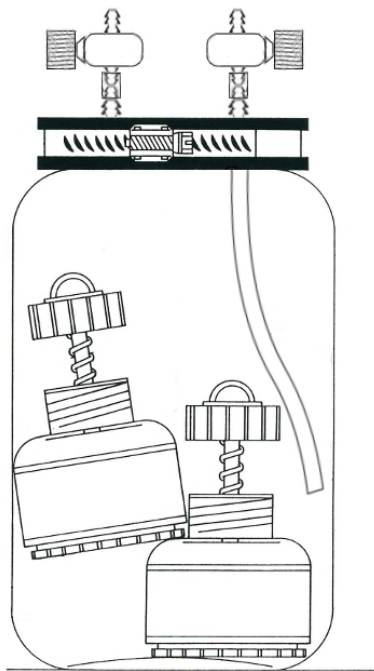




RAD ELEC INC.



Manual del Operador para Radón en Gas Natural

Versión 1.2
15 Diciembre 2022

Tabla de Contenidos

Introducción.....	3
Componentes del Kit de Prueba.....	3
Diagrama del Frasco de Acumulación.....	4
Resumen.....	5
Procedimiento.....	5
Cálculo de la Concentración de Radón Inicial.....	7
Epílogo.....	11



Introducción

Las Cámaras de Iones de Electretos (conocidos con el nombre comercial E-PERM®) son ampliamente usadas para medir concentraciones de radón tanto en el Aire como en el Agua, pero esta nueva metodología permite caracterizar y medir las concentraciones de radón en el Gas Natural. El Gas Natural tiene composición química distinta al aire en términos de densidad y potencial de ionización.

El Kit de Prueba para Radón en Gas Natural usando los E-PERM® le permitirá realizar mediciones precisas de la concentración de radón presente en el Gas Natural, aunque se debe tener en cuenta que los frascos de acumulación estén propiamente sellados para prevenir cualquier fuga de gas, el cual puede conducir a valores sesgados.

Componentes del Kit de Prueba

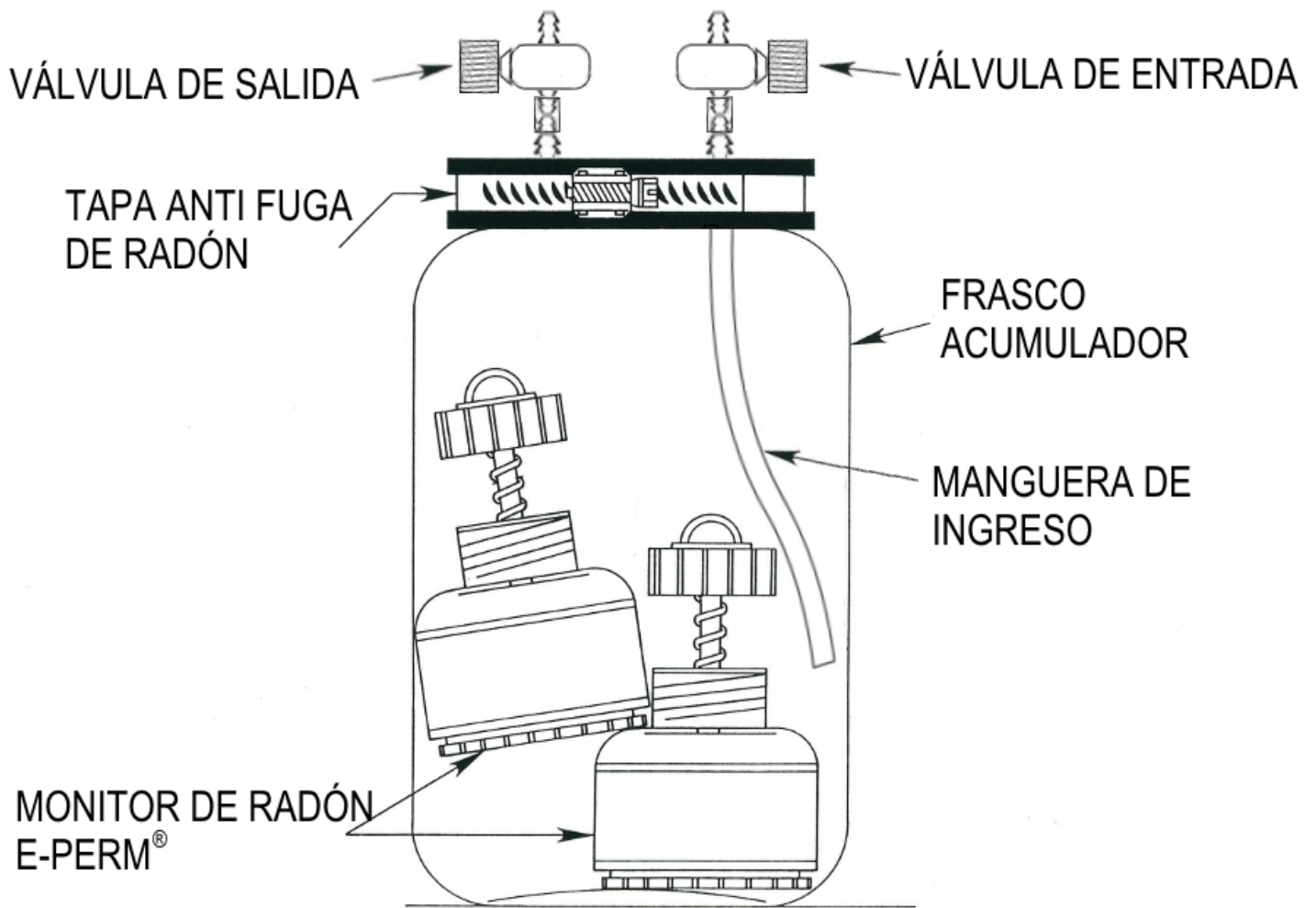
Cada Kit de Prueba para Radón en Gas Natural usando los E-PERM® incluye lo siguiente:

- **2 Frascos de Acumulación** (3.7 Litros)
- **4 Válvulas**
- **2 Muestras de Tapas** (Si es necesario, se puede solicitar reemplazo de muestras a Rad Elec)
- **Llave para válvula** (para remover o reemplazar las válvulas de la tapa del frasco)
- **2 Abrazaderas metálicas para frascos con sus respectivas gomas de sellado**
- **Manual**
- **Hoja de Cálculo de Radón en Gas Natural** (para analizar los resultados)

Las válvulas de la tapa son modulares, lo que facilita su extracción del frasco (si es necesario, reemplazarlas).



Diagrama del Frasco de Acumulación



Resumen

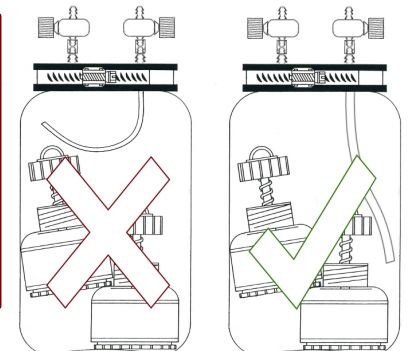
En esta sección se discutirá el procedimiento necesario para realizar mediciones de concentración de radón presente en el Gas Natural. Sin embargo, el alcance de este manual va más allá de instruir al usuario como obtener de manera segura un flujo de Gas Natural de una fuente, ya que este procedimiento no está diseñado para pruebas de radón en residencias. Debe tener mucho cuidado al dirigir la fuente de Gas Natural a los frascos, ¡el Gas Natural es altamente inflamable!

El Gas Natural es altamente inflamable. Por favor, mantenga esto en mente durante el período de muestreo y exposición.

Procedimiento

- 1 Registre los **voltajes iniciales** de cada electreto. Los electretos ST son recomendables, pero los electretos LT pueden usarse si la concentración de radón es extremadamente alta.
- 2 Enrosque ambos electretos ST en cada cámara S, luego coloque las cámaras dentro del frasco de acumulación.
- 3 Antes de iniciar la exposición, asegúrese de que las cámaras de iones de electretos estén en la posición "ON" (desenroscando la tapa de la cámara S).
- 4 Enrosque la tapa de plásticos en el frasco acumulador hasta apretar.
- 5 Instale la goma de sellado alrededor de la tapa del frasco de acumulador y use un destornillador para ajustar completamente la abrazadera. Un frasco acumulador a prueba de fugas es necesario para realizar mediciones óptimas y precisas de radón en Gas Natural.
- 6 Abra las válvulas de salida y entrada. Puede identificar la válvula de entrada, el cual permitirá el flujo del Gas Natural hacia el interior del frasco, por el pedazo de manguera que se extiende dentro del frasco. La manguera ayuda a que el flujo de Gas Natural desplace todo el aire interior del frasco.

Teóricamente, se puede usar cualquier cámara de iones (L o L-OO), pero la caracterización inicial se realizó con la cámara S.



7 Conecte la válvula de entrada a la fuente de Gas Natural.

8 Asegúrese de que el caudal del Gas Natural sea aproximadamente de 20 LPM, o mayor. Esto proporciona un intercambio de volumen suficiente para desplazar el aire interno.

9 El Gas Natural debe fluir durante aproximadamente 2 minutos. Durante este tiempo, el aire dentro del frasco será desplazado. Compruebe si hay flujo saliente desde la válvula de salida.

Es importante esperar un breve período de tiempo antes de cerrar la válvula de salida. Esto evita la posibilidad de que se cree una presión anormal alta dentro del frasco acumulador, lo cual requiere una corrección en la calibración.

10 Después del período de adquisición de la muestra, cierre la fuente del Gas Natural y la válvula de entrada.

11 Espere unos segundos y luego cierre la válvula de salida del frasco acumulador. La válvulas de entrada y salida deben estar cerradas. En este punto, el frasco acumulador representa un entorno herméticamente sellado.

Los electretos con voltajes menores a 100 voltios deben ser retirados del servicio.

12 Registre la fecha y hora de inicio del período de exposición.

13 Luego del período de exposición estimada, generalmente de 1 a 3 días, remueva la abrazadera y desenrosque la tapa del frasco acumulador.

14 Cierre las cámaras de iones de electretos y asegúrese de registrar la fecha y hora de culminación del período de exposición. Una corrección de altitud es necesaria para valores superiores a 4000 pies ó 1219 m al usar las cámaras S. Tome nota del valor de la altitud.

Tenga en cuenta que debe registrarse cualquier valor de altitud que sea representativo, donde el frasco acumulador fue **exuesto**. No necesariamente donde la muestra se recolectó.

La **concentración de radón inicial** representa la concentración de radon en el Gas Natural cuando la muestra se recolectó. Este es el valor que necesita.

15 Remueva los electretos de las cámaras de iones y registre sus **voltajes finales**.

16 En la hoja de cálculo ingrese los voltajes iniciales/finales y la fecha/hora de inicio/fin del período de exposición. Tendrá como resultado la **concentración de radón inicial** en el Gas Natural.



Cálculo de la Concentración de Radón Inicial

A pesar de que la hoja de cálculo permite obtener los resultados de manera sencilla y rápida, esta sección demostrará como obtener los resultados manualmente. En resumen, esta sección está dirigida a aquellos con curiosidad personal y/o profesional de ver los detalles matemáticos necesarios al usar cámaras de iones de electretos para estimar las concentraciones de radón en el Gas Natural.

Los resultados pueden obtenerse usando la hoja de cálculo, el cual la encuentra en el USB.

1 Al finalizar la prueba, asegúrese de tener las fechas y horas de inicio/finalización del período de exposición, así como los voltajes iniciales y finales de cada electreto.

2 Busque las constantes (A, B, y G) para las configuraciones E-PERM® específicas, como se muestra en la siguiente tabla. La configuración más usada para medir radón en el Gas Natural es la SST (electreto para mediciones cortas colocado en una cámara S).

Configuración E-PERM®	Constante A	Constante B	Constante G
SST	0.314473	0.260619	0.087
SLT	0.031243	0.021880	0.087
LST	0.124228	0.040676	0.12
LLT	0.010189	0.003372	0.12
LST-OO	0.074671	0.037557	0.12
LLT-OO	0.011965	0.002079	0.12
LMT-OO	0.013497	0.012499	0.12

3 Calcule el Factor de Calibración de la Cámara de Iones de Electretos (EIC CF) usando las Constantes A y B del Paso 2 con la siguiente ecuación:

$$EIC\ CF = A + (B \times \ln\left(\frac{IV + FV}{2}\right))$$

Donde...

- A** = Constante A
- B** = Constante B
- ln** = Logaritmo Natural (\log_e)
- IV** = Voltaje Inicial
- FV** = Voltaje Final



4

Registre el valor de altitud del sitio de exposición (en pies) y calcule el Factor de Corrección de Altitud (ElevCF). Si está midiendo la altitud en metros, convierta este valor a pies dividiéndolo entre 3.28084.

Cámaras S



Para altitudes $\leq 4\ 000$ pies

$$\text{ElevCF} = 1$$

Para altitudes $> 4\ 000$ pies

$$\text{ElevCF} = 0.79 + \left(\frac{6 \times \text{Altitud (pies)}}{100000} \right)$$

Cámaras L / L-00



Para altitudes ≤ 200 pies

$$\text{ElevCF} = 1$$

Para altitudes > 200 pies

$$\text{ElevCF} = 1.005 + \left(\frac{4.5526 \times \text{Atitud}}{100000} \right)$$

5

Estime o mida la radiación ambiental de fondo del lugar de exposición. Las unidades del fondo gamma deben estar en $\mu\text{R/hr}$ (microroentgens por hora). Si está midiendo el fondo gamma en nGy/hr (nanograys por hora), divida el valor entre 8.7. Si está estimando la radiación ambiental de fondo, consulte la tabla de niveles promedio de radiación gamma para cada Estado de Los Estados Unidos y Provincias de Canada que se encuentra en el Manual del Usuario del Sistema E-PERM®.

6

Calcule la duración del período de exposición en días tomando la parte decimal hasta las milésimas. Por ejemplo, 50 horas de duración serían 2.083 días.



7

Calcule la concentración de radón **promedio** usando los valores que ha determinado en los pasos del 1 al 6.

$$\text{Concentración de Radón (pCi/L)} = \left(\left(\frac{(IV - FV) - (IVD \times \text{Días})}{EIC \text{ CF} \times \text{Días}} \right) - (\gamma \times G) \right) \times (\text{Elev CF})$$

$$\text{Concentración de Radón (Bq/m}^3\text{)} = \left(\left(\frac{(IV - FV) - (IVD \times \text{Días})}{EIC \text{ CF} \times \text{Días}} \right) - (\gamma \times G) \right) \times (\text{Elev CF}) \times 37$$

Donde...

IV = Voltaje Inicial

FV = Voltaje Final

IVD = Descarga de Voltaje Inherente

Días = Duración de la Exposición

EIC CF = EIC Factor de Calibración

γ = Estimación o Medición Gamma

G = Constante G

Elev CF = Factor de Corrección de Altitud

0.066667 para electretos de mediciones cortas

0.022223 para electretos de mediciones largas

8

Al medir la concentración de radón en el Gas Natural, los resultados deben dividirse entre un factor de corrección. El factor de corrección para el Gas Natural es de **1.10** y este valor representa la disminución del valor W en el Gas Natural (la energía en eV necesaria para producir un par de iones), junto con la disminución de la densidad del Gas Natural en relación con el aire. Al tener en cuenta ambas propiedades del Gas Natural, las cámaras de iones de electretos tendrán una sobrestimación de aproximadamente el 10%. Por lo tanto, **se debe dividir la concentración de radón promedio entre 1.10 para tener en cuenta las diferencias entre el Gas Natural y el Aire**. Este factor cambia, si se mide otro gas como el propano.



9

La concentración de radón obtenida en el paso anterior representa el **promedio** de la concentración de radón en el Gas Natural. Esta es la concentración de radón en el Gas Natural a lo largo del período de exposición, durante el cual se ha producido el decaimiento. Para calcular la **concentración de radón inicial** en el Gas Natural al momento que se recolectó la muestra, usar la siguiente ecuación:

$$\text{Concentración de Radón Inicial} = \frac{\text{AvRnC} \times \lambda \times \text{Días}}{1 - e^{(-\lambda \times \text{Días})}}$$

Donde...

AvRnC = Concentración de Radón Promedio

Días = Duración de la Exposición

$\lambda = 0.1814$ (constante de decaimiento del radón en días)

10

En este punto, habrá calculado la concentración de radón inicial presente en el Gas Natural que se recolectó.

La concentración de radón inicial representa la concentración en el momento en que se recolectó la muestra. ¡Es muy probable que este sea el valor que esta buscando!



Epílogo

Si llegaste hasta aquí, gracias por leer el Manual del Operador para Radón en Gas Natural. En Rad Elec estamos dedicados a escuchar las sugerencias de nuestro clientes, así que contáctenos si tiene algún comentario para mejorar nuestra unidad o este documento. Esperamos que encuentre esta metodología como una añadidura precisa, robusta y rentable al catálogo de equipos de medición de radón Rad Elec.

Si desea obtener mayor información sobre la investigación relacionada al radón en el Gas Natural usando cámaras de iones de electretos, puede encontrar el artículo titulado "Measurement of Radon in Natural Gas and in Propane Using Electret Ion Chambers" en nuestro sitio web (www.radelec.com), en la sección Publicaciones del menú Documentación (Documentation -> Publications).

¡Contáctenos si tiene alguna duda, inquietud o una idea brillante!



Rad Elec Inc.

5716-A Industry Lane
Frederick, Maryland 21704
(800) 526-5482
info@radelec.com

