

The slide cover features a textured, light brown background with large, faint, stylized numbers '222' and 'Rn' in the background. In the top right corner, the logo of the 'JUNTA DE EXTREMADURA' is displayed, consisting of a green and white square above the text 'JUNTA DE EXTREMADURA'. Below the logo, the text 'CONSEJERÍA DE MOVILIDAD, TRANSPORTE Y VIVIENDA' is written. The main title 'CTE - DB HS 6' is centered, followed by 'PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN'. At the bottom right, the name 'José Miguel Núñez Carroza' is listed, along with his titles: 'Jefe de Servicio de Proyectos y Obras', 'Dirección General de Arquitectura y Calidad de la Edificación', and 'Doctor Ingeniero de Materiales, Arquitecto Técnico e Ingeniero de Edificación'.

The slide is titled 'JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN'. Below the title, the word 'OBJETIVOS' is written in a dark box. To the right of the objectives is a small image showing a hand holding a circular lens that frames a landscape. The objectives are listed in a table with blue buttons on the left and white boxes on the right.

OBJETIVOS	
1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA	ÁMBITO Y EXIGENCIA
2. CUMPLIMIENTO EXIGENCIA	MÉTODOS DE PROTECCIÓN
3. CLASIFICACIÓN MUNICIPIOS	ZONA I y ZONA II
4. MEDICIÓN PROMEDIO ANUAL	QUIÉN Y CÓMO

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

CTE
CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

"Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo"

Directivas	DA	DB SE	DB SI	DB SUA
Guías		DB HE	DB HR	DB HS

¿ Cuándo es obligatoria su aplicación ?

Entrada en vigor
28/12/2019

6 MESES PERIODO VOLUNTARIO AMPLIADO POR ESTADO DE ALARMA
Solicitud de licencia de obras hasta el 23/09/2020

Obligatoriedad
24/09/2020

OBRAS NUEVAS E INTERVENCIONES EN EDIFICIOS EXISTENTES
Solicitud de licencia de obras a partir del 24/09/2020

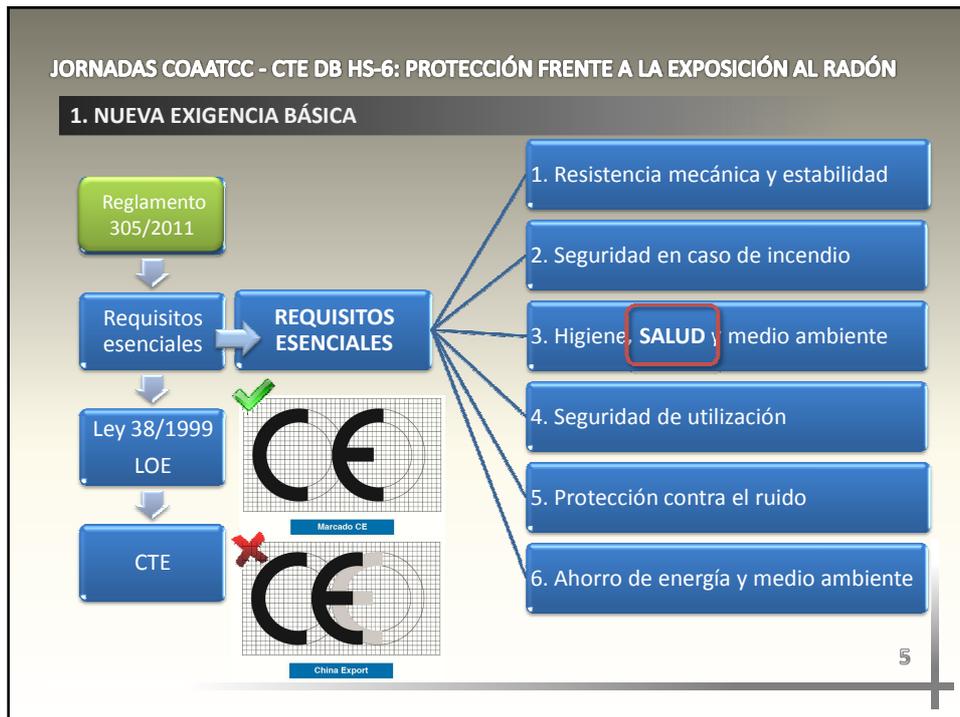
ESTADO DE ALARMA POR COVID-19
Durante el estado de alarma declarado por Real Decreto 463/2020, de 18 de marzo, el plazo de aplicación voluntaria del RD 732/2019 fue suspendido y se reanuda de acuerdo a lo establecido por el Real Decreto 537/2020, de 22 de mayo

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA
2. CUMPLIMIENTO EXIGENCIA
3. CLASIFICACIÓN MUNICIPIOS
4. MEDICIÓN PROMEDIO ANUAL

ÁMBITO Y EXIGENCIA



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA

FUNCIONALIDAD	SEGURIDAD	HABITABILIDAD
Utilización	Estructural	Higiene, SALUD y medio ambiente
Accesibilidad	Incendios	Ruido
Telecomunicación	Utilización	Energía y aislamiento térmico
Servicios postales		Otros aspectos funcionales

REQUISITO BÁSICO: Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

7

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA





JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA

CTE
CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

¿Qué es el CTE?

Documentos CTE

Recursos

Actualidad

Ud. está en: Inicio / Actualidad

DOCUMENTO BÁSICO

DB-HS

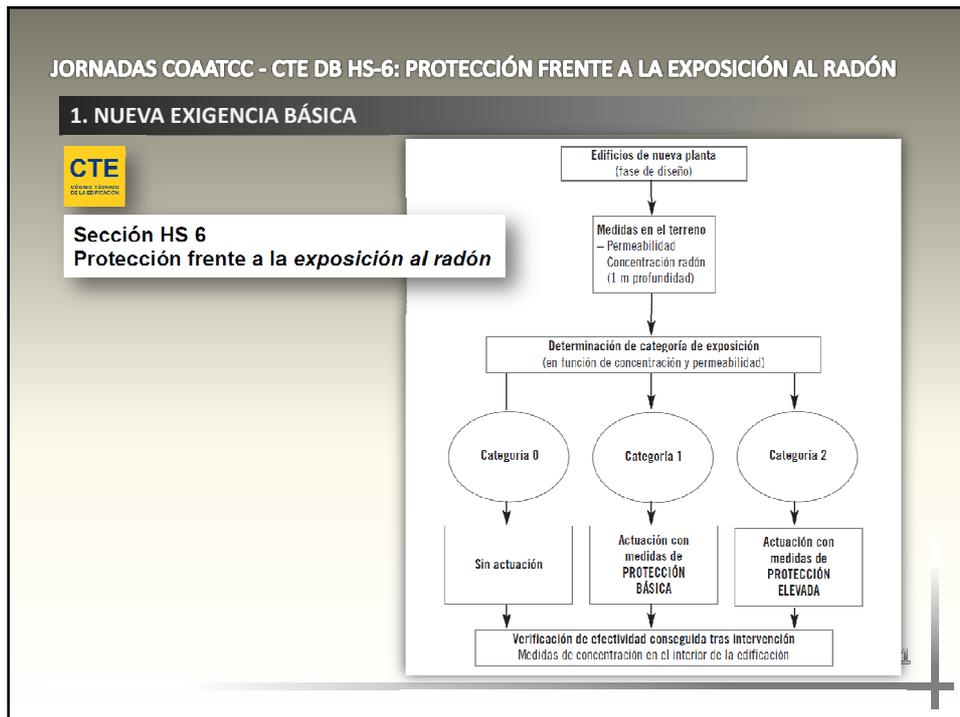
Salubridad

DB-HS M Documento con modificaciones del RD 732/2019 señaladas

DB-HS C Documento con comentarios del Ministerio de Fomento (versión 9 de octubre 2020)

«13.6 Exigencia básica HS 6: Protección frente a la exposición al radón. Los edificios dispondrán de medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón procedente del terreno en los recintos cerrados.»

10



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA

CTE Sección HS 6
Protección frente a la *exposición al radón*

NO SE APLICA

- LOCALES NO HABITABLES
- LOCALES HABITABLES SEPARADOS DE FORMA EFECTIVA DEL TERRENO



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA

CTE Sección HS 6
Protección frente a la *exposición al radón*

2 Caracterización y cuantificación de la exigencia

1 Para limitar el riesgo de exposición de los usuarios a concentraciones inadecuadas de radón procedente del terreno en el interior de los *locales habitables*, se establece un *nivel de referencia* para el *promedio anual de concentración de radón* en el interior de los mismos de 300 Bq/m³.

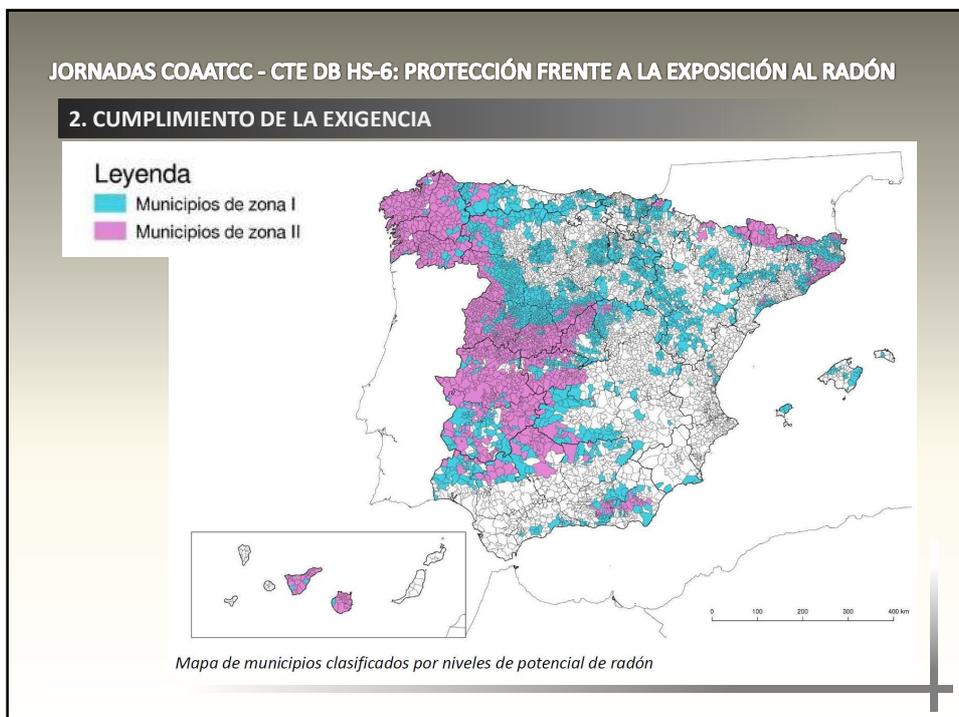


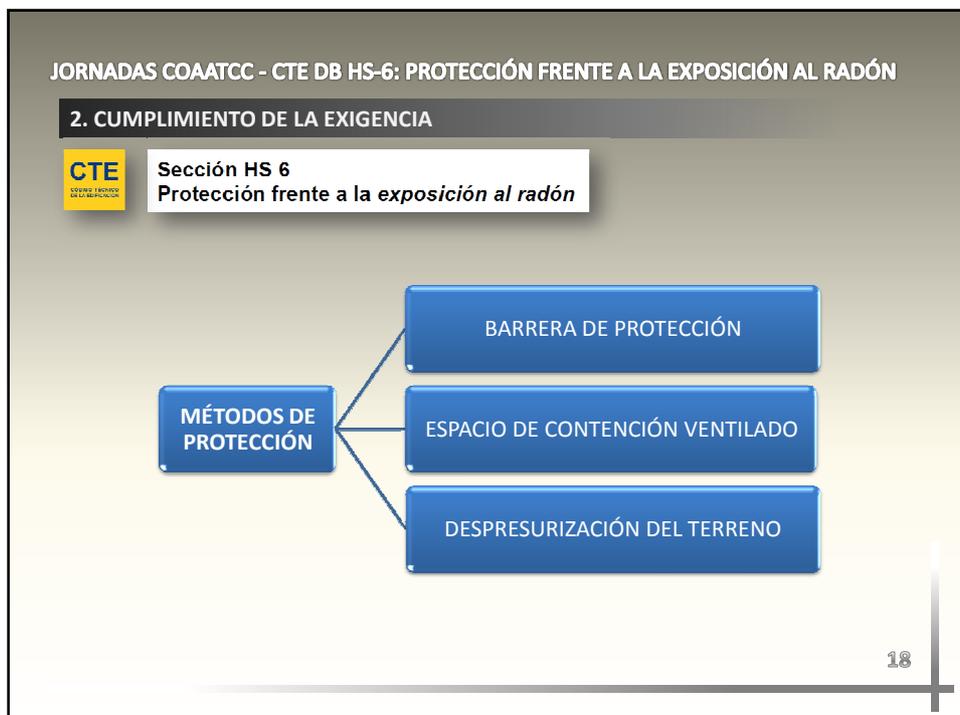
300 Bq/m³ lugares trabajo (art. 54)
300 Bq/m³ recintos cerrados (art. 74)



Organización
Mundial de la Salud

100 Bq/m³
300 Bq/m³ según países





JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

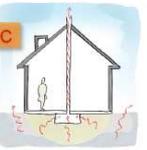
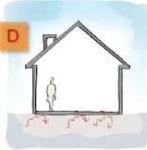
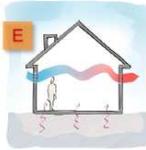
2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

¿Cuáles son las soluciones para obra nueva ?

Términos municipales ZONA 1 = A o B
Términos municipales ZONA 2 = A + (B o C)

¿Y para intervenciones en edificios existentes ?

Otras soluciones para edificios existentes alternativas o complementarias a las propias de obra nueva (A, B y C) son el sellado de los cerramientos en contacto con el terreno (D) y la mejora de la ventilación (E).

A	B	C	D	E
Barrera de Protección	Cámara de aire ventilada	Despresurización del terreno	Sellado de cerramientos	Mejora de la ventilación
				

19

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

BARRERA DE PROTECCIÓN

1. LÁMINA ANTI-RADÓN U OTRO TIPO
2. DIMENSIONARSE O BIEN: lámina + coef. difusión $< 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s} + 2 \text{ mm}$ espesor
3. CARACTERÍSTICAS:
 - a. Tener continuidad
 - b. Sellado encuentros de elementos que la interrumpan
 - c. No presentar fisuras
 - d. Durabilidad adecuada a la **vida útil del edificio**



10

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

Clasificación:





← Estrato de protección superior en PP
 ← Film de PE
 ← Film de aluminio
 ← Film de PE
 ← Estrato de protección inferior en PP

Ficha técnica		
Material		PP.PE.Alu.PE.PP
Film		-
Color		blanco
Anchura del rollo (m)		1,5
Longitud del rollo (m)		50
Peso del rollo (kg)		10
Masa por unidad de área (g/m ²)	EN 1849-2	130 (±10 g/m ²)
Capa de aire equivalente al paso de vapor - Sd (m):	UNI EN ISO 12572	>1500
DVA difusión del vapor de agua (g/m ² /24 ore)	UNI EN ISO 12572	± 0,02
Impermeabilidad al agua	EN 13984	superado
Resistencia al desgarro MD/CD*	EN 12311-1	170 / 110 (±30N/50mm)
Alargamiento MD/CD*	EN 12311-1	60 / 45 (±15%)
Desgarro por clavo MD/CD*	EN 12310-1	75 / 90 (±15N)
Reacción al fuego	EN 13501-1	E
Temperatura		40°C a 100°C
Diffusión gas radon (D)	ISO 11665-10	1,64 x 10 ⁻¹⁴ m ² s ⁻¹
Densidad (kg/m ³)	EN 1849-1	1,389
Espesor (mm)	EN 1849-2	0,45

✓
✗

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

1. DATOS DEL LOCAL A PROTEGER

A = 6,00 m
 B = 10,00 m
 C = 6,00 m

2. EXHALACIÓN LÍMITE

$E_{lim} = C_d \cdot (Q / A)$ Bq/m²·h
 C_d = 30,00 Bq/m²·h concentración de diseño (10% s/ 300 Bq/m³)
 N = 0,10 renovaciones/hora
 Q = 36,00 m³/h caudal de ventilación del local a proteger
 A = 60,00 m² superficie de la barrera
 E_{lim} = 18,00 Bq/m²·h

3. EXHALACIÓN PREVISTA A TRAVÉS DE LA BARRERA

$E = 3 \cdot 10^5 \lambda l / \sinh(d/l)$ Bq/m²·h
 λ = 7,56E-03 h⁻¹ constante de desintegración del radón
 d = 4,50E-04 m espesor de la barrera
 D = 1,64E-14 m²/s coeficiente de difusión al radón de la barrera
 l = 8,84E-05 m longitud de difusión del radón en la barrera
 E = 2,46E-03 Bq/m²·h

4. VERIFICACIÓN $E_{prevista} < E_{limite}$ CUMPLE

E = 2,46E-03 Bq/m ² ·h	<	E _{lim} = 18,00 Bq/m ² ·h
-----------------------------------	---	---



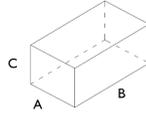
22

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

1. DATOS DEL LOCAL A PROTEGER

A = 6,00 m
B = 10,00 m
C = 6,00 m



2. EXHALACIÓN LÍMITE

$$E_{\text{lim}} = C_d \cdot (Q / A) \quad \text{Bq/m}^2 \cdot \text{h}$$

$C_d = 30,00 \text{ Bq/m}^2 \cdot \text{h}$ concentración de diseño (10% s/ 300 Bq/m³)
 $N = 0,10$ renovaciones/hora
 $Q = 36,00 \text{ m}^3/\text{h}$ caudal de ventilación del local a proteger
 $A = 60,00 \text{ m}^2$ superficie de la barrera
 $E_{\text{lim}} = 18,00 \text{ Bq/m}^2 \cdot \text{h}$



Enero 2002

TÍTULO	Aislamiento térmico
	Determinación de la estanquidad al aire en edificios
	Método de presurización por medio de ventilador
	(ISO 9972:1996, modificada)

norma española
UNE-EN 13829

23

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

VALORES MÁXIMOS DE INFILTRACIONES DE AIRE PERMITIDOS
EN EDIFICACIÓN RESIDENCIAL

Región	Tipo	ACH 50 (n50)
Europa	Passivhaus	0,6
Austria	Ventilación natural	3
	Ventilación mecánica	1,5
Bulgaria	Apartamentos	2
	Residencial	4
Rep. Checa	Viviendas de bajo consumo	1,5
	Ventilación natural	4,5
	Ventilación mecánica	1,5
Dinamarca	Residencial	1,5
Finlandia	Nuevos	0,5
	Existentes	2
Francia	Unifamiliar	4,5
	Multifamiliar	6,8
Alemania	Ventilación natural	3
	Ventilación mecánica	1,5
	Ventilación natural	3
Lituania	Ventilación mecánica	1,5
Holanda	Ventilación natural	4
	Ventilación mecánica	2
Noruega	Residencial	3
Portugal	Residencial	0,6
Eslovenia	Ventilación natural	3
	Ventilación mecánica	2
Eslovaquia	Unifamiliar	4
	Multifamiliar	2
Reino Unido	Ventilación natural	5
	Ventilación mecánica	1



norma española
UNE-EN 13829

24

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

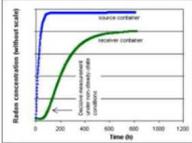
2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

ISO DIS 11665-10
Measurement of radioactivity in the environment - Air: radon-222 - Part 10: Determination of diffusion coefficient in waterproof materials using activity concentration measurement



Method A – determining the radon diffusion coefficient under non-stationary conditions

Decisive measurement of radon concentrations begins immediately after radon is admitted into the source container.

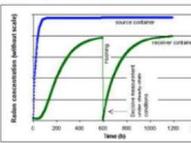


Time interval between successive records:
< 6 hours 1. – 5. day
< 12 hours following days

For at least 2/3 of the duration of the decisive measurement, the radon concentration in the source container shall be higher than the minimum radon concentration.

Method B – determining the radon diffusion coefficient under stationary conditions

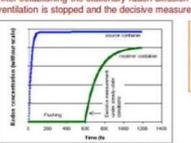
After establishing stationary radon diffusion through the sample, the receiver container is flushed with radon-poor ambient air. After bringing the flushing to an end, the decisive measurement begins.



Time interval between successive records depends on the mathematical procedure applied for determination of D.

Method C – determining the radon diffusion coefficient under stationary conditions established during ventilation of the receiver container

The receiver container is continuously ventilated with radon-poor air. After establishing the stationary radon diffusion through the sample, the ventilation is stopped and the decisive measurement begins.



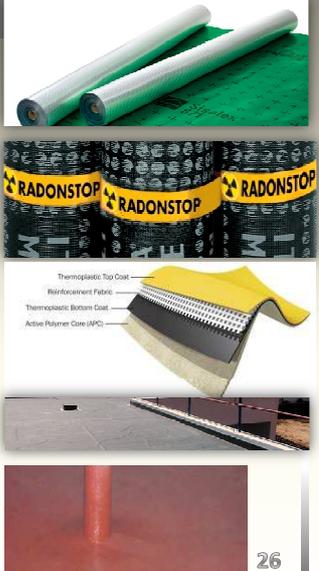
Time interval between successive records depends on the mathematical procedure applied for determination of D.

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

BARRERAS DE PROTECCIÓN

- POLIETILENO
- LÁMINAS ASFÁLTICAS
- PVC
- CAUCHO - EPDM
- SISTEMAS LÍQUIDOS



Thermoplastic Top Coat
Reinforcement Fabric
Thermoplastic Bottom Coat
Active Polymer Core (APC)

26

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

ESPACIO DE CONTENCIÓN VENTILADO

1. CÁMARA DE AIRE (HORIZONTAL/VERTICAL) o LOCAL NO HABITABLE con **VENTILACIÓN NATURAL o MECÁNICA**
2. ABERTURAS DE VENTILACIÓN libre de obstrucciones
3. VENTILACIÓN NATURAL:
 - a. 10 cm² por cada metro lineal del perímetro de la cámara
 - b. Si superficie < 100 m² → ventilación a una fachada si dista menos de 10 m
4. LOCALES NO HABITABLES → suficiente HS-3 o RITE
5. EDIFICIOS EXISTENTES: cámara de altura o espesor mínimo **5 cm**
6. VENTILACIÓN MECÁNICA: si no se cumplen las condiciones de ventilación natural

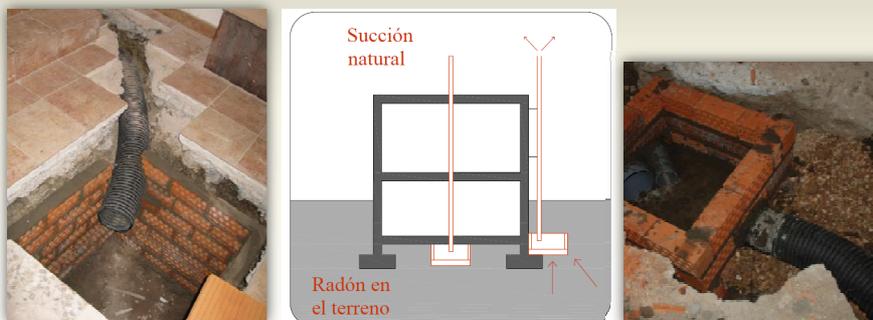


JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

DESPRESURIZACIÓN DEL TERRENO

1. ELEMENTOS DEL SISTEMA:
 - a. Red de arquetas de captación o tubos perforados
 - b. Capa de relleno bajo el edificio
 - c. Conducto de extracción (en general con extractores mecánicos)
2. EDIFICIOS EXISTENTES: posibilidad de instalación perimetral



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

1. CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS PRODUCTOS. Condiciones:
 - a. Lo especificado en apartados anteriores
 - b. Lo especificado en la **legislación vigente** ← ¡OJO! Trasp. DIRECTIVA
 - c. Capaz de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio

2. CONTROL DE RECEPCIÓN

- El PPT se indicará las condiciones de recepción (i/ ensayos)
- Comprobación:
 - a. Corresponden al PPT
 - b. Disponen de la documentación exigida
 - c. Caracterizados por las propiedades exigidas
 - d. Ensayados si así lo indica PPT o DEM (VºBº DO) con la frecuencia
- Criterios artículo 7.2. Parte I CTE

Definición y uso del índice de concentración de actividad para la radiación gamma emitida por los materiales de construcción a que se refiere el artículo 75

ANEXO VIII

$$I = C_{Ra226}/300 \text{ Bq/kg} + C_{Th232}/200 \text{ Bq/kg} + C_{K40}/3000 \text{ Bq/kg}$$

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

EJECUCIÓN

1. BARRERA TIPO LÁMINA
 1. Colocación sobre superficie limpia y uniforme
 2. Sobre el terreno o material granular → capa de hormigón de limpieza
 3. Capa antipunzamiento (2 caras si es flotante / 1 cara si es adherida)
 4. Refuerzo puntos débiles (esquinas, rincones, pasos de conductos...)
 5. Sellado encuentros (pinturas aislantes, capas plásticas, masillas flexibles...)
 6. Pozos de registro, arquetas... estancos a los gases



30

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

EJECUCIÓN

2. CÁMARA DE AIRE HORIZONTAL

1. La superficie del terreno bajo la cámara "es conveniente" que se disponga de una capa de hormigón de limpieza.



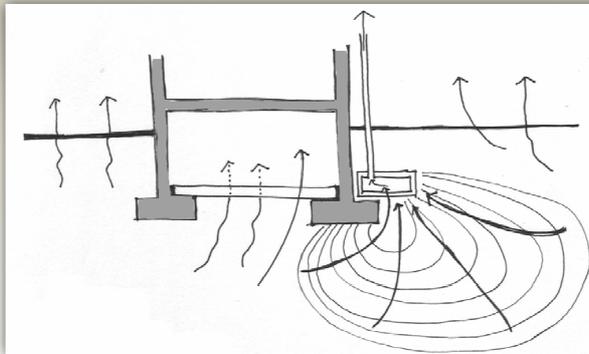
JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

EJECUCIÓN

2. SISTEMA DE DESPRESURIZACIÓN

1. Los elementos de captación deben situarse centrados en el relleno
2. Si se vierte solera sobre relleno → disposición de un geotextil



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

2. CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA

MANTENIMIENTO

Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento

	Operación	Periodicidad
Conductos	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanquidad aparente	5 años
Aberturas	Limpieza	1 año
Extractores	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
Filtros	Revisión del estado	6 meses
	Limpieza o sustitución	1 año
Sistemas de control	Revisión del estado de sus automatismos	2 años

33

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA

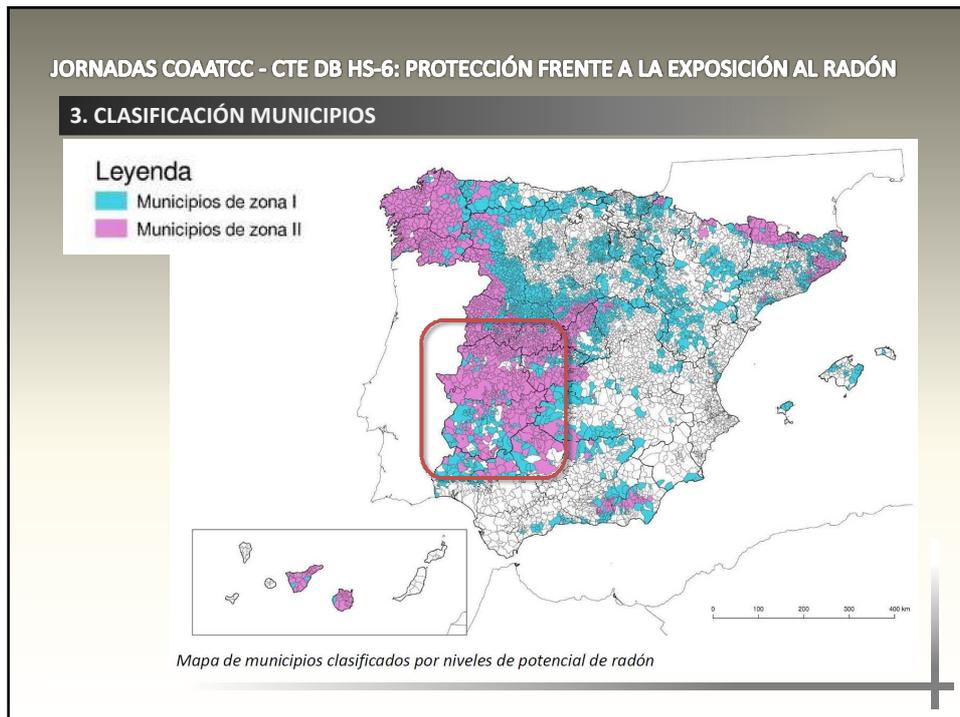
2. CUMPLIMIENTO EXIGENCIA

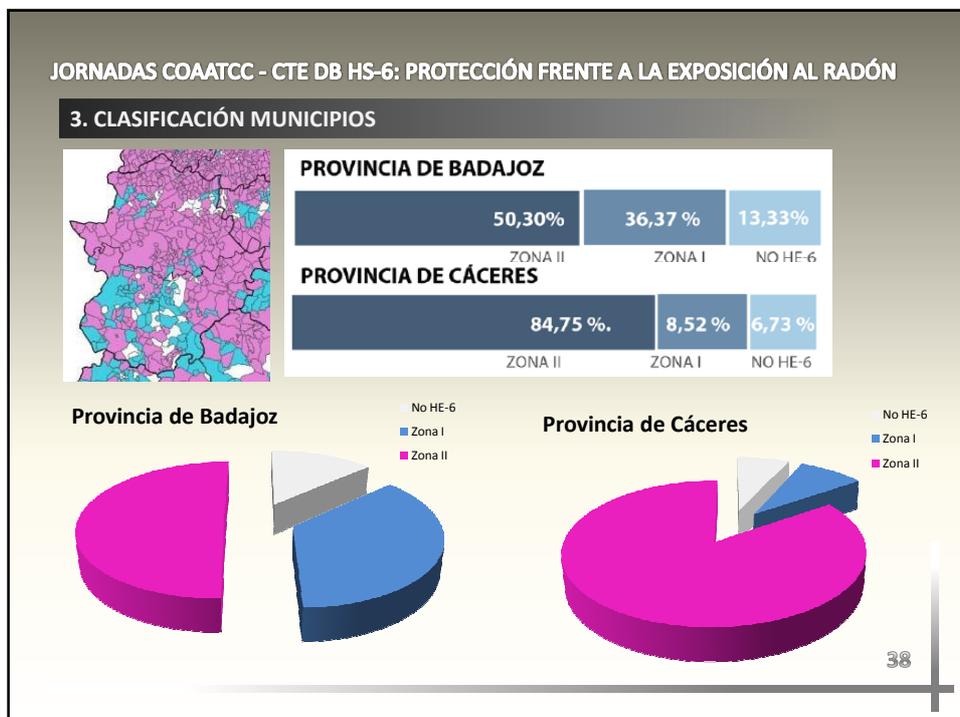
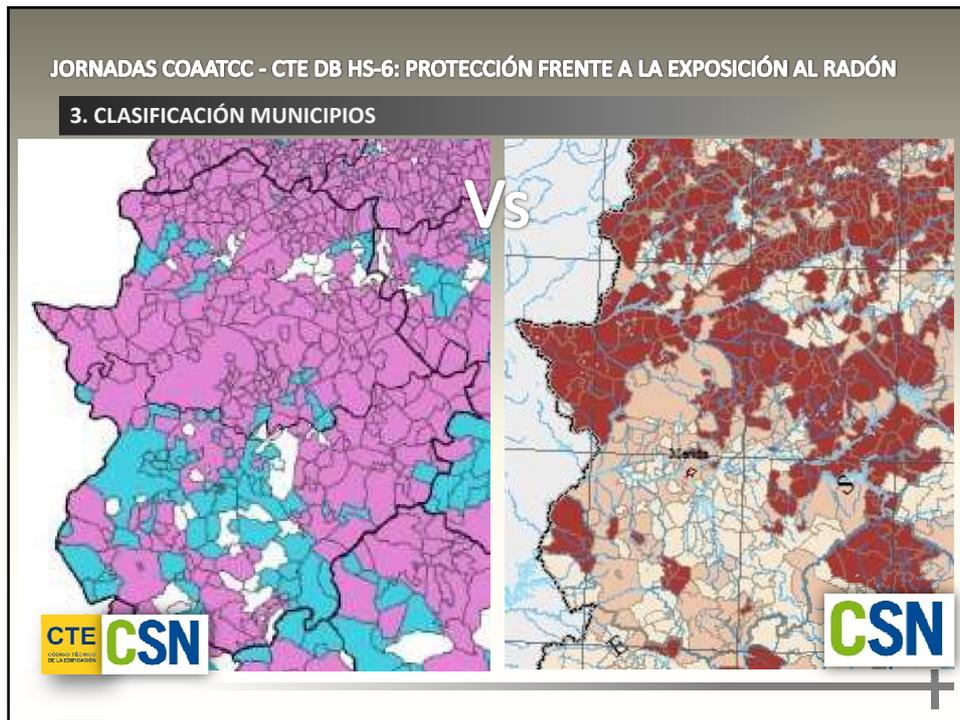
3. CLASIFICACIÓN MUNICIPIOS

ZONA I y ZONA II

4. MEDICIÓN PROMEDIO ANUAL





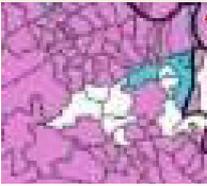
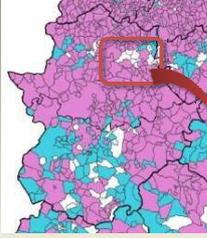


JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

3. CLASIFICACIÓN MUNICIPIOS

ALGUNOS EJEMPLOS
ALMARAZ (CÁCERES)

ZONA SIN RIESGO Rn²²²

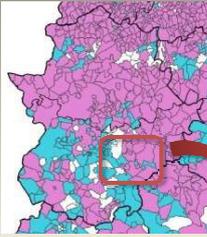


JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

3. CLASIFICACIÓN MUNICIPIOS

ALGUNOS EJEMPLOS
QUINTANA DE LA SERENA (BADAJOZ)

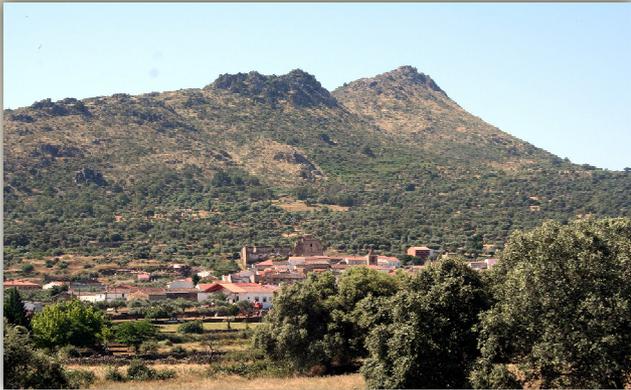
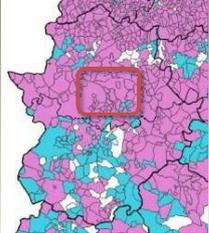
ZONA II – RIESGO ALTO Rn²²²



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

3. CLASIFICACIÓN MUNICIPIOS

ALGUNOS EJEMPLOS
SANTA CRUZ DE LA SIERRA (CÁCERES)



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. NUEVA EXIGENCIA BÁSICA
2. CUMPLIMIENTO EXIGENCIA
3. CLASIFICACIÓN MUNICIPIOS
4. MEDICIÓN PROMEDIO ANUAL

QUIÉN Y CÓMO 

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

GENERALIDADES

1. CONCEPTOS

- a. "PROMEDIO ANUAL DE CONCENTRACIÓN DE RADÓN" (Rn-222) en el aire
- b. "LOCAL HABITABLE"

Promedio anual de concentración de radón: Valor medio de la *concentración de radón* estimado según se establece en el apéndice C.

Concentración de radón: Actividad específica del radón (Rn-222) en el aire. Se cuantifica en becquerel por metro cúbico (Bq/m³), que se corresponde con el número de desintegraciones por segundo por metro cúbico de aire.

Local habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exige unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran *locales habitables*, dentro del ámbito de aplicación de esta sección, por ejemplo:

- habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, salones, cocinas, baños, aseos, distribuidores interiores de las viviendas, etc.);
- recintos de trabajo o abiertos al público como aulas, bibliotecas, habitaciones hospitalarias, despachos, salas de espera o de reuniones, etc.

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

GENERALIDADES

2. FASES

- a. MUESTREO: proyectista, dirección facultativa o entidad de control
- b. MEDICIÓN: laboratorio
- c. ESTIMACIÓN DEL PROMEDIO ANUAL: dirección facultativa o entidad de control



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

```
graph LR; M1[MUESTREO] --> M2[MUESTREO]; M1 --> M3[MEDICIÓN]; M3 --> E[ESTIMACIÓN PROMEDIO ANUAL]; E --> M2; M2 --> D[DETERMINACIÓN NÚMERO DE DETECTORES]; M2 --> U[UBICACIÓN DE LOS DETECTORES];
```

MUESTREO

1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE DETECTORES
 - a. ¿DONDE?: plantas del edificio donde exista una probabilidad más alta
 - Bajo rasante
 - Sobre rasante: dos plantas más bajas y en la más alta
 - b. ¿CUANTOS?
 - Por unidad de uso: 1 zona muestreo cada 200 m² s. útil y 1 por planta
 - Unidades de uso de mayor superficie:
 - Si 1.000-5.000 m² → 1 zona muestreo cada 400 m² s. útil
 - Si > 5.000 m² → 1 zona muestreo cada 500 m² s. útil
 - 1 detector por zona de muestreo, salvo ud. de uso < 200 m² → 2 detectores

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

```
graph LR; M1[MUESTREO] --> M2[MUESTREO]; M1 --> M3[MEDICIÓN]; M3 --> E[ESTIMACIÓN PROMEDIO ANUAL]; E --> M2; M2 --> D[DETERMINACIÓN NÚMERO DE DETECTORES]; M2 --> U[UBICACIÓN DE LOS DETECTORES];
```

MUESTREO

1. UBICACIÓN DE LOS DETECTORES
 - a. Elegir zonas más representativas de las estancias con presencia de personas más elevada
 - b. Ubicación exacta → calefacción, refrigeración y ventilación (entrada-salida aire)
 - c. Realizar un esquema gráfico del edificio

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

Guía de Seguridad 11.01

Directrices sobre la competencia
de los laboratorios y servicios
de medida de radón en aire

CSN

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

Guía de Seguridad 11.01

5.6.2 Colocación de los detectores

La localización de los detectores dentro de los recintos debe elegirse de forma que sea representativa de las zonas ocupadas de la totalidad del lugar de trabajo o vivienda. El número de lugares de medida dentro de las diferentes zonas varía en función de la superficie total y de su configuración. En lugares de trabajo debe tenerse en cuenta la localización de los distintos puestos, así como las características del sistema de ventilación, en especial la distribución de entradas y salidas de aire.

Los detectores se deben situar a una altura no inferior a 50 cm sobre nivel del suelo, a una distancia de más de 30 cm de paredes exteriores y 10 cm de otros objetos y nunca dentro de armarios. Tampoco deben colocarse próximos a corrientes de aire (ventanas, ventiladores...), ni exponerse directamente al sol u otras fuentes de calor. También deben evitarse aquellos lugares dónde la humedad pueda ser elevada, como cocinas, lavaderos o cuartos de baño.

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

```

    graph LR
      M[MUESTREO] --> ME[MEDICIÓN]
      ME --> EPA[ESTIMACIÓN PROMEDIO ANUAL]
      ME --> ME2[MEDICIÓN]
      ME2 --> EM[ENTIDADES DE MEDIDA]
      ME2 --> IPM[INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA]
      ME2 --> CD[CONDICIONES DURANTE LA EXPOSICIÓN]
      ME2 --> AER[ANÁLISIS Y EXPRESIONES DE RESULTADOS]
  
```

MEDICIÓN

1. ENTIDADES DE MEDIDA
 - a. Detectores tipo activo o pasivo
 - b. ¿QUIÉNES?: Laboratorios:
 - Acreditados ISO/ITEC 17025 por ENAC
 - Declaración responsable según Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo.
 - c. ¿QUÉ?: Los laboratorios se encargarán de la instalación, puesta en marcha, toma de datos y expresión de la medida

49

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

LISTADO DE LABORATORIOS ACREDITADOS PARA MEDIR RADÓN EN AIRE SEGÚN LA NORMA ISO/IEC 17025, UBICADOS EN ESPAÑA O CON DISTRIBUIDORES EN ESPAÑA (*)
[Actualización: Septiembre de 2018]

DOSIRAD
DOSIMETRÍA DE RADIACIÓN IONIZANTES

UC LaRUC
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
Laboratorio de Radiactividad Ambiental

LABORATORIO RADÓN DE GALICIA

AGQ Labs

eurofins

radonova
The global leader in radon measurement

ALTRAC

IPROMA

50

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

BOE Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.

DOE

3 DATOS DE LA ACTIVIDAD
EL LABORATORIO CITADO PRESTA SU ASISTENCIA TÉCNICA EN LOS ENSAYOS QUE SE SEÑALAN:
(marcar lo que proceda)

1 ENSAYOS PARA OBRAS DE EDIFICACIÓN

- a) Ensayos de geotecnia
- b) Ensayos de viales
- c) Ensayos de pruebas de servicio
- d) Ensayos de estructuras de hormigón
- e) Ensayos de estructuras de acero
- f) Ensayos de obras de albañilería
- g) Ensayos de estructuras de madera

2 ENSAYOS PARA OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL

- a) Ensayos de suelos, firmes bituminosos y otros materiales
- b) Ensayos de conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón
- c) Ensayos de productos metálicos y señalización
- d) Ensayos de reconocimientos geotécnicos

LOS ENSAYOS QUE SE REALIZAN, CON IDENTIFICACIÓN DE LA NORMA O PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y REGLAMENTO DONDE SE INCLUYEN, SE RELACIONAN EN DOCUMENTOS ANEXOS QUE FORMAN PARTE DE ESTA DECLARACIÓN RESPONSABLE.

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

MUESTREO **MEDICIÓN** **ESTIMACIÓN PROMEDIO ANUAL**

MEDICIÓN

ENTIDADES DE MEDIDA

INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

CONDICIONES DURANTE LA EXPOSICIÓN

ANÁLISIS Y EXPRESIONES DE RESULTADOS

MEDICIÓN

2. **INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

- a. Altura 50-180 cm suelo, distancia > 30 cm paredes/puertas y > 10 cm otros
- b. No disponer en interior armarios, cajones o vitrinas
- c. No disponer próximos a corrientes de aire, directamente al sol o fuente calor
- d. Si se disponen en lugares humedad elevada (HR > 70%) → protección

52

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

MEDICIÓN

3. CONDICIONES DURANTE LA EXPOSICIÓN

- Hábitos de ocupación ordinarios (Idem ventilación)
- Edificio cerrado: carpinterías exteriores cerradas e interiores abiertas
- Tiempo de exposición mínimo **2 MESES**

53

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

MEDICIÓN

4. ANÁLISIS DETECTORES Y EXPRESIÓN RESULTADOS

- Informe laboratorio: Bq/m³ durante el período de exposición
- Información adicional: incertidumbre expandida, factor K utilizado y valor límite de detección del procedimiento empleado
- INFORME FINAL, documentación mínima

54

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

INFORME FINAL

- a. Nombre y dirección del laboratorio
- b. Nombre y dirección del cliente
- c. Fecha de emisión del informe
- d. Fecha de inicio y final de la exposición
- e. Características y tipos de detectores
- f. Procedimiento de lectura
- g. Identificación y localización de cada detector sobre plano
- h. Circunstancias meteorológicas y ambientales que puedan haber afectado al resultado
- i. La representación en continuo de los datos almacenados por sensores de cada detector, en caso de que éste permita disponer de ella
- j. Cualquier otra información relevante que pudiera influir en el resultado
- k. Firma persona/s que asuman la responsabilidad técnica del informe



55

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL



ESTIMACIÓN DEL PROMEDIO ANUAL

4. ANÁLISIS DETECTORES Y EXPRESIÓN RESULTADOS
 - a. A partir de los valores de concentración de radón en el aire se **estimar**á el promedio anual de concentración de radón
 - b. Según detectores:
 - 1 detector: promedio = valor medida
 - Varios detectores = media aritmética de los valores de los detectores
 - c. FACTOR 1,40:
 - Exposición en edificios no ocupados no asimilables a edificio cerrado
 - Exposición en edificios zona C, D o E (DB-HE) en período 2/3 sin calefacción
 - d. Información justificativa: DATOS EDIFICIO

56

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

Tabla 3: Intervalos para la zonificación de invierno

α	A	B	C	D	E
$SCI \leq 0$	$0 < SCI \leq 0,23$	$0,23 < SCI \leq 0,5$	$0,5 < SCI \leq 0,93$	$0,94 < SCI \leq 1,51$	$SCI > 1,51$

Tabla 4: Intervalos para la zonificación de verano

1	2	3	4
$SCV \leq 0,5$	$0,5 < SCV \leq 0,83$	$0,83 < SCV \leq 1,38$	$SCV > 1,38$

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h > 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h > 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 600			h > 800			
Ávila	C3	1054																
Badajoz	C4	108									h < 400	h < 450			h > 450	h < 550	h < 650	h > 650
Bonasser	C2	1																
Bilbao/Bilbao	C1	214												h < 250	h < 450	h < 750	h > 750	
Burgos	C1	861																
Cáceres	C4	385									h < 600			h < 1050				h > 1050
Cádiz	A2	0		h < 150				h < 450				h < 900	h < 650		h < 650	h < 850		
Castellón/Castelló	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h > 1000

57

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL



ESTIMACIÓN DEL PROMEDIO ANUAL

4. EXPRESIÓN RESULTADOS

- Información estado edificio: en uso, ocupado, cerrado...
- Esquema gráfico ubicación detectores
- Circunstancias valores anómalos: condiciones meteorológicas...
- En cada zona de muestreo: número de detectores y promedio concentración de radón durante el período de muestreo
- Anexo informe final de resultados

58

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

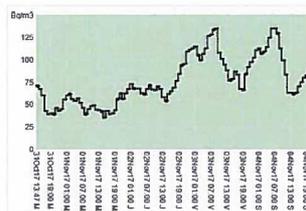
4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

CONCENTRACIÓN DE RADÓN (²²²Rn)

CIUDAD/PUEBLO	
CALLE	
TIPO DE VIVIENDA	Adosada de 2 plantas.
LUGAR DE MEDIDA	Habitación en planta baja (Superf. Aprox. 9 m ²)
Fecha inicio medida:	31/10/2017 Fecha fin medida: 07/11/2017
Tipo de detector:	Monitor en continuo: Corentium

RESULTADO	(Bq/m ³)
Promedio Total ²²² Rn (Bq/m ³)	75 ± 10

GRAFICO CORENTIUM



CONCENTRACIÓN DE RADÓN (²²²Rn)

CIUDAD/PUEBLO	
CALLE	
TIPO DE VIVIENDA	Adosada de 2 plantas.
LUGAR DE MEDIDA	Habitación en planta baja (Superf. Aprox. 9 m ²)
Fecha inicio medida:	18/10/2017 Fecha fin medida: 19/12/2017
Tipo de detector:	CR-39

RESULTADO	(Bq/m ³)
Promedio Total ²²² Rn (Bq/m ³)	87 ± 13

JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL

Corentium Informe y Análisis: (c) v3.0.4 / 2016-06-08

Carga de datos: Informe | Modelo del informe | HW Setup | Setup

Cargar datos de un archivo

Informe Asistente

Archivo de datos seleccionado actualmente:
C:\00 DATOS\CURSOS Y OPOSICIONES\CURSOS\2018_EAP - Gas Radon en Edificios\Corentium\Prueba C Ahillones - Merida.cor

www.corentium.com

Visión completa de los archivos

Hora de inicio: 2018-Ene-18 J 16:00

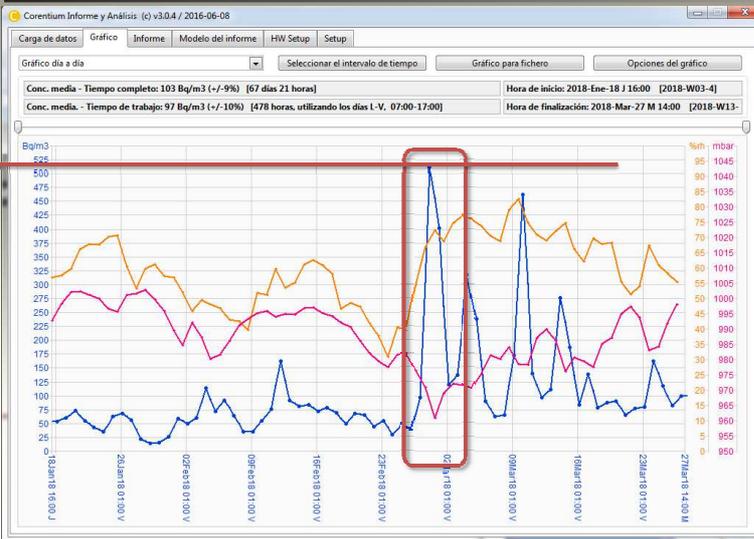
Hora de finalización: 2018-Mar-27 M 14:00

Conc. media - Tiempo: 103 Bq/m³ (-/-5%) [67 días 21 horas]

Conc. media - Tiempo de: 97 Bq/m³ (-/-10%) [L-V, 07:00-17:00]

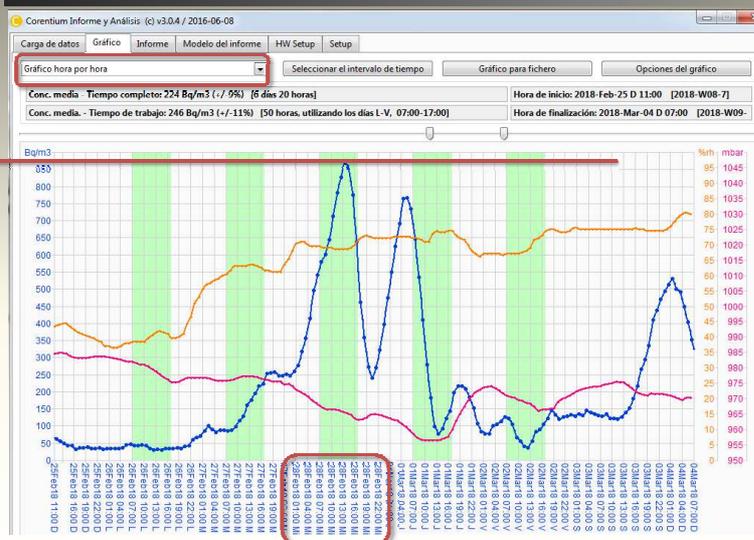
JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL



JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

4. DETERMINACIÓN PROMEDIO ANUAL





JORNADAS COATCC - CTE DB HS-6: PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

64