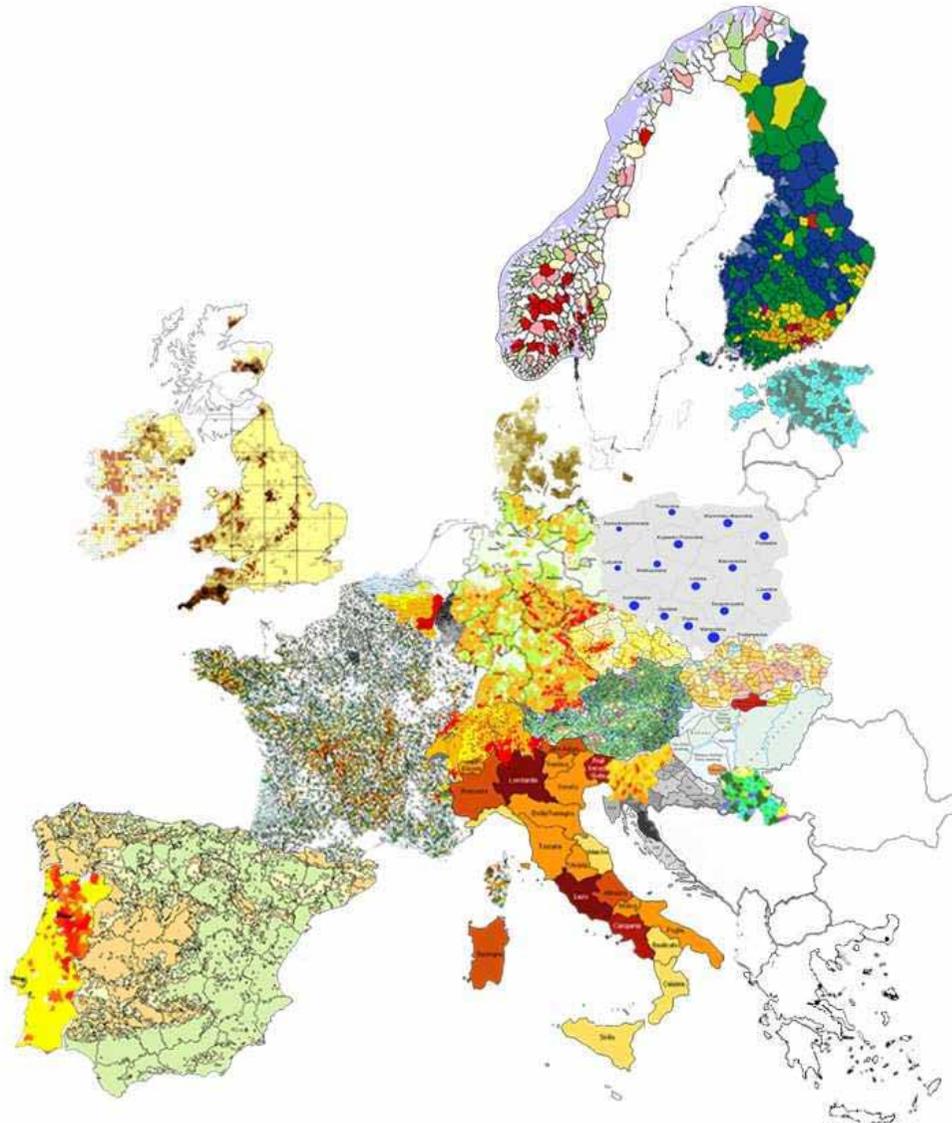


El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



Comparación de los resultados de Radón en agua con el mapa de radiación gamma terrestre -MARNA Universidad de Extremadura Badajoz.

El proyecto MARN. Ampliación del mapa de radón.



Publicación:

An overview of radon surveys in Europe.

EUR 21892.

2005

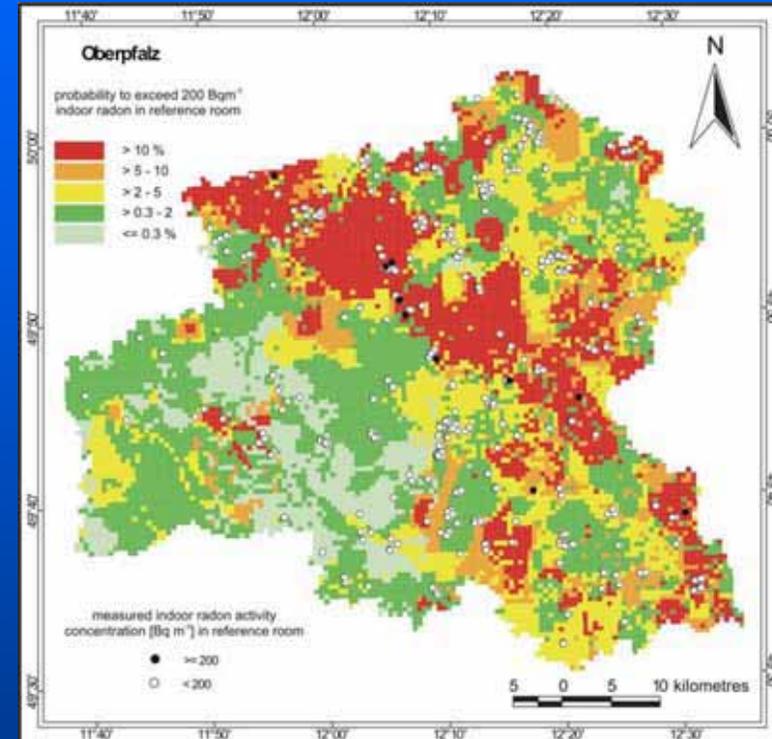
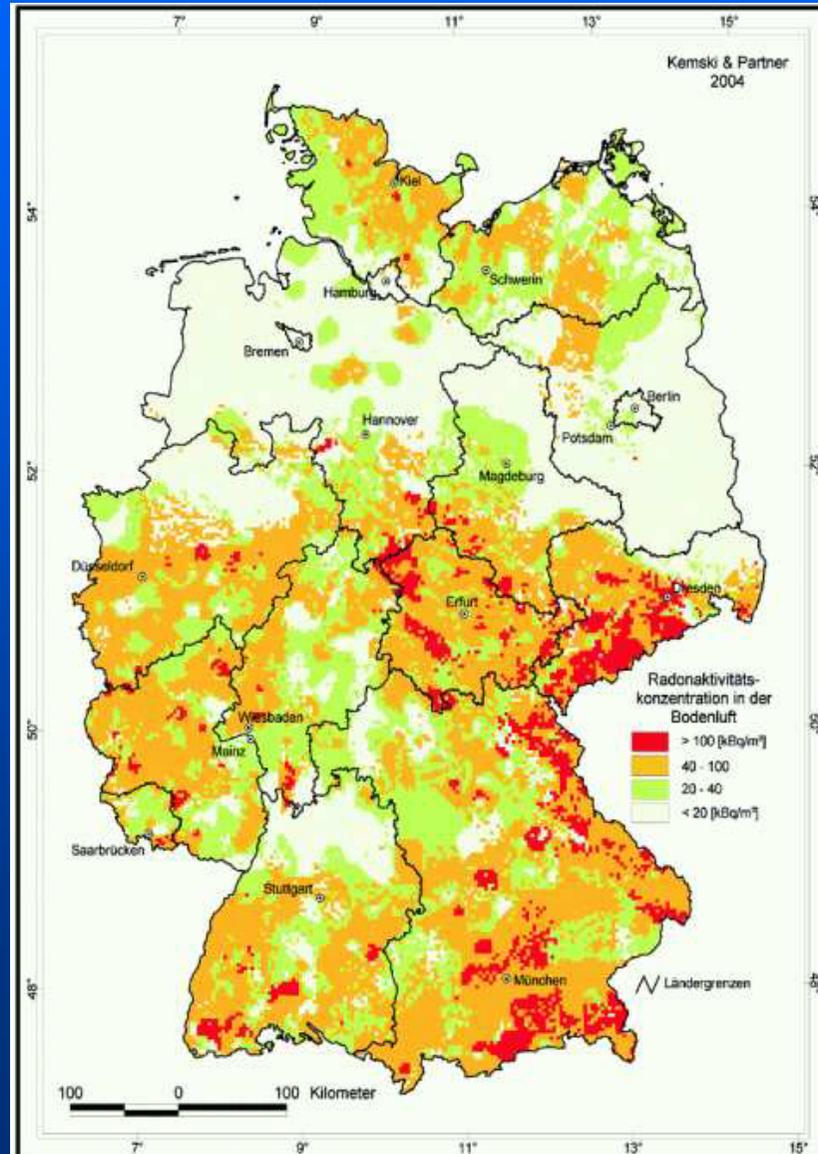
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

País	Tipo de mapa
Alemania	Concentraciones de radón en el terreno. Probabilidad de exceder 200 Bq/m ³ nivel local.
Austria	Valores medios anuales a nivel municipal
Bélgica	% de casas excediendo 200 y 400 Bq/m ³
Rep. Checa	Valores medios < 100, 200, 400, >400 Concentraciones radón en el terreno.
Croacia	Valores medios anuales a nivel regional
Dinamarca	% de viviendas excediendo 200 Bq/m ³ a nivel municipal.
Eslovenia	Valores medios anuales a nivel de 2 x 2 km
Estonia	Valores medios de radón a nivel "communes"
Finlandia	Valores medios anuales a nivel municipal
Francia	Valores medios anuales nivel municipal Valores medios anuales a nivel departamentos.

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

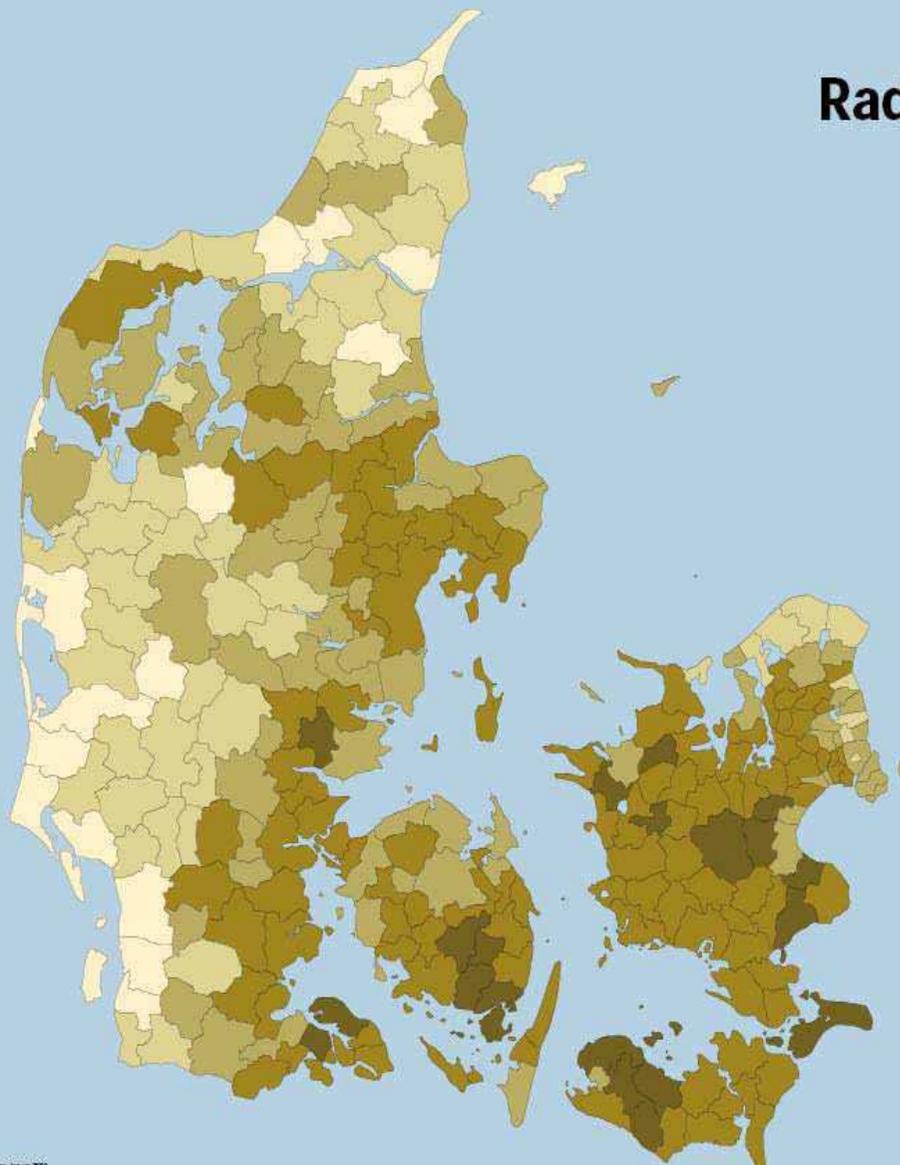
País	Tipo de mapa
Hungría	% de viviendas excediendo 200 Bq/m ³ a nivel municipal.
Irlanda	Predicción exceder 200 Bq/m ³ a nivel 10x10km
Italia	Intervalos de valores medios de radón en 21 regiones.
Luxemburgo	Valores medios anuales de radón
Noruega	Probabilidad exceder 200 Bq/m ³ nivel municipal
Polonia	Valores medios anuales a nivel provincial
Portugal	Intervalos de concentraciones medias de radón nivel local.
Reino Unido	Concentraciones medias locales 5x 5 km y 1x 1 km.
Serbia	Intervalos valores medios .Provincia de Vojvodina.
Suecia	Mapas de riesgo de distintos tipos.
Suiza	Valores medios anuales a nivel municipal.

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

Radon i danske boliger

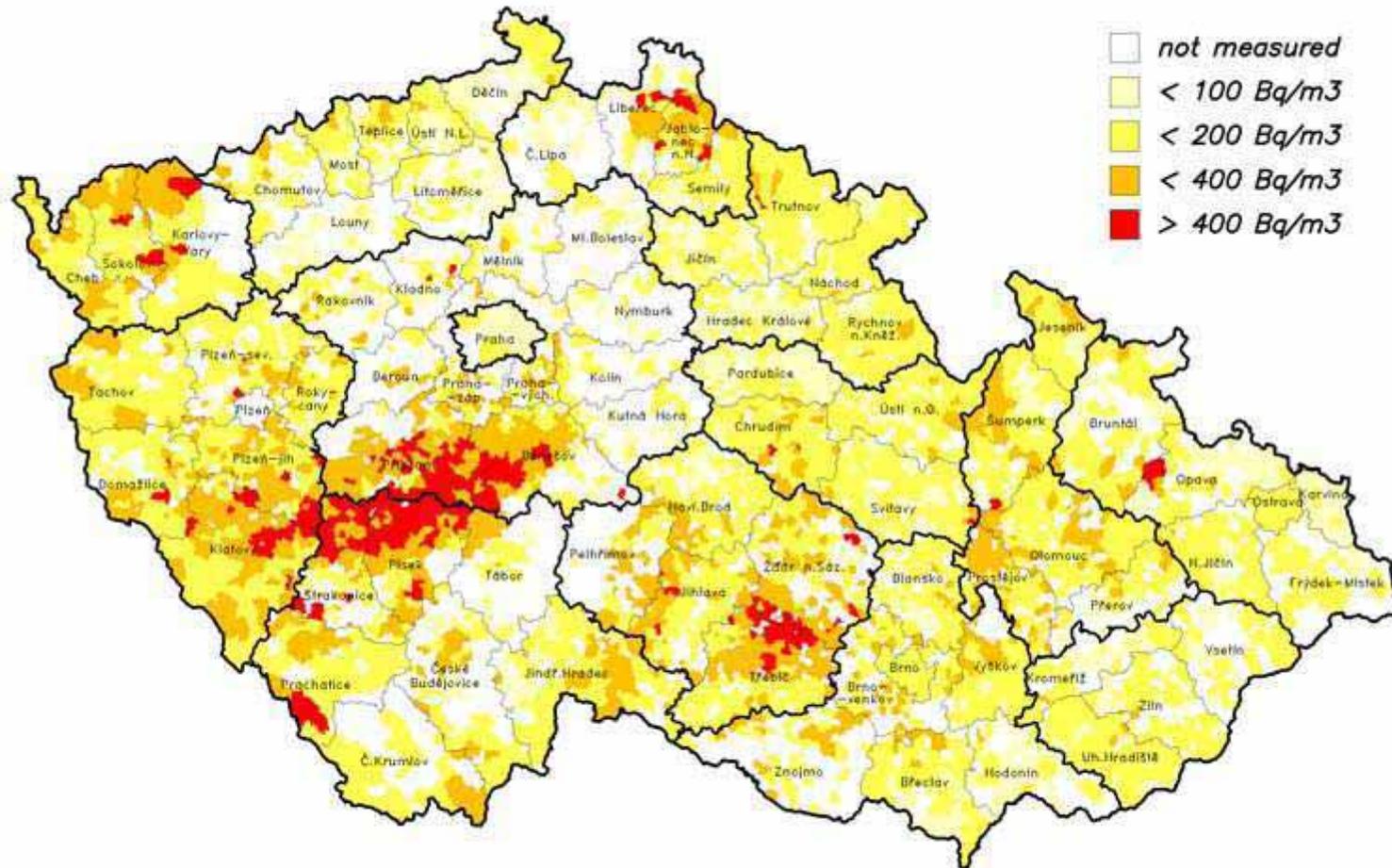


Kommunekortet viser hvor mange procent af de enkelte kommuners enfamiliehuse, som vurderes at have en radonkoncentration over 200 Bq/m³. Kommunerne er inddeelt i fem klasser med tilhørende farve på følgende måde:

Farve	Andel over 200 Bq/m ³	Klasse
	10 - 30%	4
	3 - 10%	3
	1 - 3%	2
	0,3 - 1%	1
	0 - 0,3%	0

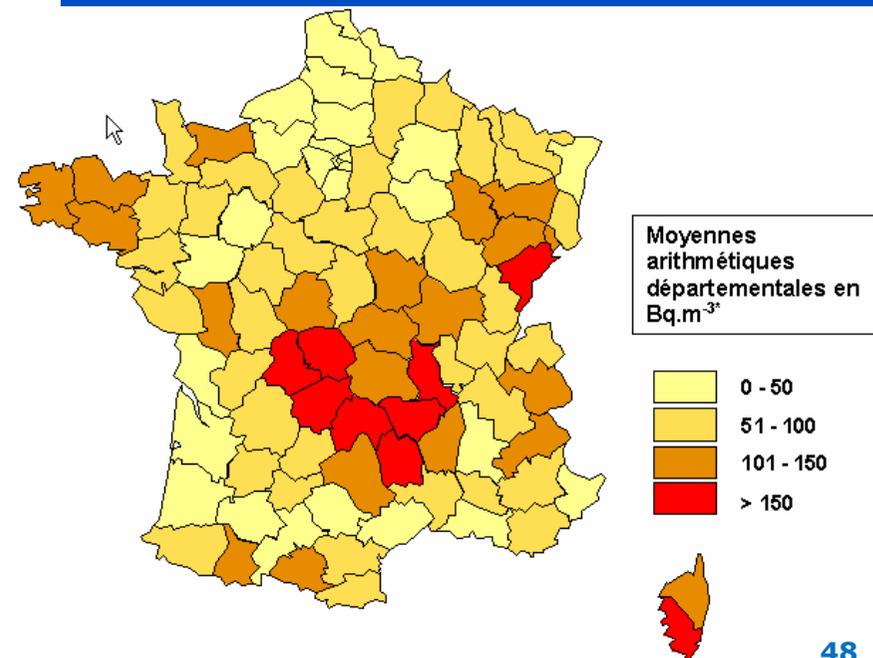
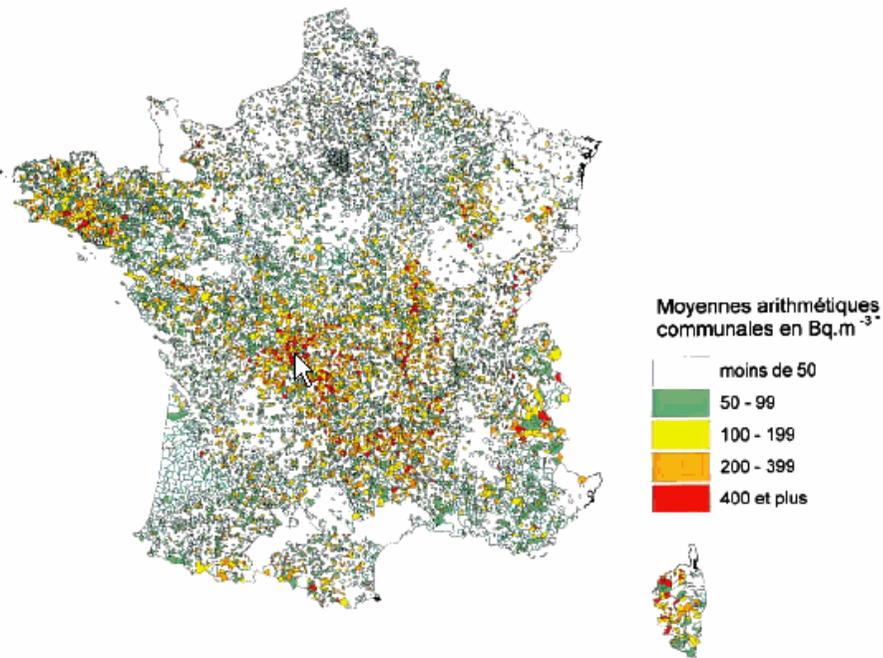
Baseret på radonundersøgelse gennemført af Statens Institut for Dyrkning og Jordbrug, Statens Institut for Byggesag og Statens Institut for Geoteknik og Geoteknologi, Institut for Luftkvalitet og Institut for Luftkvalitet.

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



República Checa

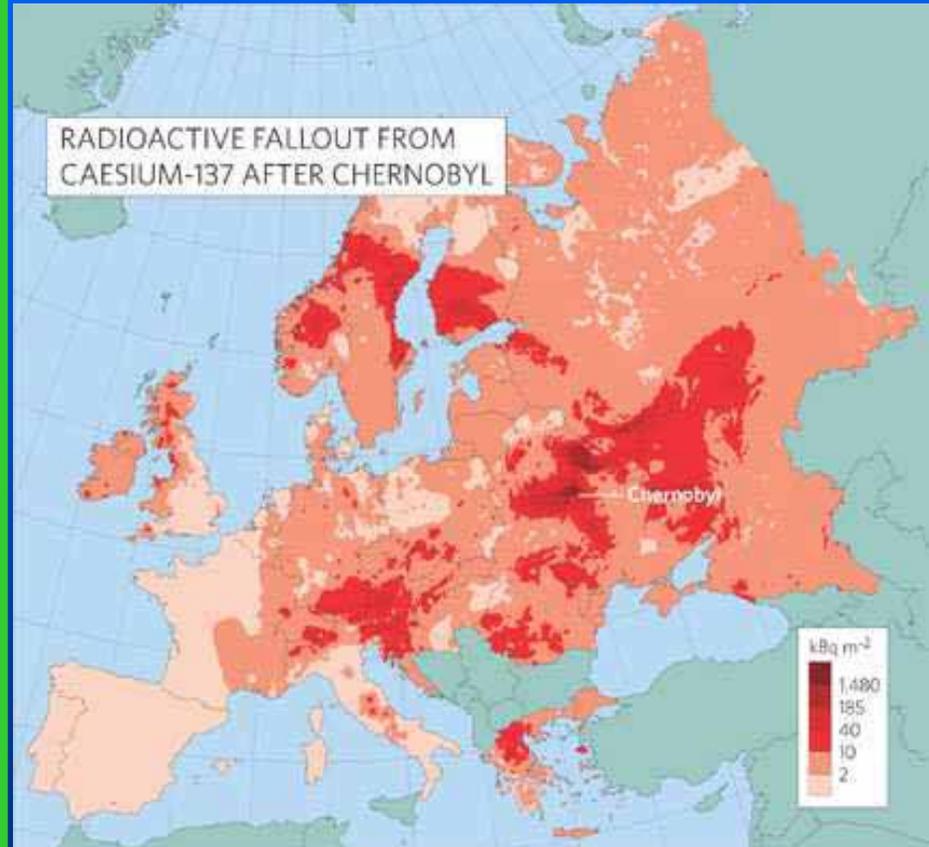
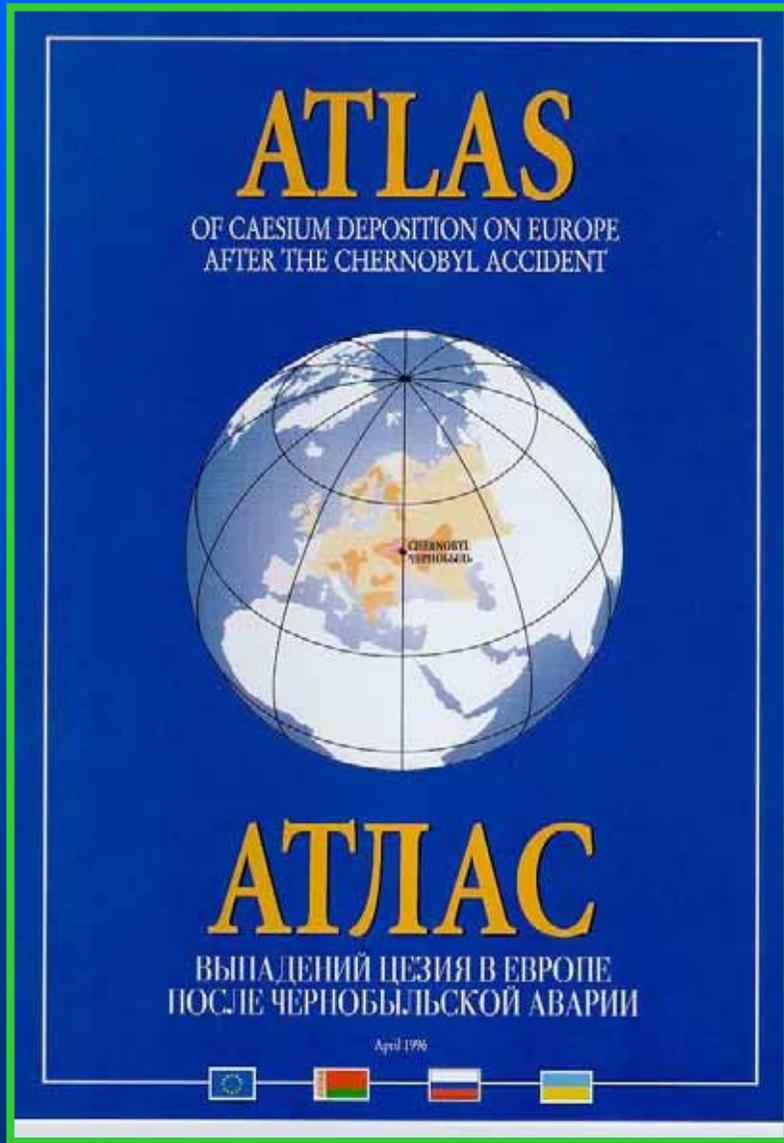
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- **Publicación del Atlas Europeo de deposición de ^{137}Cs debido al accidente de Chernobyl.**
- **El Grupo REM (Radioactivity Environmental Monitoring) del Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea ha planificado la realización de un Atlas Europeo de Radiación Natural.**
- **Objetivos :**
 - **Familiarizar al público con su medioambiente radiactivo natural.**
 - **Destacar aquellas regiones con niveles elevados de radiación natural.**
 - **Organizar una base de datos que sirva para realizar estudios posteriores.**

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



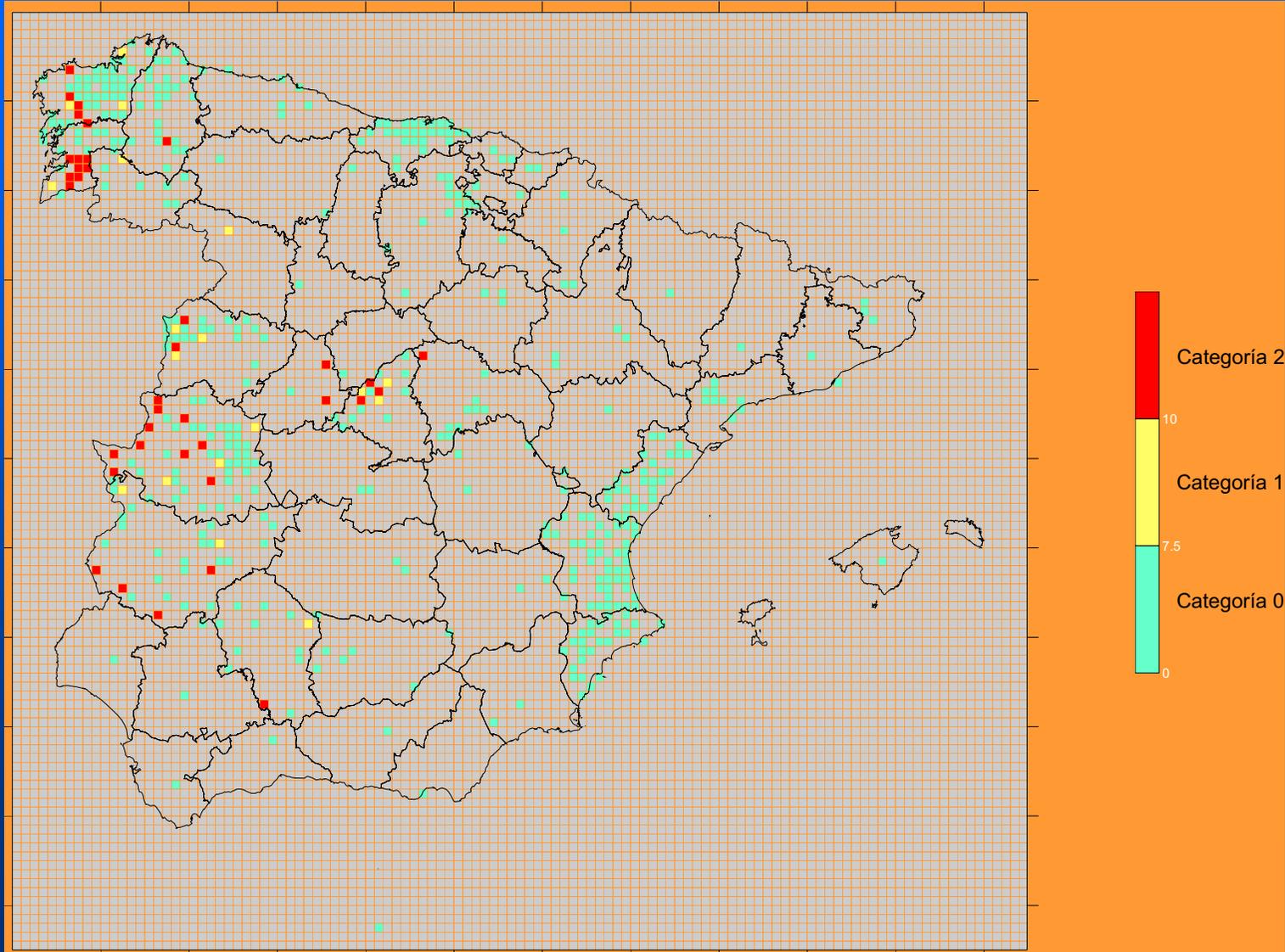
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- **Primera fase realización de un mapa de ^{222}Rn en el interior de viviendas de Europa debido a:**
 - **El ^{222}Rn en interiores, es la principal fuente de radiación de origen natural a la que está expuesta la población.**
 - **Este gas radiactivo es también considerado como la principal causa de cáncer de pulmón después del tabaco.**
 - **Existe una amplia variedad de métodos utilizados para medir e informar de los niveles de ^{222}Rn .**
 - ✓ **Publicación del informe "An overview of radon surveys in Europe" Report EU 21892.**
 - **El mayor número de medidas de ^{222}Rn en Europa han sido realizadas en el interior de las viviendas, útiles para estimar las dosis a la población mas directamente.**

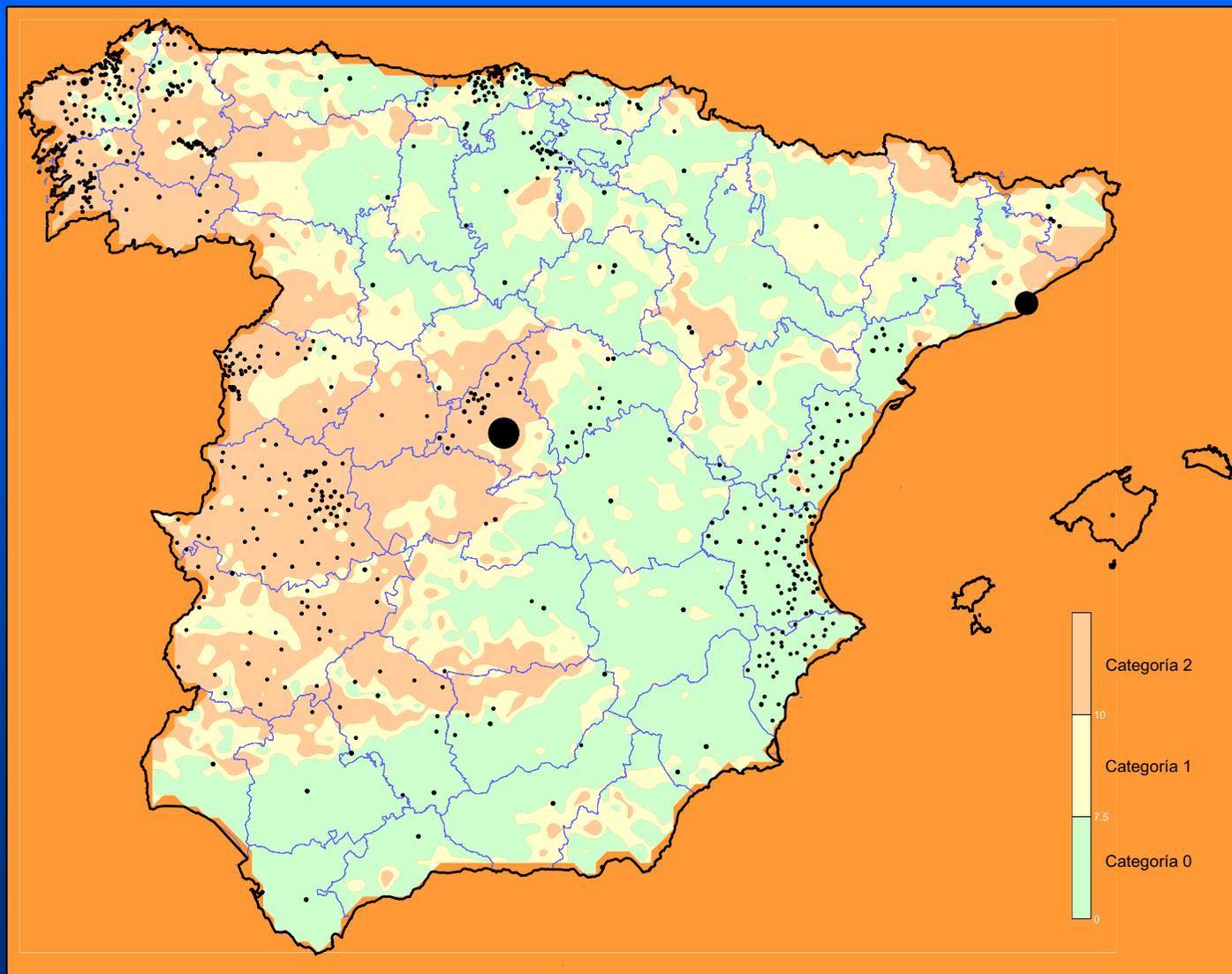
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- Debido a que en la mayoría de los países europeos existen resultados de concentraciones de ^{222}Rn en interiores, se acordó durante el 8th International Radon Workshop en Praga en septiembre de 2006 la realización de un mapa Europeo.
- Para la realización del mapa se utiliza una red de referencia con una resolución de 10 x 10 km, utilizando un sistema común de coordenadas.
- Para cada celda se debe suministrar al JRC la siguiente información:
 - El número de medidas.
 - La media aritmética de los valores y su desviación.
 - La media geométrica de los valores y su desviación.
 - Los valores máximos y mínimos.
 - La mediana.

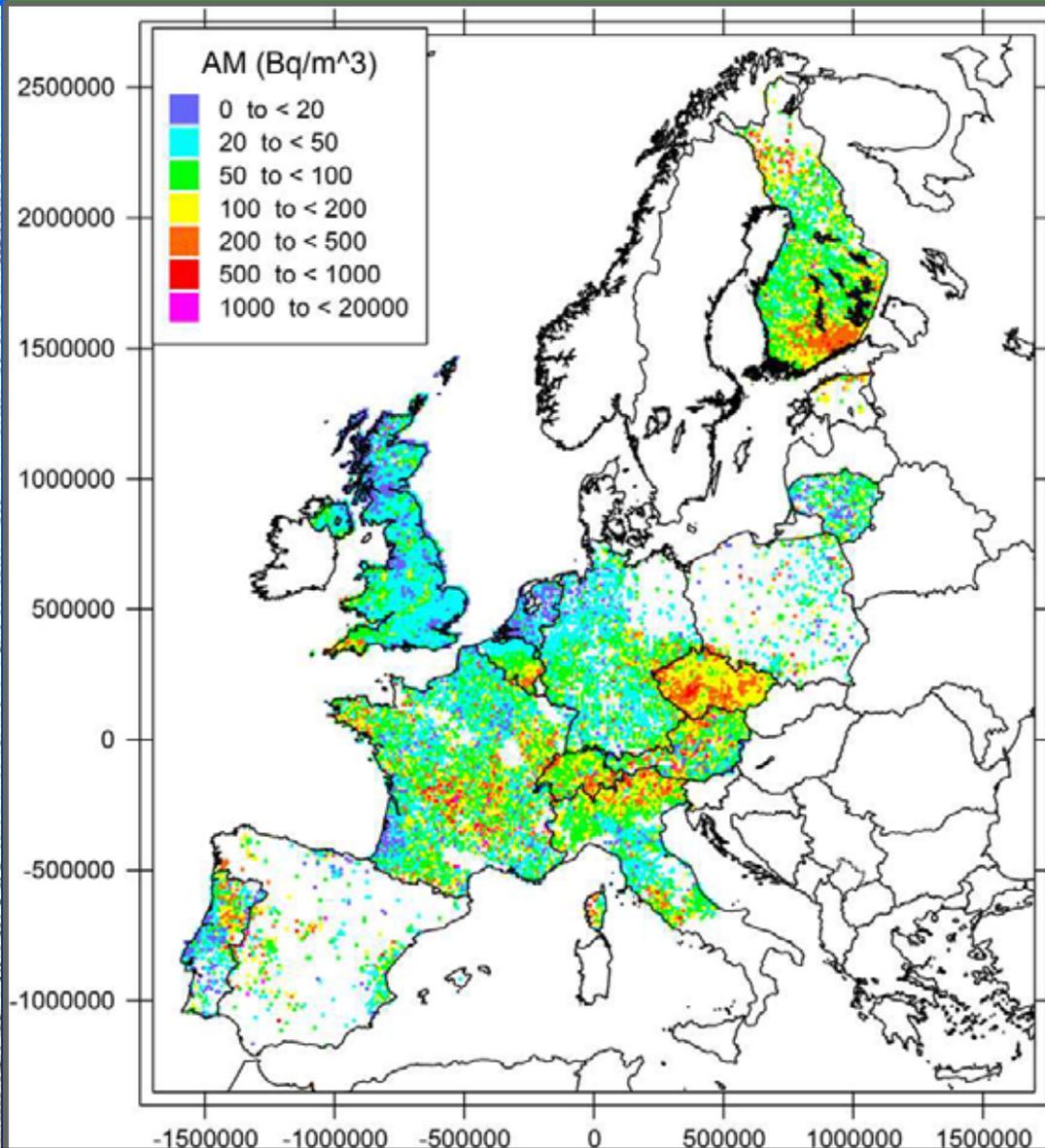
El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

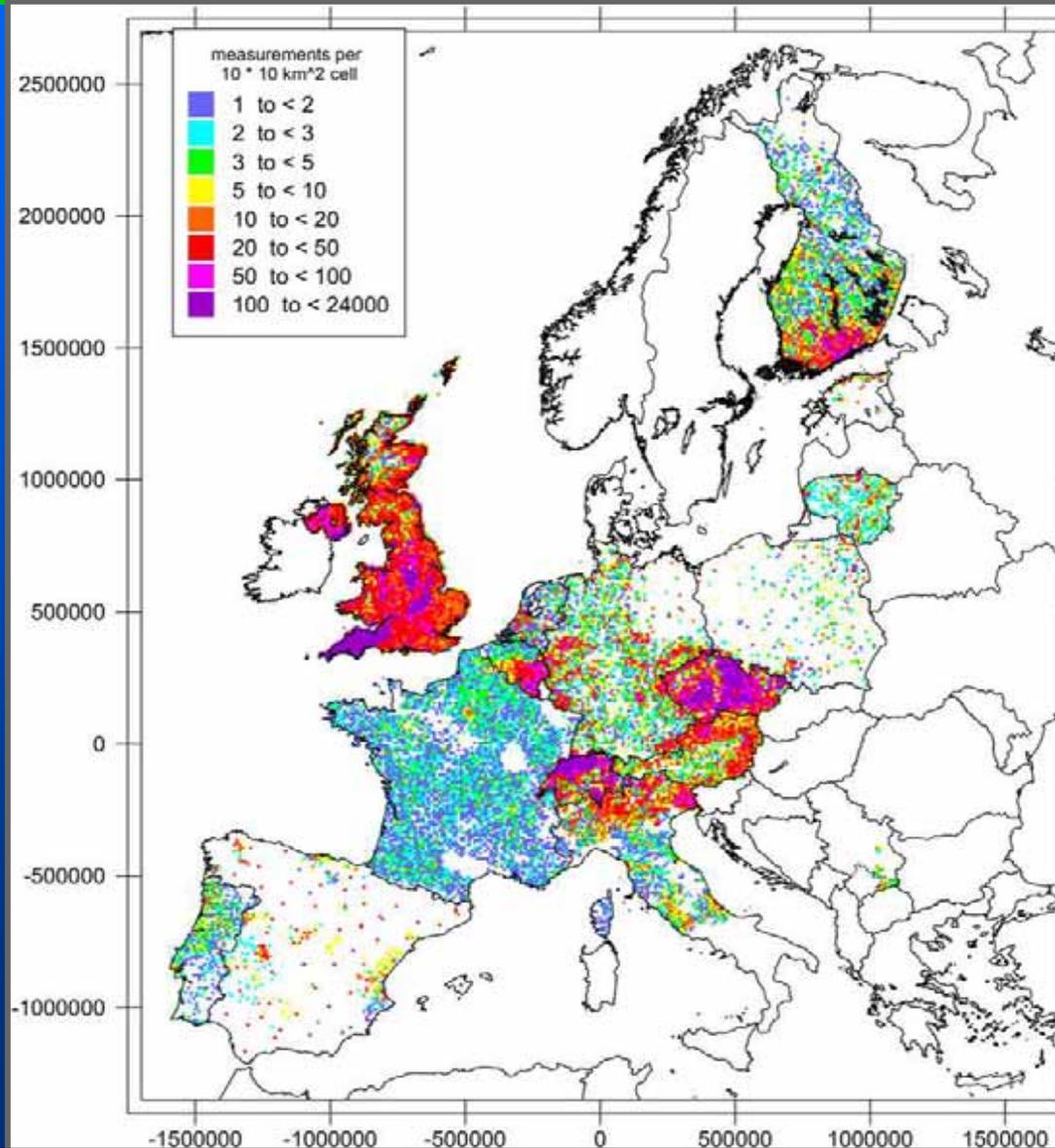


El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



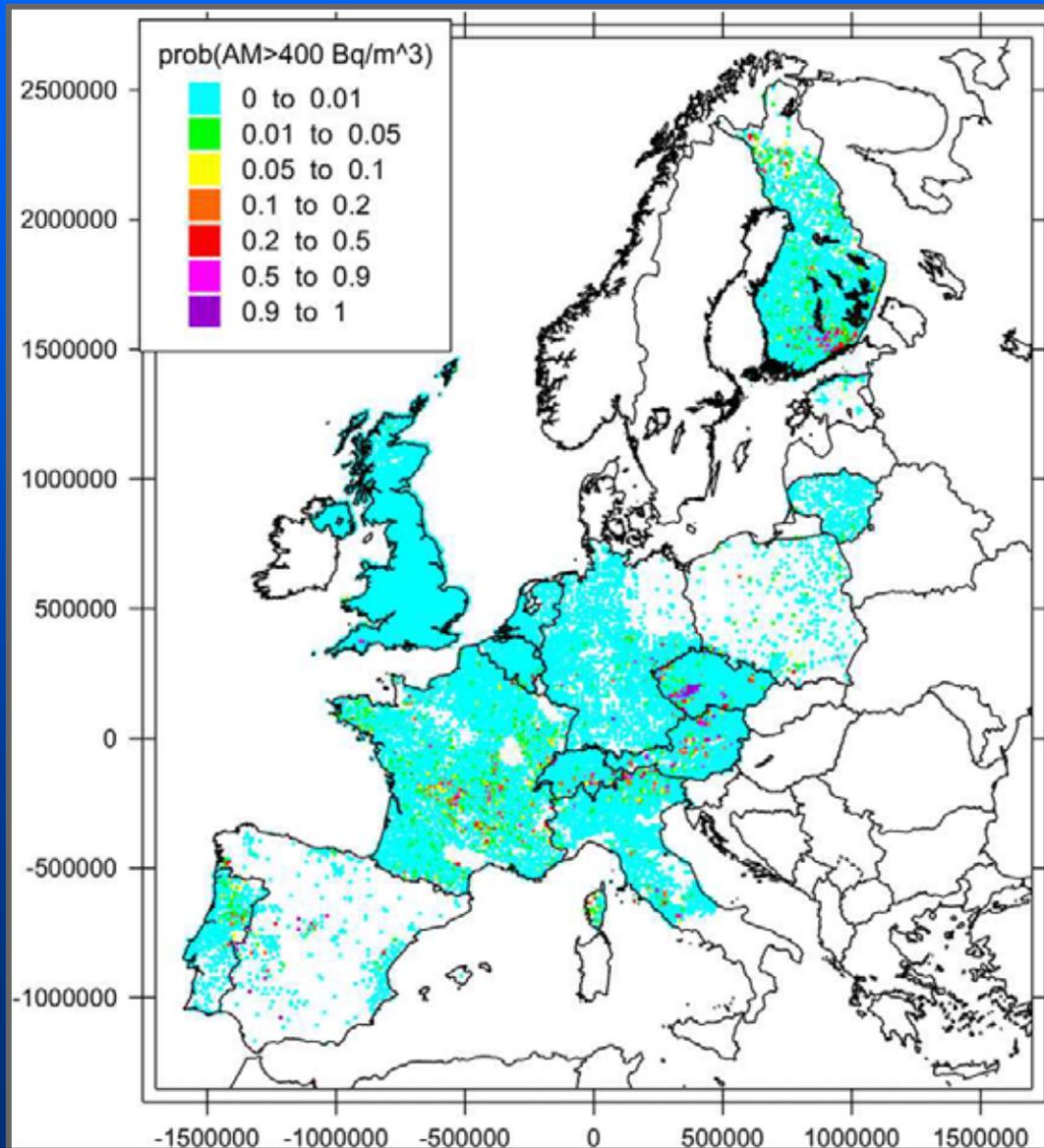
Medias aritméticas de ²²²Rn en celdas de 10 x 10 km. Datos hasta finales de junio de 2009.

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



Número de medidas por celda

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.



Mapa de riesgo. Probabilidad de que la media aritmética exceda 400 Bq/m^3

El proyecto MARNA. Ampliación del mapa de radón.

- **Realización de medidas destinadas a la ampliación del mapa español de radón.**
- **Universidad de Cantabria, Universidad Autónoma de Barcelona y Universidad de Santiago de Compostela.**
- **Objetivo : Realizar una campaña de medidas específicas para ampliar el mapa español de radón.**
 - **Planificación de la campaña de muestreo.**
 - **Instalación ,recogida y lectura de 8000 detectores.**
 - **Calibración de detectores y análisis de resultados**
 - **Incorporación de los resultados con los criterios dados por la U.E.**

**GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN**