PROGRAMA VISITA DE INVESTIGADOR DE IMPACTO

LaRUC
Laboratorio de Radiactividad Ambiental

# MAPAS POTENCIALES DE RADIACION NATURAL

NOVIEMBRE

**GRUPO RADÓN**
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**
**LaRUC**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

# GEOLOGÍA DE PERÚ

## INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO METALÚRGICO (INGEMMET)

PERÚ | Ministerio de Energía y Minas | Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

### SERVICIOS GEOLÓGICOS Y MINEROS

**CATÁLOGO VIRTUAL DE FÓSILES**
Ilustra y referencia algunos tipos paleontológicos claves para conocer nuestra estratigrafía. Las especies que se muestran se conservan en las colecciones que custodia el Área de Paleontología de la Dirección de Geología Regional y que forman parte del patrimonio natural de nuestro país.

**CARTA GEOLÓGICA**
Contiene los mapas geológicos a escala 100,000 y 50,000 de los boletines (al año1999) y de las Franjas 1, 2, 3 y 4 (2000-2004). Cada mapa geológico, es parte de un boletín que pueden ser descargados desde la página web.

**LIBRE DENUNCIABILIDAD**
Relación de petitorios y concesiones mineras extinguidos y que por mandato de la ley debe publicarse en el diario oficial "El Peruano", a fin que toda persona en igualdad de condiciones pueda solicitar un nuevo petitorio sobre sus áreas en determinadas fechas ciertas.

**BOLETINES**
Contiene los boletines o estudios geológicos que describe la geomorfología, estratigrafía, tectónica, geología económica; geología histórica, fotografías de campo, resultados de análisis de laboratorio y bibliografía de referencia.

**ÁREA DE VENTAS**
Centro de atención y venta directa que permite ofrecer nuestros productos y servicios al público en general. También puede consultar nuestro catálogo virtual de productos y descargar la información en nuestra página web.

**LISTADO DE CADUCOS**
Relación de derechos mineros declarados extinguidos por causal de caducidad, producida por el no pago del derecho de vigencia o penalidad durante dos años consecutivos.

**OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO**
Monitoreo de los volcanes activos y elaboración de mapas de peligro para la gestión del riesgo de desastres de origen volcánico

**GEOLOGÍA PARA ESCOLARES**
Aplicación interactiva que permite explicar de forma gráfica y sencilla las ciencias de la tierra a los estudiantes y público en general.

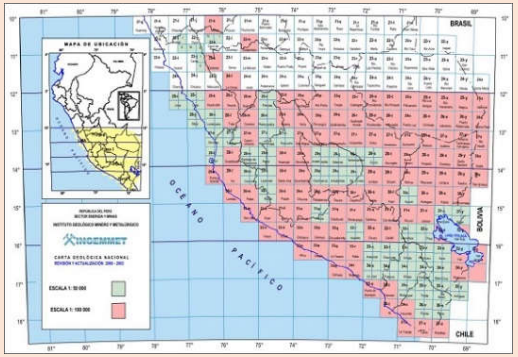
**NO PAGOS**
Archivo descargable en formato Excel que contiene la relación de derechos mineros cuyos titulares no han cumplido con el pago y/o la acreditación oportuna del [illegible] Vigencia o Penalidad hasta junio de cada año.

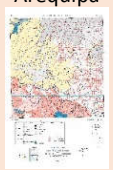
**MATRIZ DE USOS Y APLICACIONES DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES (RMI)**
Aplicación interactiva sobre las propiedades, usos, aplicaciones y distribución de ocurrencias y canteras de las rocas y minerales industriales en el territorio nacional.

**LÉXICO ESTRATIGRÁFICO**
Descripción e información de las unidades estratigráficas del territorio peruano, donde se describe la siguiente información: descripción, características de la unidad, paleontología, correlación e interpretación, bibliografía, geocronología, edad e importancia económica.

**CATASTRO GOOGLE EA**
Servicio de mapa en w[illegible] según estándares ISO [illegible] que permite la vi[illegible] búsqueda y consulta de lo[illegible] mineros sobre el globo[illegible] imágenes de satélite [illegible] Earth.

**Actualización 1:100,000 y 1: 50,000 de las Franjas 1-4**

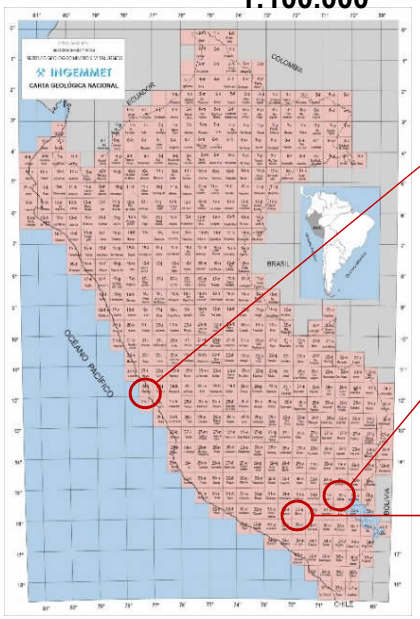


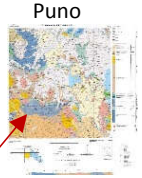


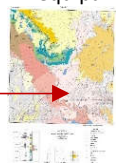

**MÚLTIPLES MAPAS Y CLASIFICACIONES PARA LAS SERIES GEOLÓGICAS**

## 1. CARTA GEOLÓGICA NACIONAL

**1:100.000**

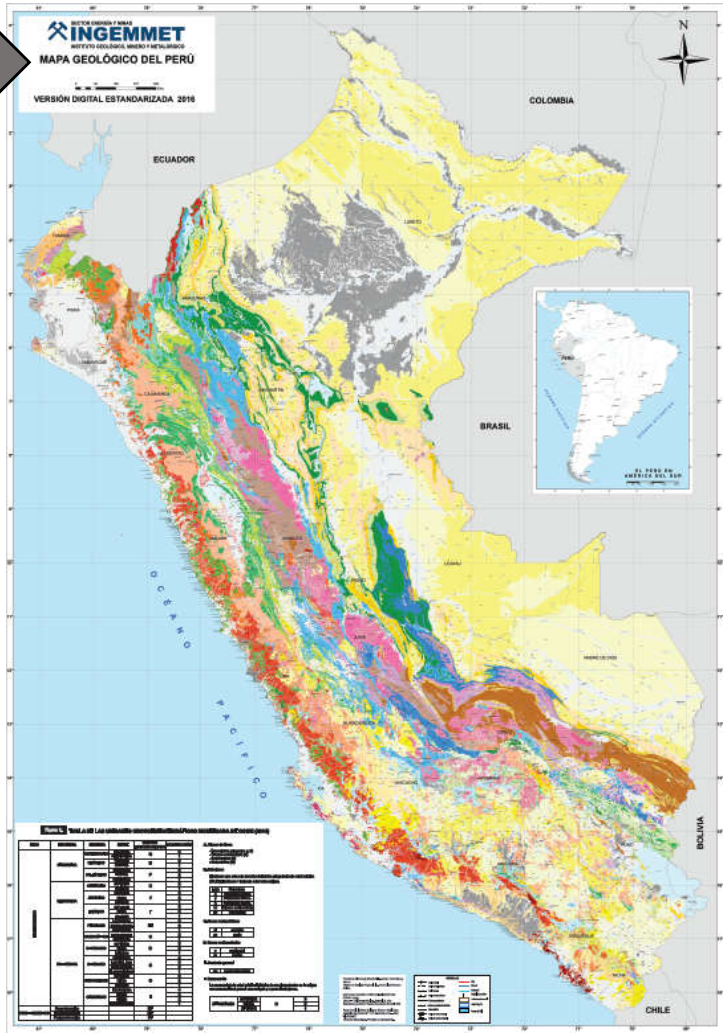





## 2.MAPA GEOLÓGICO NACIONAL

**1:1.000.000**




UC LaRUC Laboratorio de Radiactividad Ambiental

# GEOLOGÍA DE ESPAÑA

## INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**Cartografía del IGME**

- Acceso al Inventario de Cartografía Geocientífica Digital

**Cartografía geológica**

**Cartografía 1:50.000**
- MAGNA 50 (2ª Serie) *
- Navegador de información geocientífica
- Geológico 1:50.000 (1ª Serie)

**Otras series geológicas**
- Geológico 1:200.000
- Síntesis 1:200.000
- Geológicos 1:1.000.000
- Geológicos 1:1.500.000
- Geológicos 1:2.000.000

**Geología regional**
- Cantabria 1:100.000 (1989)
- Murcia 1:200.000 (1993)

**oneGeology**
- Mapa del IGME para OneGeology
- Mapa del IGME para OneGeology-Europa

**Cartografía temática**

**Series cartografía temática**
- Orientación al Vertido 1:50.000
- Geomorfológico 1:50.000
- Geotécnico 1:200.000
- Hidrogeológico 1:200.000
- Metalogenético 1:200.000 (Serie antigua)
- Rocas Industriales 1:200.000 (Serie antigua)

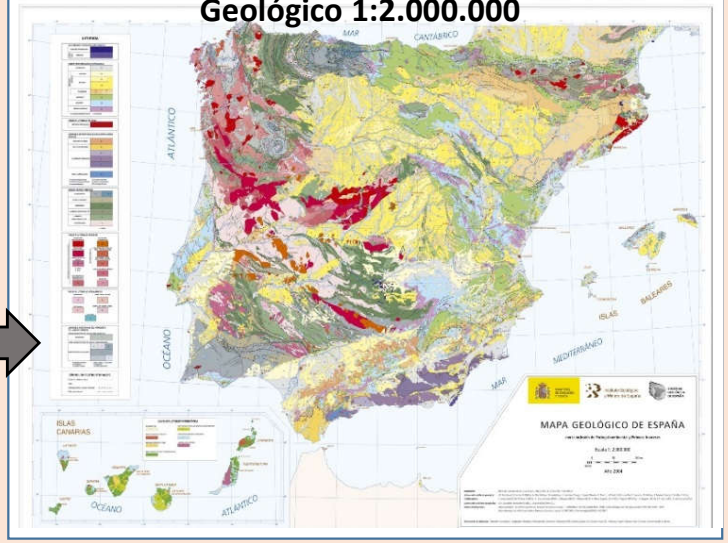
**Mapas temáticos singulares**
- Expansividad Arcillas 1:1.000.000
- Cuaternario 1:1.000.000
- Geomorfológico 1:1.000.000
- Hidrogeológico 1:1.000.000
- Karst 1:1.000.000
- Movimientos Terreno 1:1.000.000
- Neotectónico 1:1.000.000
- Tectónico 1:1.000.000
- Tectónico 1:2.000.000

**Atlas**
- Atlas geocientífico de Madrid
- Atlas hidrogeológico de Madrid

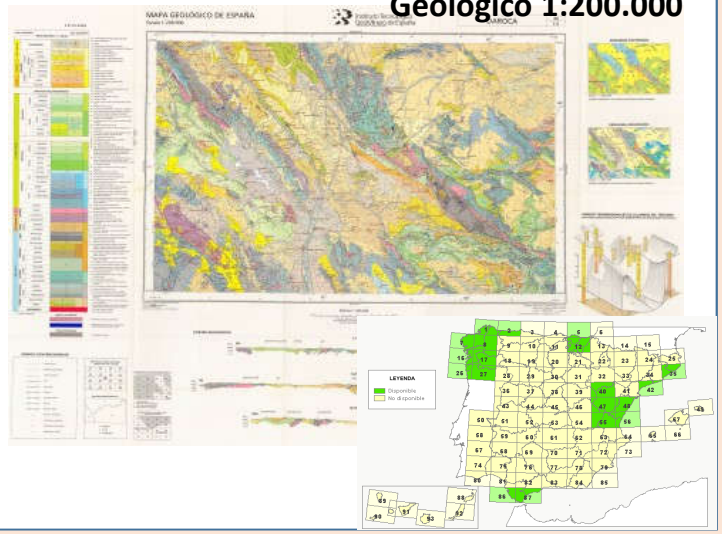
**Servicios WMS y Google Earth**
- Lista de servicios WMS y Google Earth

**MÚLTIPLES MAPAS Y CLASIFICACIONES PARA LAS SERIES GEOLÓGICAS**

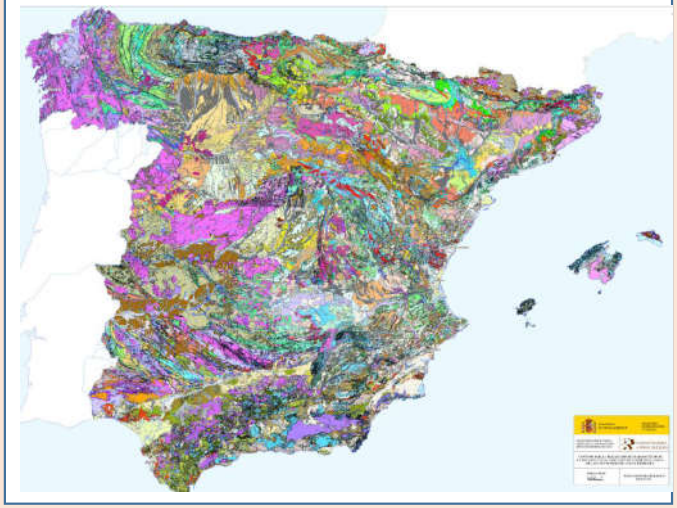
**Geológico 1:2.000.000**



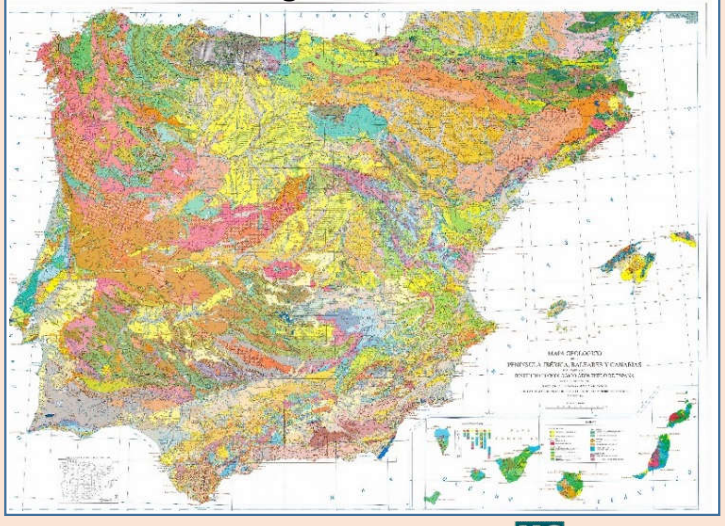

**Geológico 1:200.000**



**Litoestratigrafico 1:200.000**



**Geológico 1:1.000.000**



LaRUC
Laboratorio de Radiactividad Ambiental

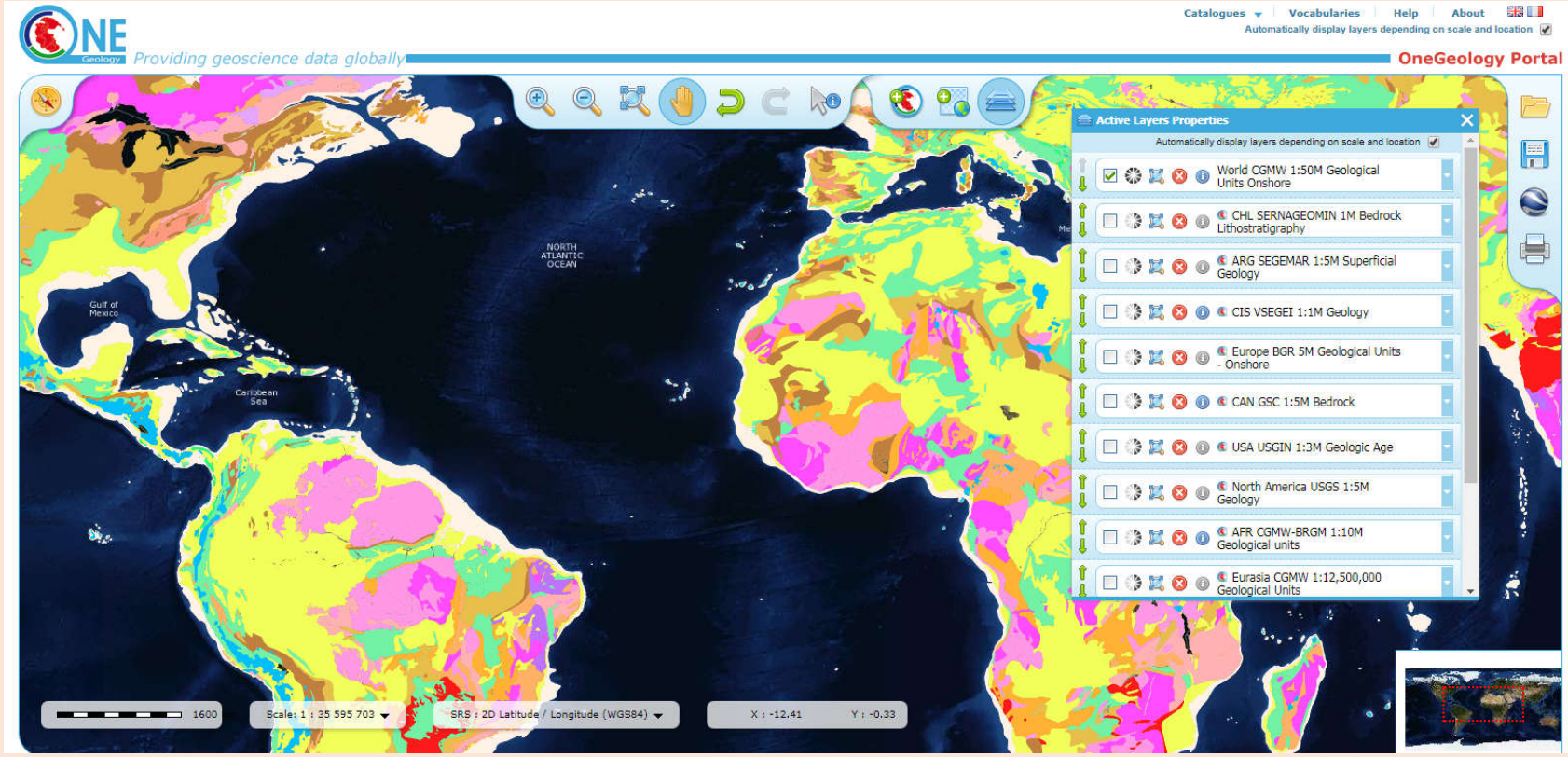
# GEOLOGÍA UNIFICADA PERÚ-ESPAÑA

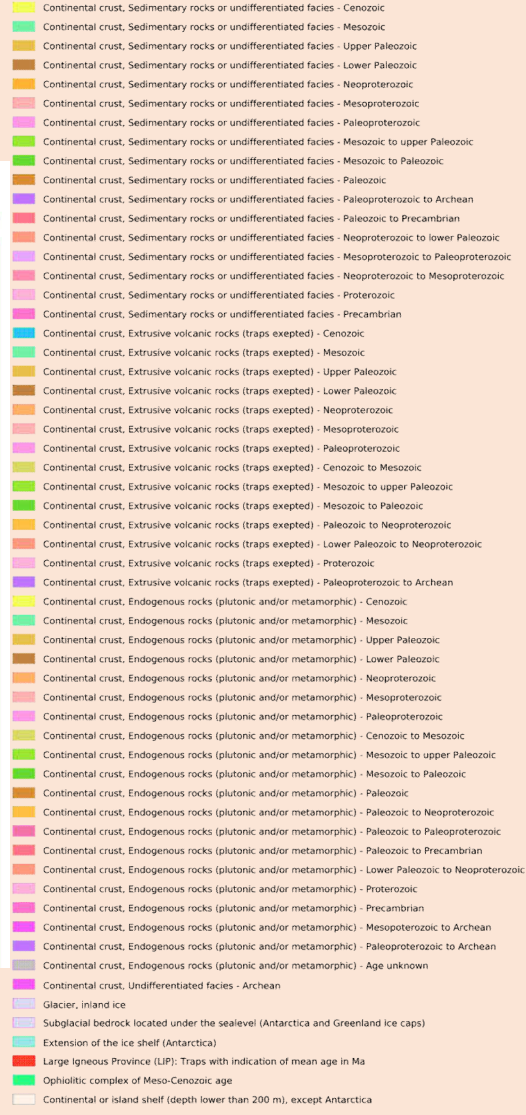
PROYECTO ONE GEOLOGY

**ESCALA 1:50.000.000** CGMW Bedrock and Structural geology

World - Commission for the Geological Map of the World -Geological Units Onshore

**58 unidades en el mundo**

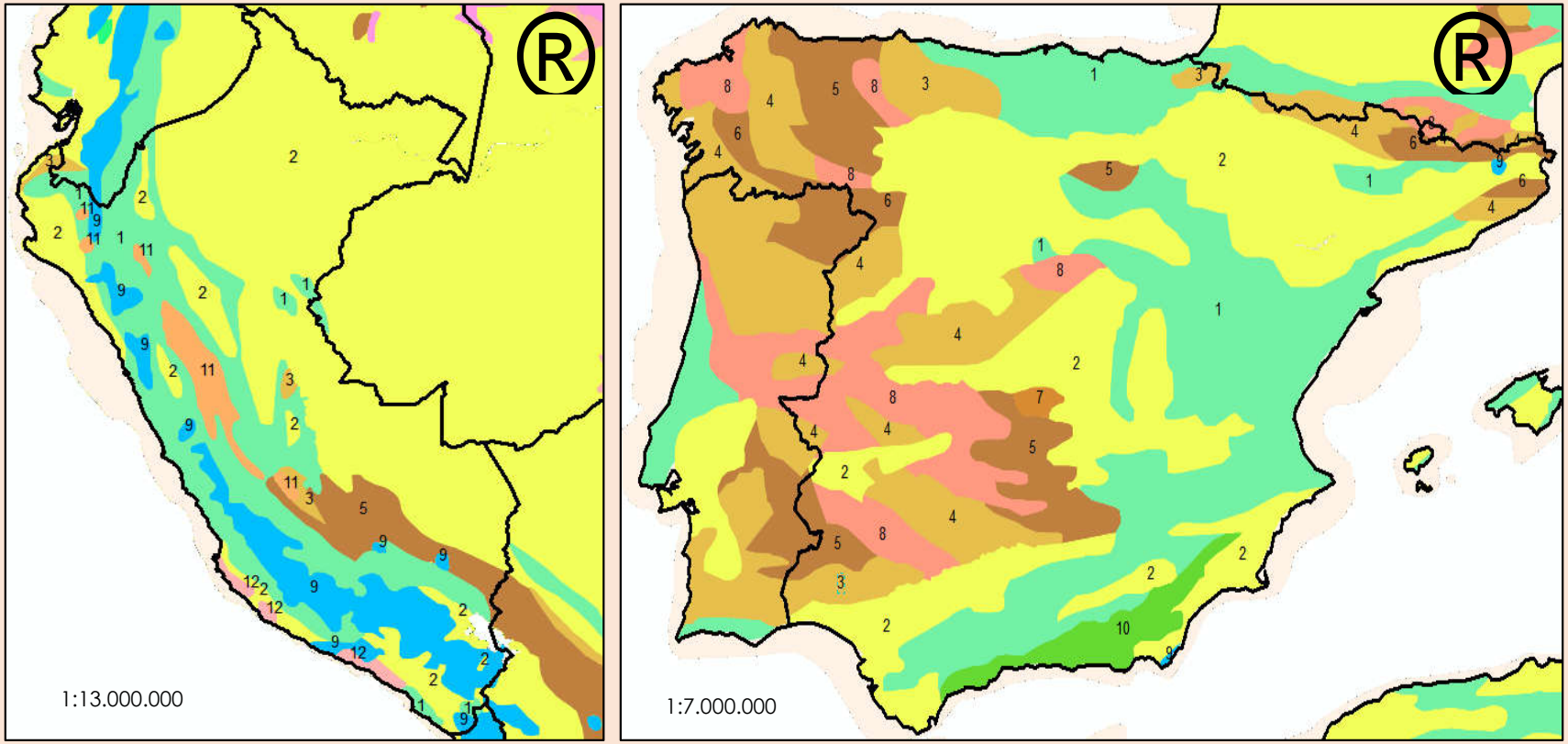


# GEOLOGÍA COMÚN ENTRE PERÚ-ESPAÑA

UC LaRUC
Laboratorio de Radiactividad Ambiental

## PROYECTO ONE GEOLOGY (ESCALA 1:50 M)




## LECHO ROCOSO Y GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

1 MESOZOICO- R. Sedimentarias o facies indiferenciadas

2 CENOZOICO- R. Sedimentarias o facies indiferenciadas

3 PALEOZOICO SUPERIOR- R. Sedimentarias o facies indiferenciadas

4 PALEOZOICO SUPERIOR- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)

5 PALEOZOICO INFERIOR- R. Sedimentarias o facies indiferenciadas

6 PALEOZOICO INFERIOR- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)

7 PALEOZOICO- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)

8 PALEOZOICO INFERIOR A NEOPROTEROZOICO- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)

9 CENOZOICO- R. Volcánicas Extrusivas

10 MESOZOICO A PALEOZOICO-R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)

11 NEOPROTEROZOICO- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)

12 MESOPROTEROZOICO- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)

# IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE ACTUACIÓN PRIORITARIA

LaRUC
Laboratorio de Radiactividad Ambiental

## METODOLOGÍA SEGUIDA EN ESPAÑA

### Criterios de Muestreo

**Criterio Superficial**

Cubrir todo España

1 Medida por celda 10x10km

**Criterio Poblacional**

Importancia zonas alta densidad de población

Nº Medidas extra en celdas con localidades > 50.000 habitantes

**Criterio Potencial de Rn**

Importancia zonas de alta dosis gamma externa

Nº Medidas extra en celdas con dosis > 4 µR/h

**Criterio Geológico**

Importancia unidades litoestratigráficas de interés

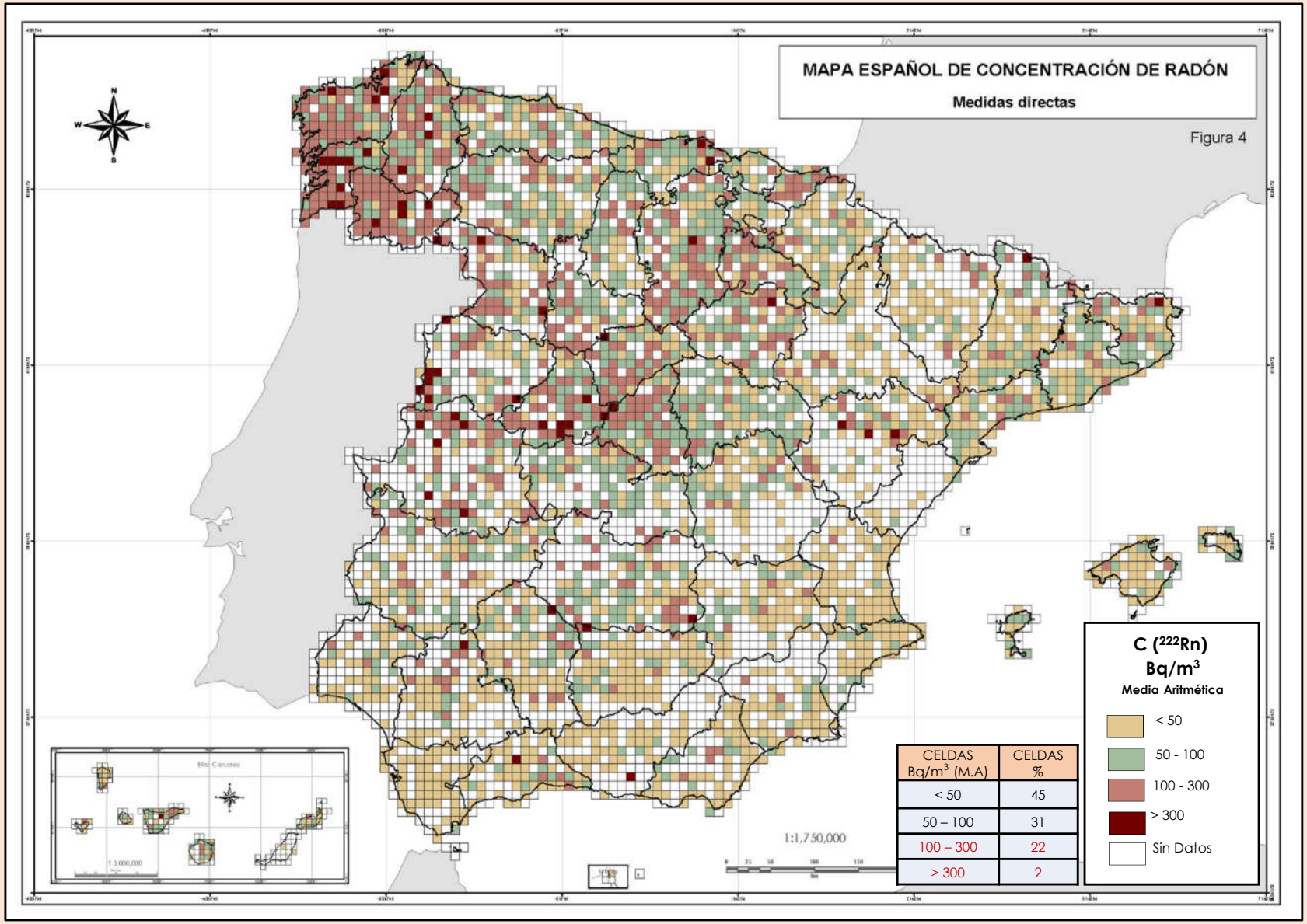
Nº Medidas extra en celdas con uds. de interés

**Permite organizar campañas de medidas**

# IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE ACTUACIÓN PRIORITARIA

UC LaRUC
Laboratorio de Radiactividad Ambiental

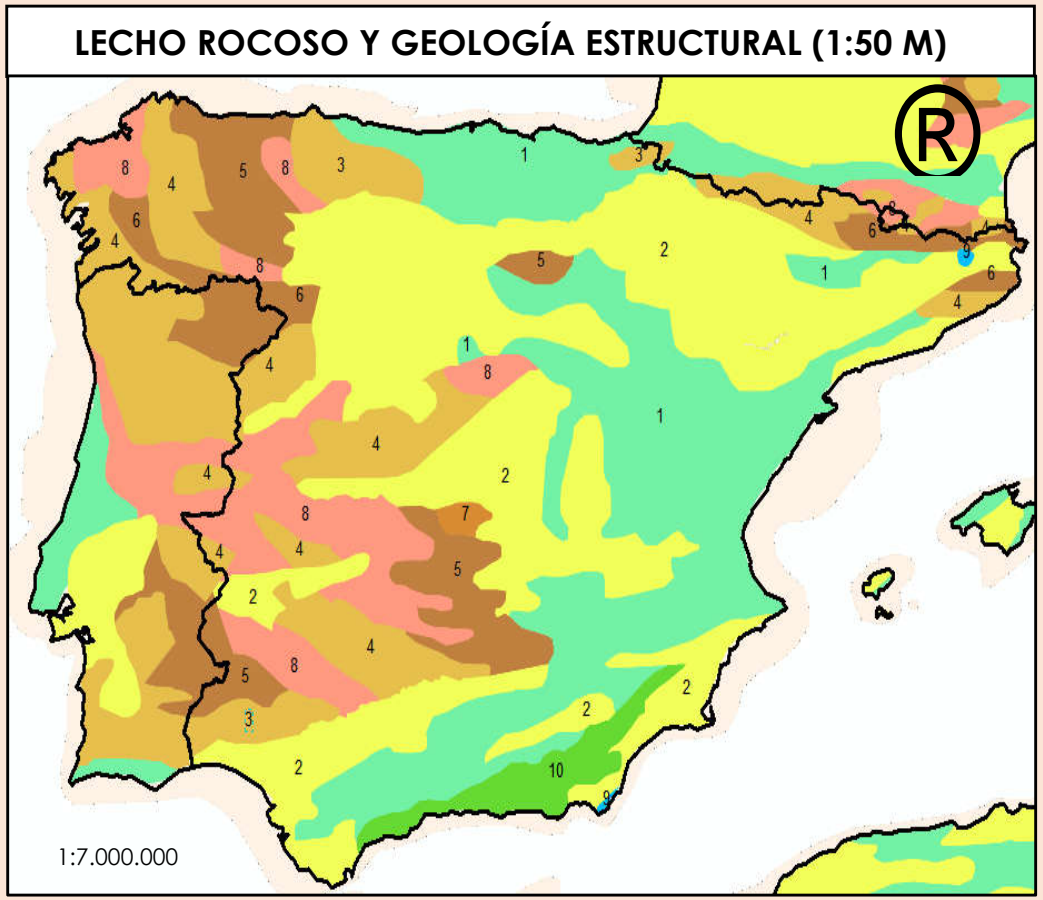
METODOLOGÍA SEGUIDA EN ESPAÑA 12000 measurements (1989--

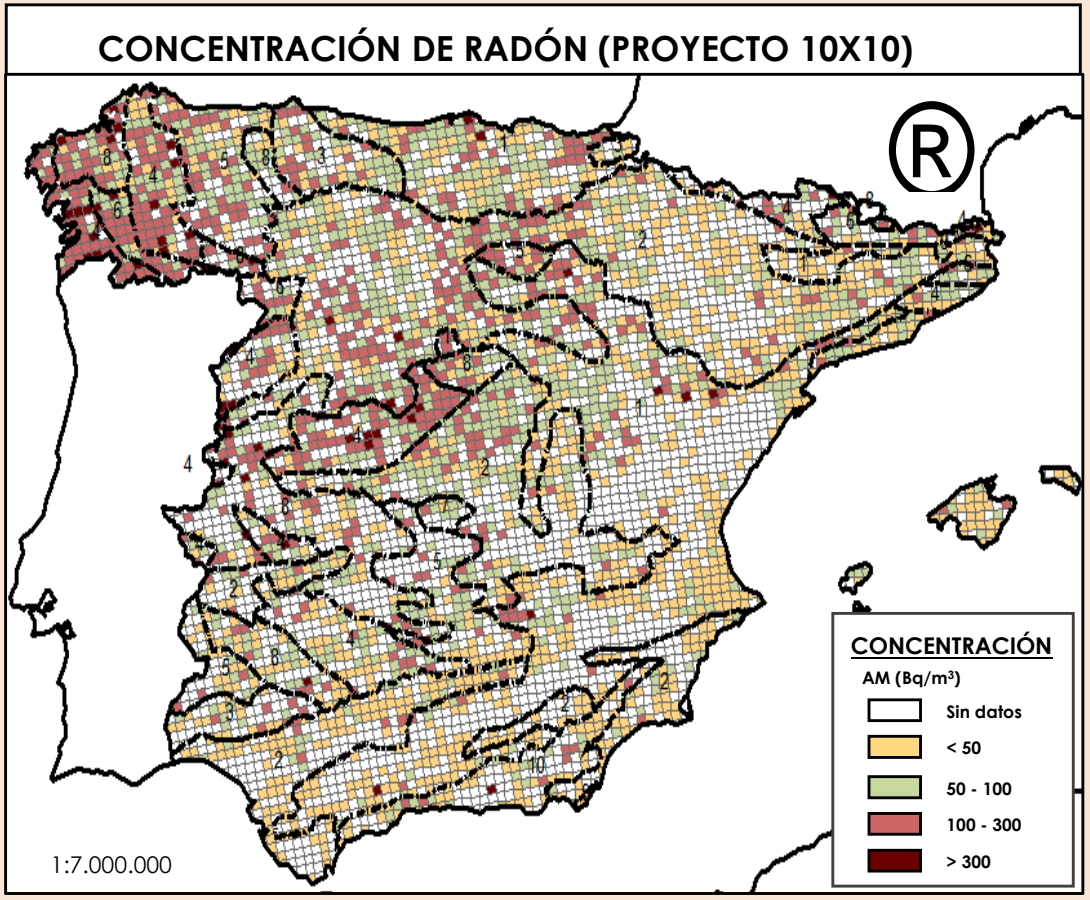


# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

Existencia de una serie de unidades geológicas en España relacionadas con concentraciones de radón > 100 Bq/m$^3$

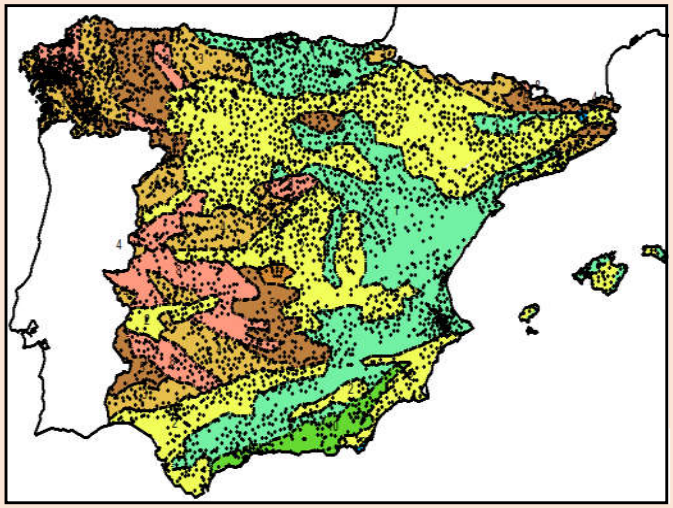


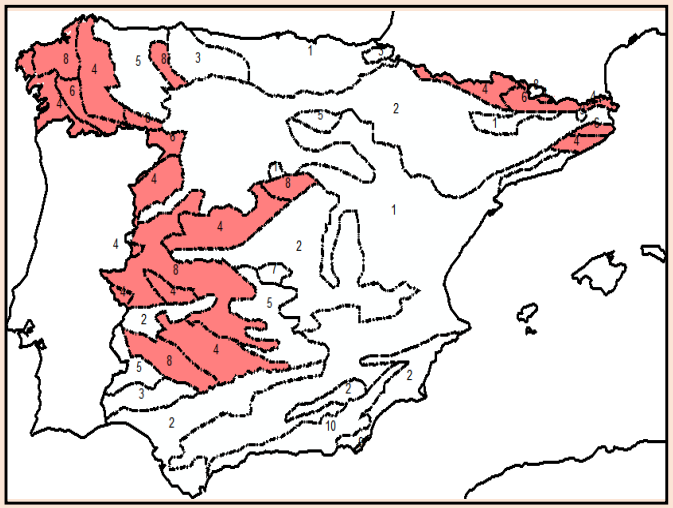



# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

**10.920 Datos de C ($^{222}$Rn)**





| Nº | UDS. ESPAÑA LECHO ROCOSO Y GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 1:50M | C ($^{222}$Rn) Bq/m$^3$ M.A |
|---|---|---|
| 1 | MESOZOICO- R. Sedimentarias | 65 |
| 2 | CENOZOICO- R. Sedimentarias | 65 |
| 3 | PALEOZOICO SUP.- R. Sedimentarias | 78 |
| **4** | **PALEOZOICO SUP.- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)** | **100** |
| 5 | PALEOZOICO INF.- R. Sedimentarias | 88 |
| **6** | **PALEOZOICO INF.- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)** | **134** |
| 7 | PALEOZOICO- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas) | 77 |
| **8** | **PALEOZOICO INF. A NEOPROTEROZOICO- R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas)** | **115** |
| 9 | CENOZOICO- R. Volcánicas Extrusivas | 52 |
| 10 | MESOZOICO A PALEOZOICO-R. Endógenas (Plutónicas y/o Metamórficas) | 54 |

3 Unidades que superan los 100 Bq/m$^3$

Rocas Endógenas del Paleozoico-Neoproterozoico

**¡ Unidades que no aparecen en la Geología de Perú !**

**Trabajar a otra escala de análisis**

# CRITERIO GEOLÓGICO

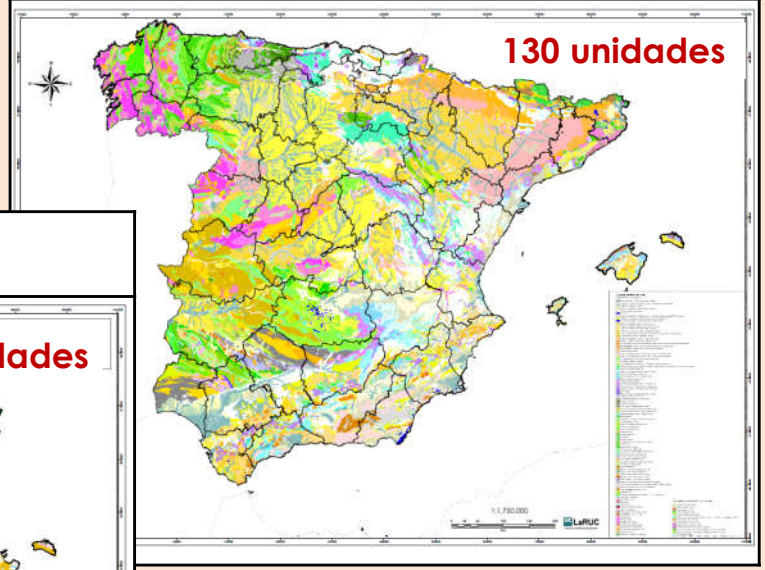
## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

**Mapa Geológico de España 1:1M**

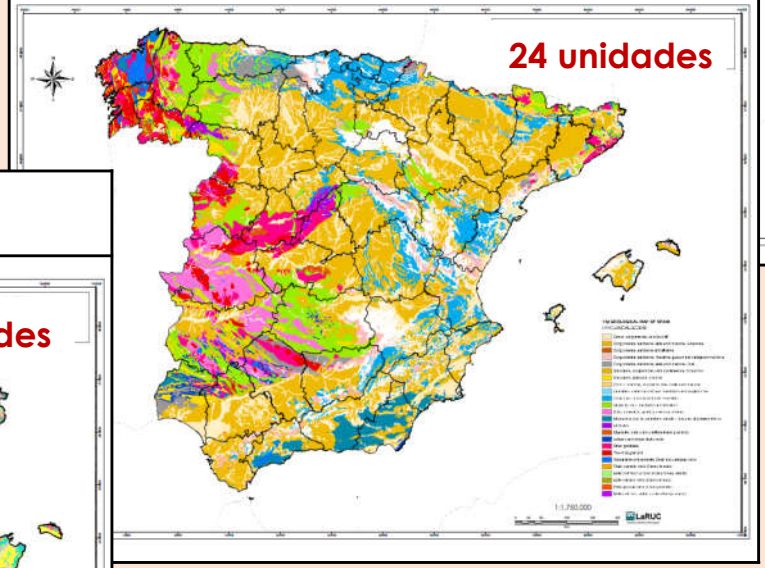
(OneGeology)

3 CAPAS DE INFORMACIÓN

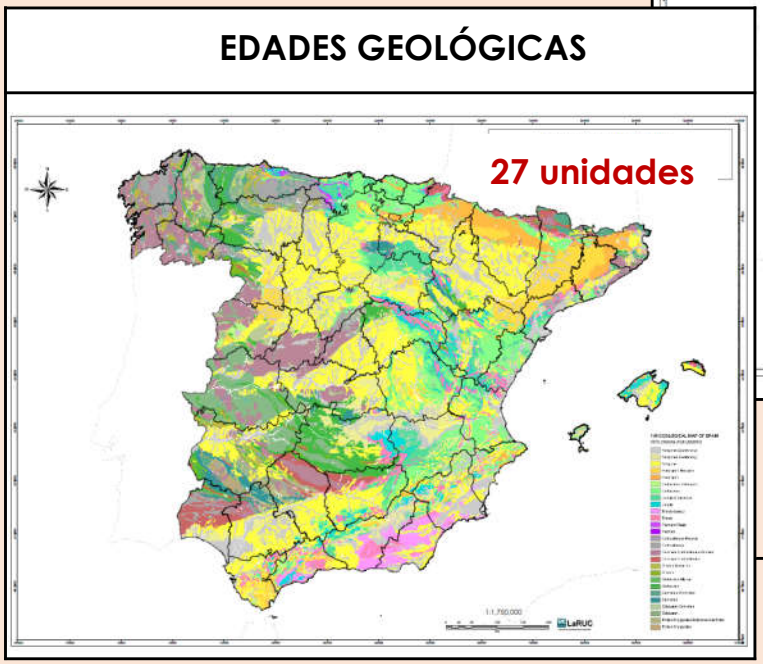
**UDS.SUPERFICIALES**




**UDS. LITOLÓGICAS**



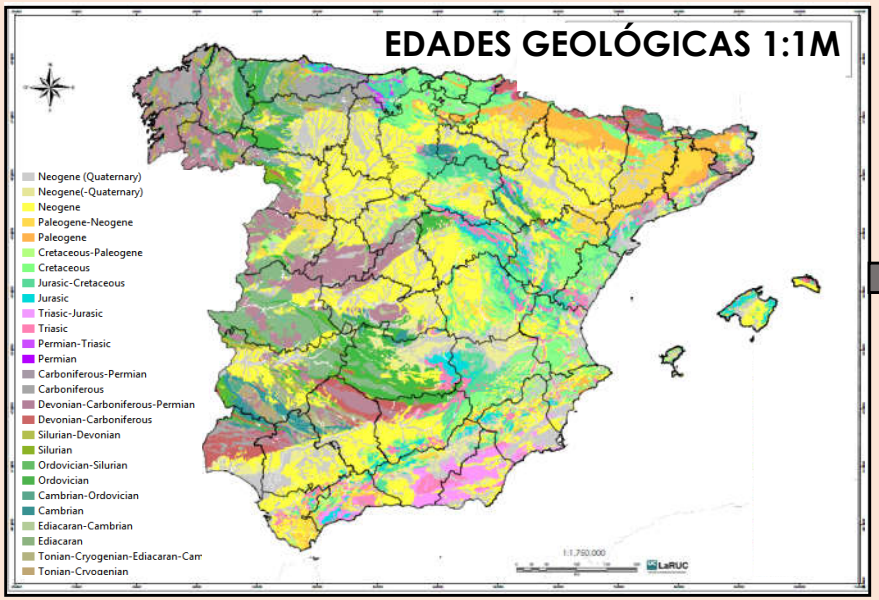

**EDADES GEOLÓGICAS**



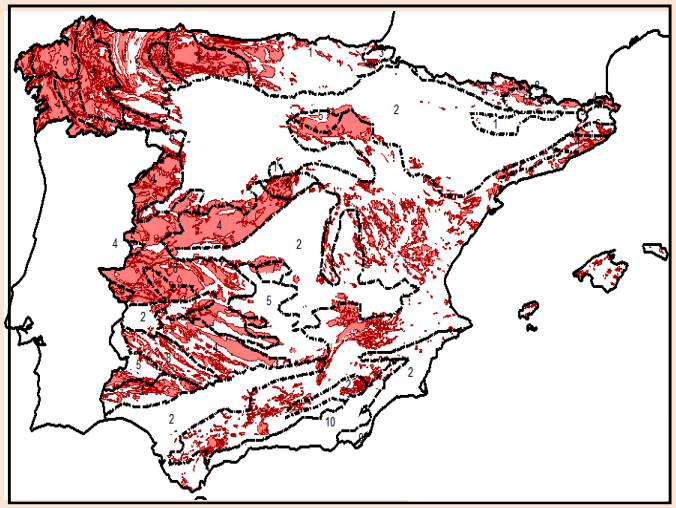

**Correspondencia con el Mapa Lecho Rocoso1:50M**

# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú




| EDADES GEOLÓGICAS 1:1M | | | C ($^{222}$Rn) Bq/m$^3$ M.A |
|---|---|---|---|
| Era | | Sistema | |
| Paleozoic | | Cambrian | 73 |
| **Paleozoic** | | **Cambrian-Ordovician** | **119** |
| **Paleozoic** | | **Carboniferous** | **119** |
| Paleozoic | | Carboniferous-Permian | 77 |
| Mesozoic | | Cretaceous | 75 |
| **Mesozoic-Cenozoic** | | **Cretaceous-Paleogene** | **382** |
| Paleozoic | | Devonian-Carboniferous | 71 |
| **Paleozoic** | | **Devonian-Carboniferous-Permian** | **162** |
| **Neo-proterozoic** | | **Ediacaran** | **114** |
| **Neo-proterozoic-Paleozoic** | | **Ediacaran-Cambrian** | **311** |
| Mesozoic | | Jurasic | 60 |
| **Mesozoic** | | **Jurasic-Cretaceous** | **106** |
| Cenozoic | | Neogene | 63 |
| Cenozoic | | Neogene (Quaternary) | 67 |
| Paleozoic | | Ordovician | 87 |
| Cenozoic | | Paleogene | 71 |
| Cenozoic | | Paleogene-Neogene | 69 |
| Paleozoic-Mesozoic | | Permian-Triasic | 79 |
| Paleozoic | | Silurian | 96 |
| **Paleozoic** | | **Silurian-Devonian** | **135** |
| Neo-proterozoic | | Tonian-Cryogenian | 46 |
| Neo-proterozoic-Paleozoic | | Tonian-Cryogenian-Ediacaran-Cambrian | 62 |
| Mesozoic | | Triasic | 64 |
| Mesozoic | | Triasic-Jurasic | 58 |



Aparecen 5 Eras y 8 Sistemas que superan los 100 Bq/m$^3$

**¡Vuelve a corresponderse con Unidades que no aparecen en la Geología de Perú 1:50M !**

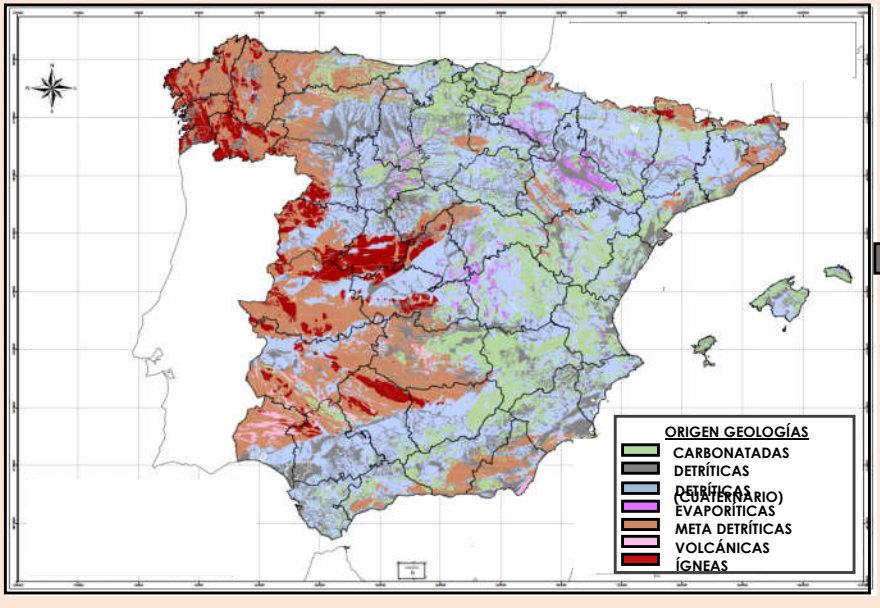
**Necesidad de trabajar con otro tipo de cartografía que simplifique el análisis**

# CRITERIO GEOLÓGICO

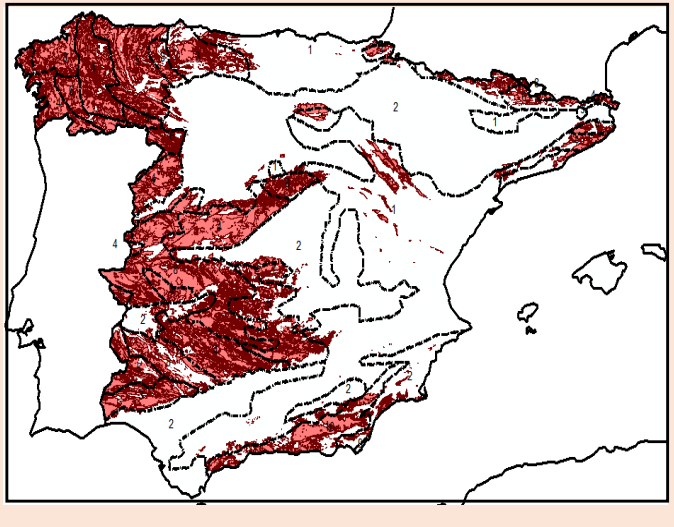
## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

**Mapa Litoestratigráfico de España**
1:200.000

→ **Correspondencia con el Mapa Edades 1:1M**




| Litoestratigrafías 1:200.000<br>Origen de la roca | | C ($^{222}$Rn) Bq/m$^3$ M.A |
|---|---|---|
| Carbonatado | | 69 |
| Detrítico (Cuaternario) | | 74 |
| Detrítico | | 75 |
| Evaporítico | | 58 |
| Volcánico | | 58 |
| **Ígneo** | | **159** |
| **Meta Detrítico** | | **134** |



Aparecen 2 orígenes que superan los 100 Bq/m$^3$

**Rocas ÍGNEAS y META DETRÍTICAS**

Relacionadas C($^{222}$Rn)> 100 Bq/m$^3$

# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

### ROCAS ÍGNEAS

Son **rocas plutónicas ácidas hercínicas** (contienen alta cantidad en sílice) como ***granitos, granodioritas, cuarzodioritas.***

Según Coppens, R, (1963) hay un aumento de la radiactividad a mayor contenido en sílice, siendo la concentración del orden de 6 ppm de U en el caso de las rocas ácidas

**Alto contenido en $^{238}U$** (Roca >65% $SiO_2$) → **Alto contenido en $^{226}Ra$** → **Alto contenido en $^{222}Rn$**

### ROCAS META DETRITICAS

Son rocas formadas a partir de rocas ígneas: ***gneis, grauvacas y arcosas***

Son rocas derivadas de ciertas rocas sedimentarias: ***pizarras, esquistos, cuarcitas, micacitas, micaesquistos, metagrauvacas, metaconglomerados, serpentinitas, eclogitas y algunos mármoles***

**IDENTIFICACIÓN DE ESTE TIPO DE ROCAS EN PERÚ**

# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

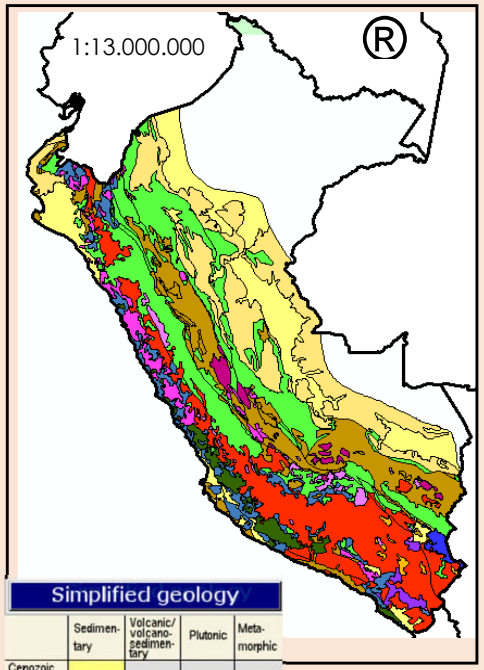
### CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE PERÚ

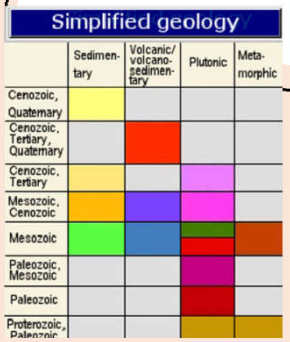
(OneGeology 1:2M)

**PROBLEMAS**

Simplificada

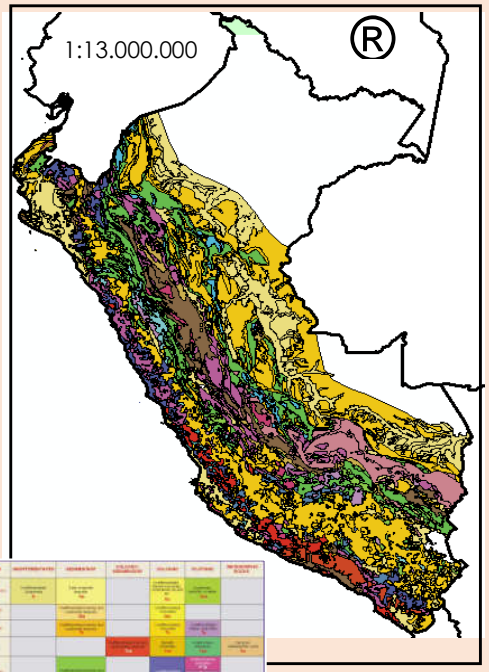
DEMASIADO GENERALISTA

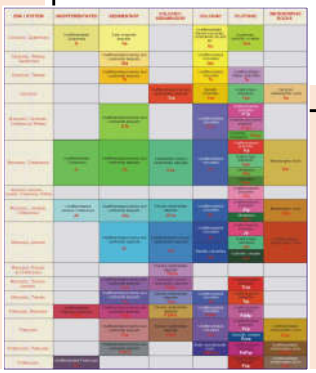



Detallada

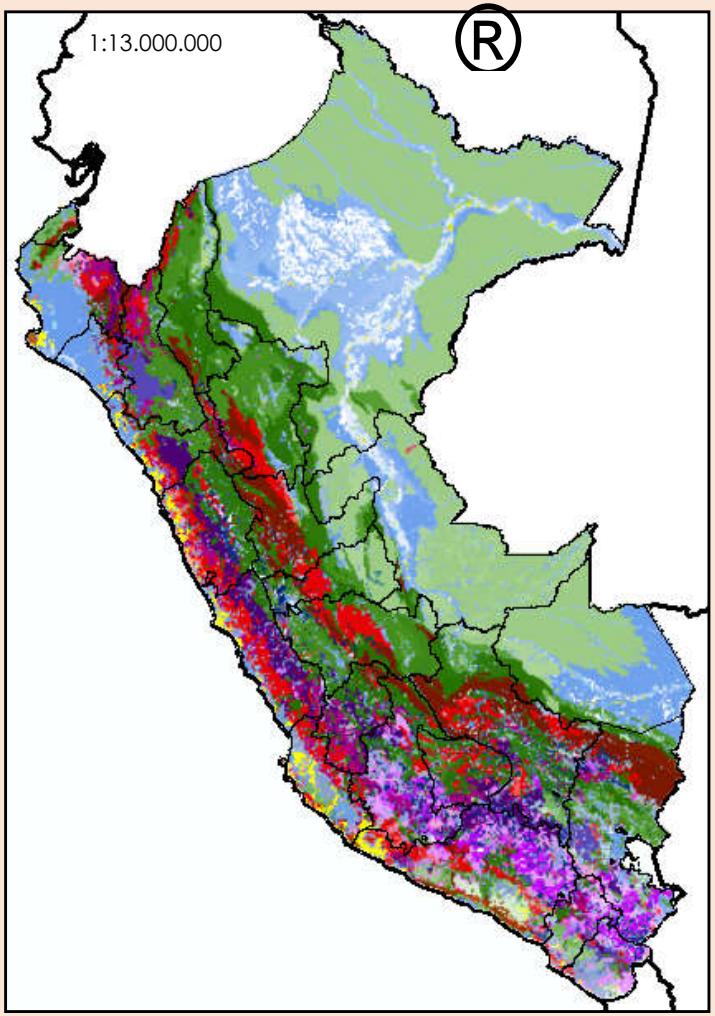
DEMASIADO COMPLEJA



Identificación a partir de:

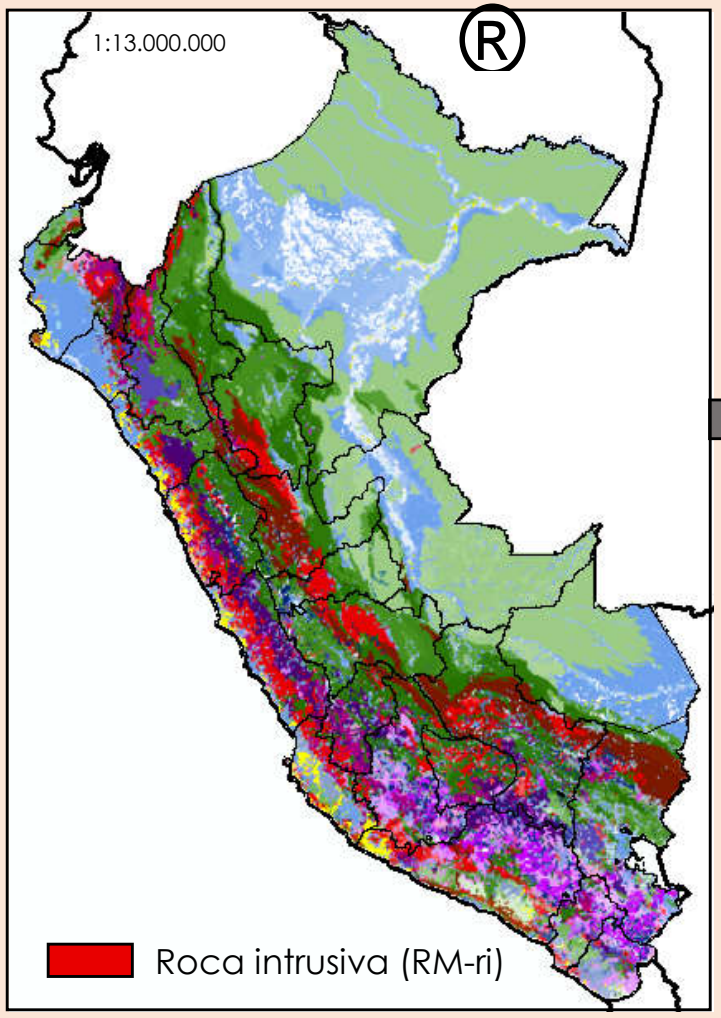
### CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA DE PERÚ

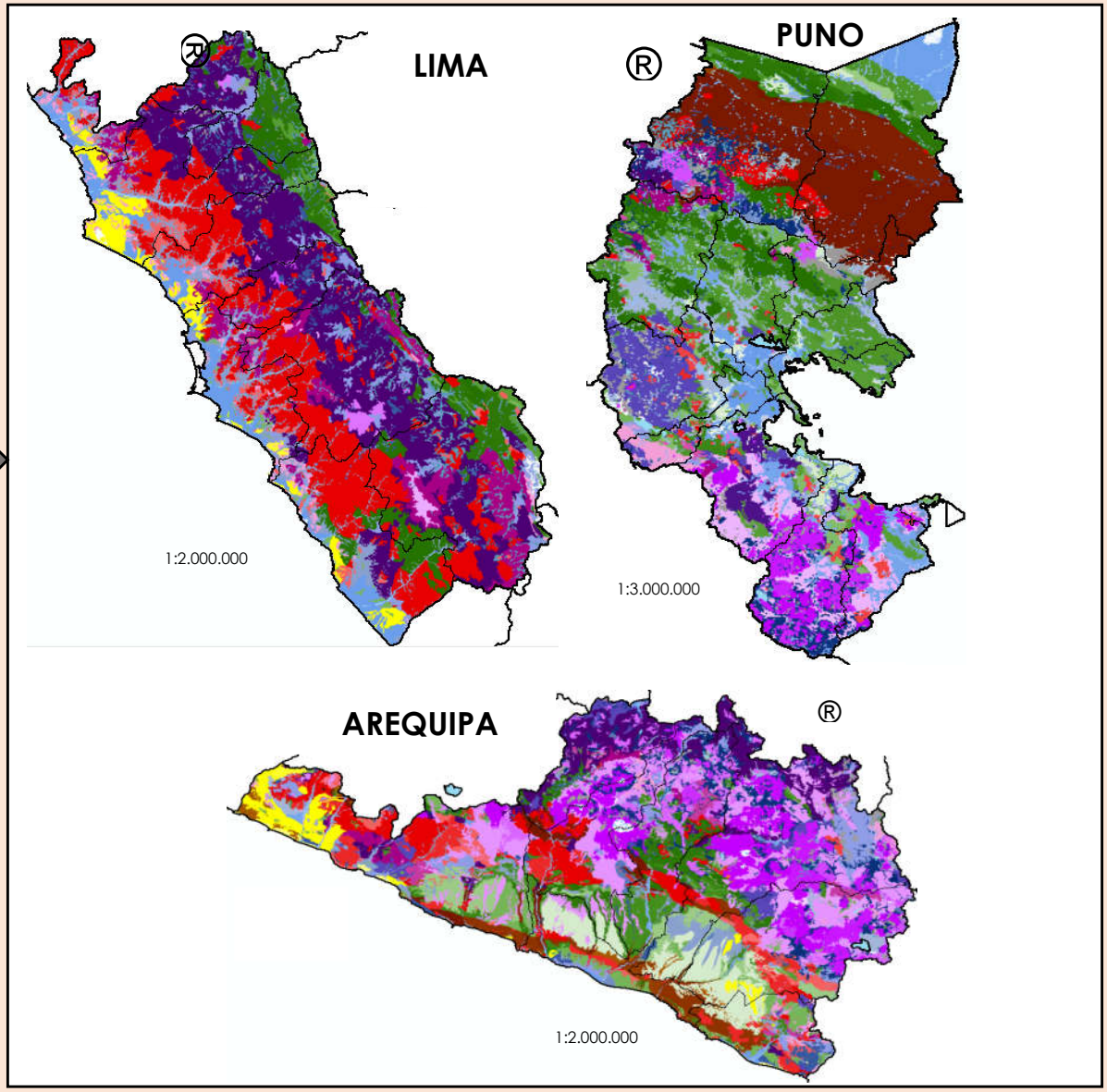


# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

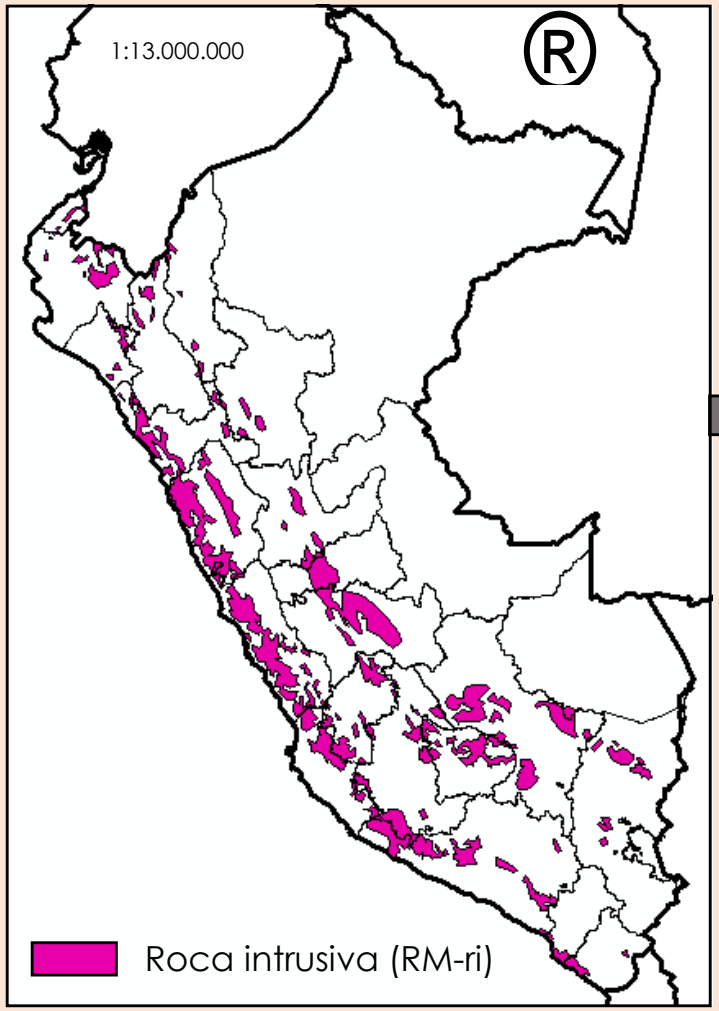
### 1. Identificación de áreas ígneas (roca plutónica ácida) en cada Departamento

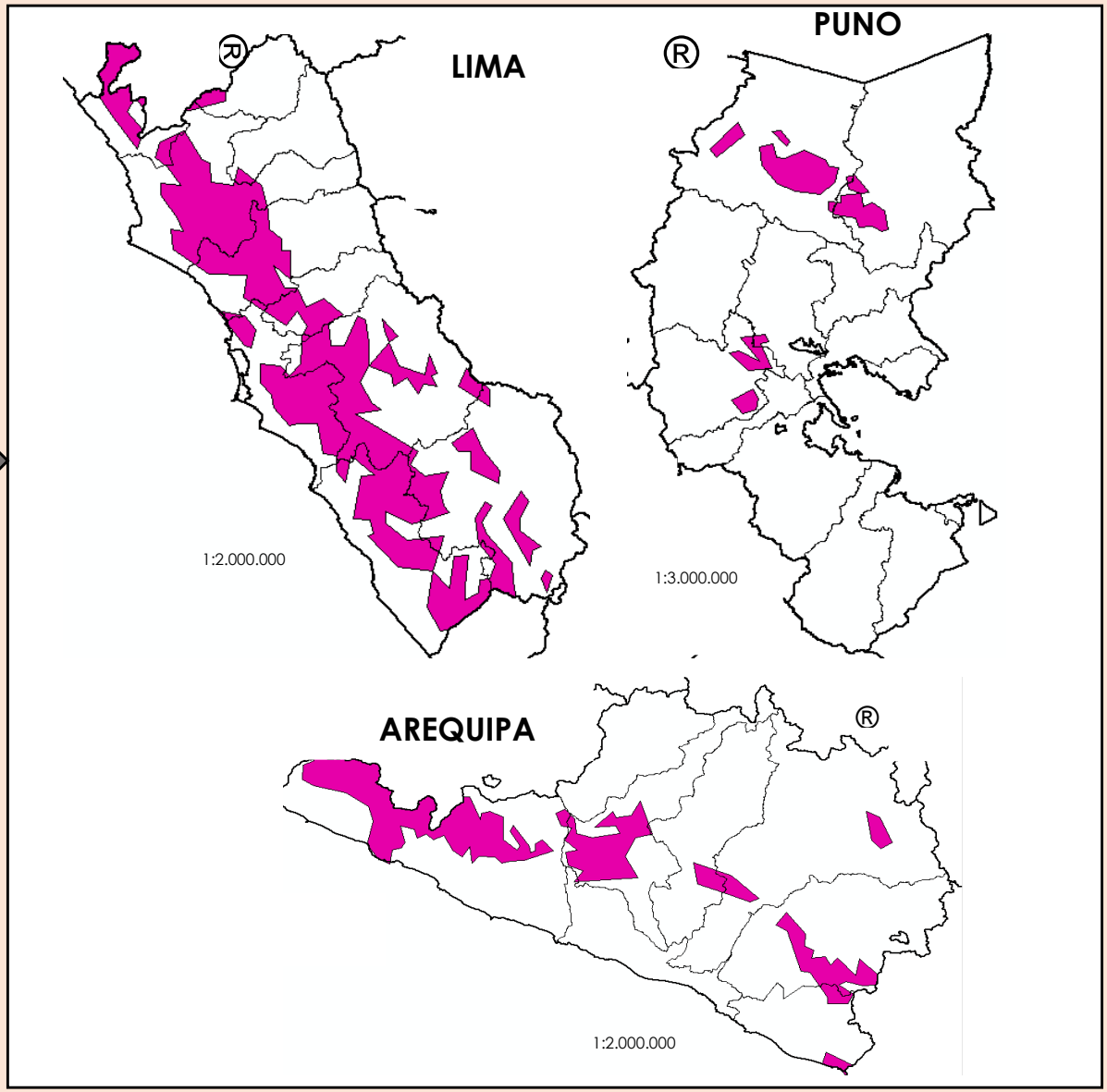


# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

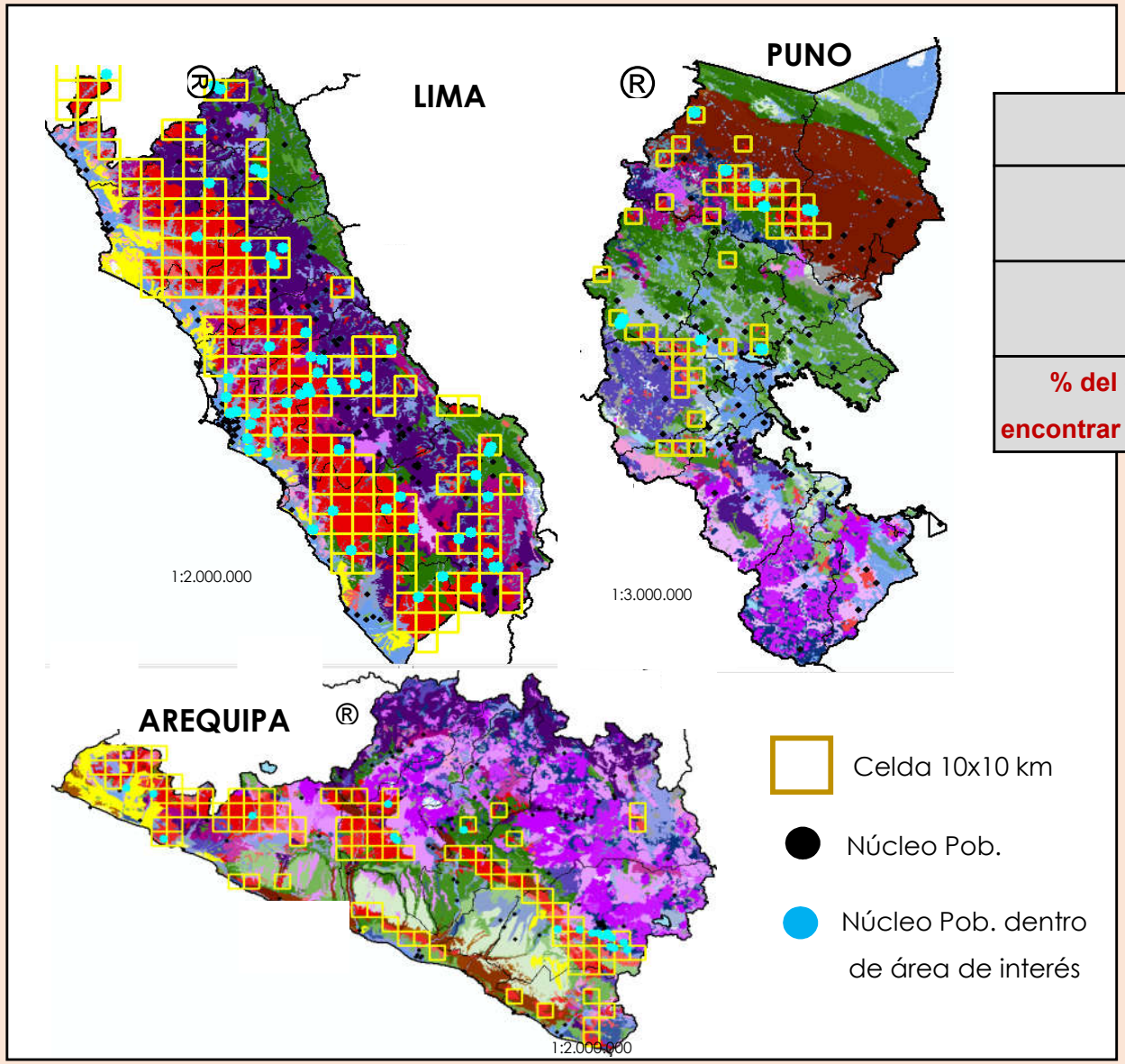


# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

### 2. Identificación de superficie 10x10 km de estas áreas



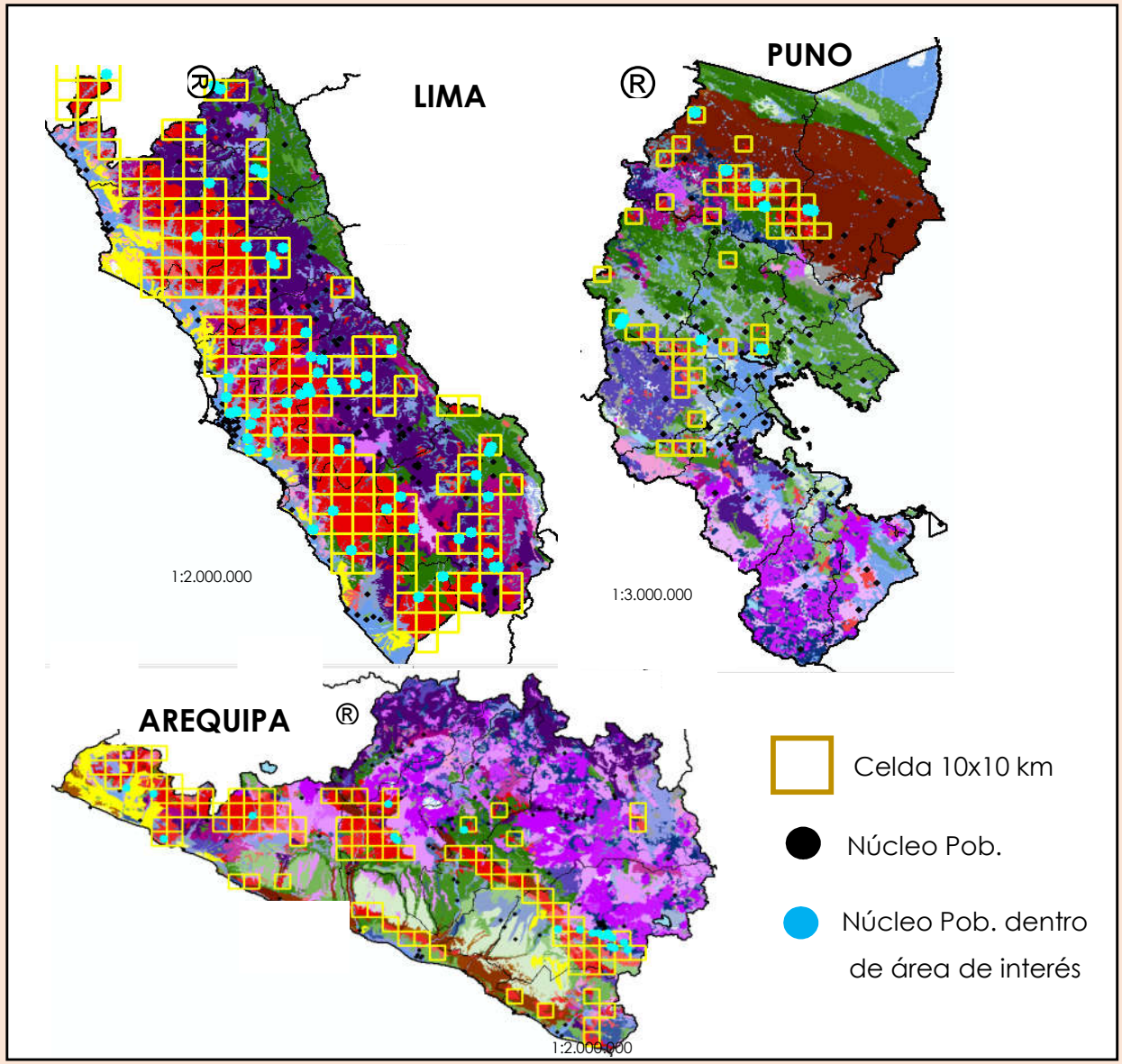

| | PUNO | AREQUIPA | LIMA |
|---|---|---|---|
| Sup. Distrito (km²) | 67.963 | 63.256 | 34.990 |
| Sup. Ígnea (km²) | 4.600 | 10.500 | 14.600 |
| **% del distrito con probabilidad de encontrar altas concentraciones de radón** | **7%** | **17%** | **42%** |

Importantes porcentajes de superficie

# CRITERIO GEOLÓGICO

## Identificación de áreas geológicas de interés en Perú

### 3. Identificación de núcleos de población en esa superficie 10x10 km




| AREQUIPA |
|---|
| ACARI |
| JAQUI |
| ATIQUIPA |
| QUICACHA |
| UÑON |
| ANDARAY |
| CHICHAS |
| YANAQUIHUA |
| CHARACATO |
| JACOBO DIKSON HUNTER |
| LA JOYA (VITOR) |
| MOLLEBAYA |
| SABANDIA |
| SOCABAYA |
| TIABAYA |
| UCHUMAYO |
| POCSI |
| POLOBAYA |
| QUEQUEÑA |
| YARABAMBA |

| PUNO |
|---|
| LANLACUNI BAJO |
| COASA |
| TAMBILLO |
| USICAYOS |
| LIMBANI |
| PAHRA |
| CUPI |
| LLALLI |
| CHUPA |
| PUCARA |

| LIMA | |
|---|---|
| MATUCANA | CHOSICA |
| CHASQUITAMBO | ARAHUAY |
| MANGAS | YANGAS |
| COPA | MATUCANA |
| MANAS | CALLAHUANCA |
| ANDAJES | CHICLA |
| COCHAMARCA | RICARDO PALMA |
| CHURIN | CHACLLA |
| IHUARI | SAN BARTOLOME |
| LAMPIAN | SAN JUAN DE LANCA |
| ACOS | SAN PEDRO DE CASTA |
| CARAC | COCACHACRA |
| SAYAN | SANTA EULALIA |
| CALANGO | SURCO |
| COAYLLO | VITARTE |
| LUNAHUANA | CIENEGUILLA |
| SANTA CRUZ DE FLORES | LA MOLINA |
| ZÚÑIGA | PACHACAMAC |
| CACRA | RIMAC |
| CHOCOS | SAN JUAN DE LURIGANCHO |
| COLONIA | VILLA EL SALVADOR |
| HONGOS | VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| OMAS | SANTO DOMINGO DE LOS OLLEROS |
| PUTINZA | CARANIA |
| TAURIPAMPA | HUANCAYA |
| TUPE | HUANTAN |
| CARABAYLLO | SAN PEDRO DE PILAS |
| CHACLACAYO | VITIS |
| LA LIBERTAD | |

Elevado número de poblaciones

# CONCLUSIONES

## Primera aproximación en la identificación de áreas de actuación prioritaria

- La cartografía común entre ambos países basada en eras geológicas no permite identificar áreas con probables altas concentraciones de radón.
  - ✓ No aparecen las mismas unidades
  - ✓ Diferente clasificación
  - ✓ Escala de trabajo inapropiada

- Los datos de España de concentración de radón según orígenes Litoestratigráficos 1:200.000 muestran que:
  - ✓ Las **rocas Ígneas y Metadetríticas presentan C ($^{222}$Rn) elevadas**
  - ✓ **Son rocas con alto contenido en sílice** de tipo plutónico ácido (granitos, granodioritas y cuarzodioritas), rocas formadas a partir de éstas (gneis, grauwacas y arcosas) y derivadas de rocas sedimentarias (pizarras, esquistos, cuarcitas, micacitas, micaesquistos, metagrauvacas, metaconglomerados, serpentinitas, eclogitas y algunos mármoles)

# CONCLUSIONES

## Primera aproximación en la identificación de áreas de actuación prioritaria

- La identificación de estas geologías en Perú permite realizar una primera aproximación en la identificación de áreas de actuación prioritarias en las que se prevé encontrar altas concentraciones de radón
  - Delimitando las geologías de interés
  - Identificando la superficie afectada en cada departamento (sistema de celdas 10x10 $km^2$)
  - Identificando los núcleos de población en estas áreas

# Gracias por su atención