

# MANUAL DE OPERACIONES



## CALIBRADOR DE DOSIS



## MODELO DIGICAL II

*Industria Argentina*

---

## Contenido

<b>1. Instalación</b>	<b>2</b>
<b>2. Encendido y Apagado</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Encendido</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Apagado</b>	<b>3</b>
<b>3. Aplicación</b>	<b>4</b>
<b>4. Menú de la Aplicación</b>	<b>5</b>
<b>4.1. Menú</b>	<b>5</b>
4.1.2. Elección del Isótopo	5
4.1.3. Medición de Fondo	6
4.1.4. Medición	6
<b>4.2. Monitoreo</b>	<b>8</b>
<b>4.3. Calibración</b>	<b>10</b>
<b>4.4. Calibración CNEA</b>	<b>11</b>
<b>4.5. Borrar Fondo</b>	<b>13</b>
<b>5. Notas de Advertencia</b>	<b>14</b>
<b>5.1. Introducción:</b>	<b>14</b>
5.1.1. Eléctricos	14
5.1.2. Mecánicas	14
5.1.3. Manipuleo de la Radiación	15
5.1.4. Reporte de Incidentes	15
<b>6. Componentes</b>	<b>16</b>
<b>6.1. Calibrador de Dosis (ACTIVÍMETRO)</b>	<b>16</b>
<b>6.2. Descripción General de Controles</b>	<b>16</b>
<b>7. Fundamentos del Medidor</b>	<b>17</b>
<b>7.1. General</b>	<b>17</b>
7.1.1. Definición de Actividad	17
7.1.2. Tipos de Transformaciones	17
<b>7.2. Medición de Actividad</b>	<b>18</b>
7.2.1. Radiación Alfa	18
7.2.2. Radiación Beta	18
7.2.3. Fotón	20
7.2.4. Rayos X	20
7.2.5. Radiación Gamma	20
7.2.6. Bremsstrahlung	21
<b>7.3. Proceso de Medición en una Cámara de Ionización</b>	<b>22</b>
<b>8. TABLA DE FACTORES</b>	<b>23</b>

---

El Activímetro DIGICAL II está compuesto por dos dispositivos:

- Cámara de Ionización
- Tablet con S.O. Android y Aplicación de medición: Gammasys DIGICAL II

## 1. Instalación

Instale el activímetro en un área protegida de radiaciones para que la radiación de fondo sea baja y constante.

Conectar la fuente de alimentación externa al equipo.

## 2. Encendido y Apagado

### 2.1. Encendido

El orden de encendido es: primero la Cámara de Ionización y luego la Tablet.

En su parte trasera la Cámara de Ionización tiene un pequeño pulsador. Para el encendido debe pulsarlo una vez. Para apagarla debe sostener el pulsador durante 5 (cinco) segundos.



Para encender la Tablet debe sostenerse el botón ubicado en uno de sus laterales hasta que se encienda la pantalla.

Una vez encendida, cerciorarse que el Bluetooth de la Tablet esté encendido. En la esquina superior derecha debe estar visible el siguiente ícono 

---

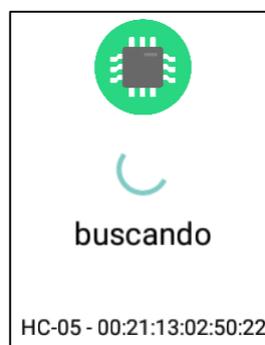
Debe estar conectado al equipo  **HC-05** (ésta es la identificación de red de la Cámara de Ionización)

La configuración y encendido de Bluetooth varía según el modelo del dispositivo y la versión del sistema operativo. Consultar el manual operativo del dispositivo.

Una vez que la Cámara y la Tablet estén correctamente conectadas, hacer click sobre la aplicación DIGICAL II con el ícono



Si la Cámara no está encendida, o no están conectados correctamente los dos dispositivos, al abrir la aplicación intentarán conectarse mostrando la siguiente pantalla, hasta que se establezca la comunicación.



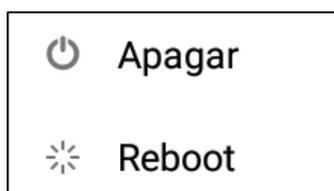
Para tener en cuenta

Si en la cercanía a la Tablet, hay algún otro dispositivo con Bluetooth encendido (Tablet, Smartphone, Parlante, etc.) puede competir con el Bluetooth de la Cámara. Es importante manejar la configuración de la Tablet para asegurarse que se conecte con la Cámara de Ionización.

---

## 2.2. Apagado

Para apagar la Tablet, sostener el botón lateral hasta que aparezca la leyenda donde hay que seleccionar **Apagar** o **Reboot** para reiniciar.



### 3. Aplicación

Una vez que se abre la aplicación Gammasys - DIGICAL II y se establece la conexión entre la Cámara de Ionización y la Tablet, se abre la pantalla de Inicio.

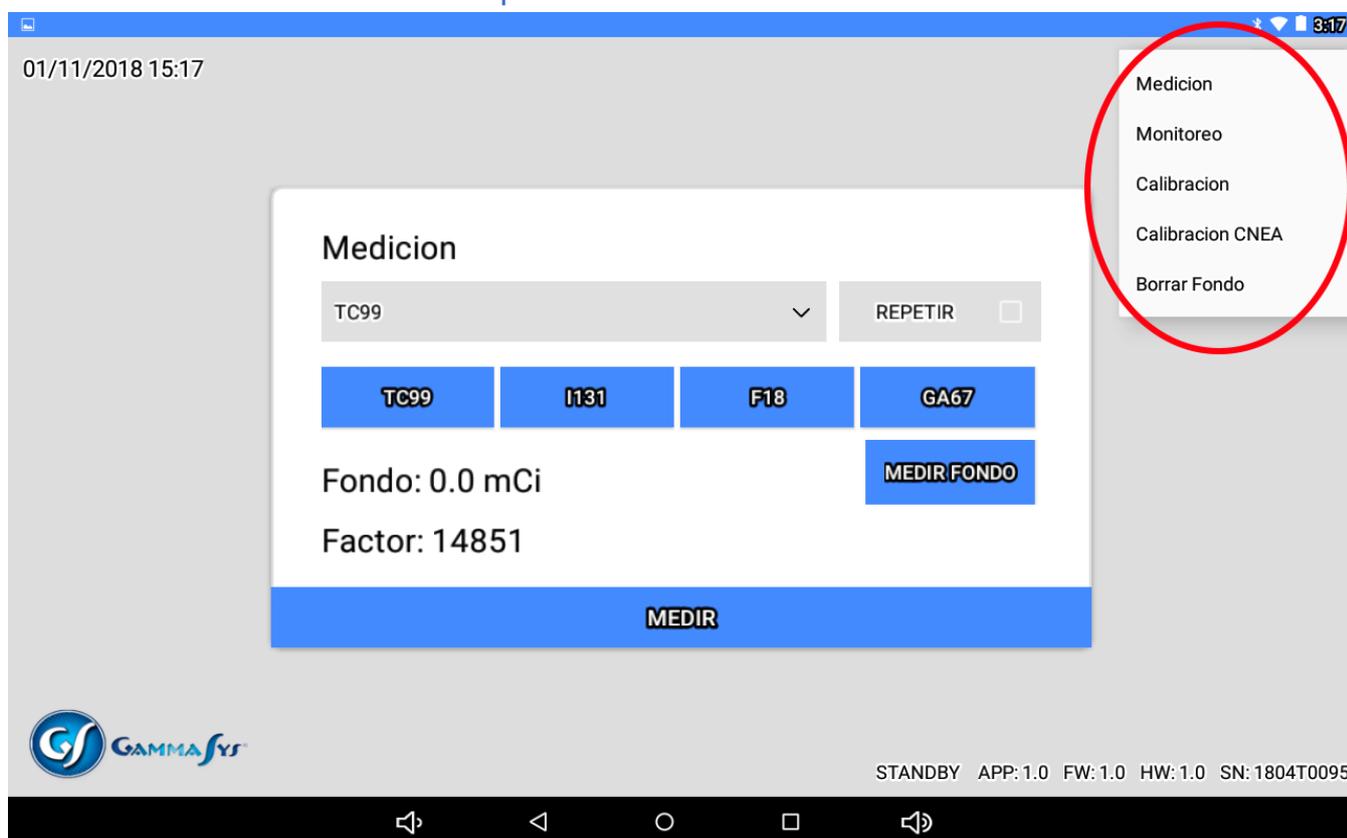


El equipo está listo y queda a la espera.

En el sector inferior derecho, se muestran: el estado del equipo, la versión de la Aplicación, la versión del Firmware y el Hardware de la Cámara de Ionización y el Número de Serie del equipo (SN)

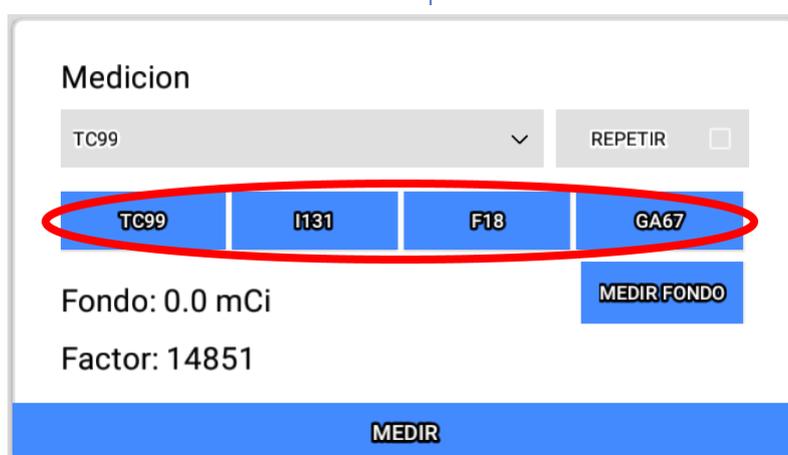
**STANDBY APP:1.0 FW:1.0 HW:1.0 SN:1804T0095**

## 4. Menú de la Aplicación



### 4.1. Menú

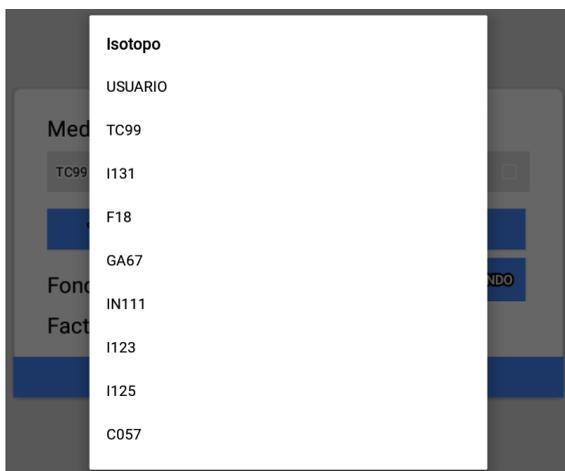
#### 4.1.2. Elección del Isótopo



Los isótopos de uso más frecuente vienen predefinidos a simple vista. Basta presionar sobre el que desea usar.

---

En el menú desplegable aparecen otros isótopos ya definidos y uno más que puede ser definido por el usuario.



Al cambiar el isótopo, cambia el Factor de medición. Éste se muestra en pantalla.

#### 4.1.3. Medición de Fondo

Al presionar el botón **MEDIR FONDO** el resultado de la medición se muestra en pantalla. Éste resultado se restará automáticamente de todas las mediciones posteriores, por lo que debe hacerse una nueva medición de fondo para cada isótopo o cuando cambien las condiciones ambientales dentro del cuarto caliente (cambio de generador, fuentes con containers abiertos, jeringas sin plomar, etc.) o en caso de contaminación del área de trabajo.

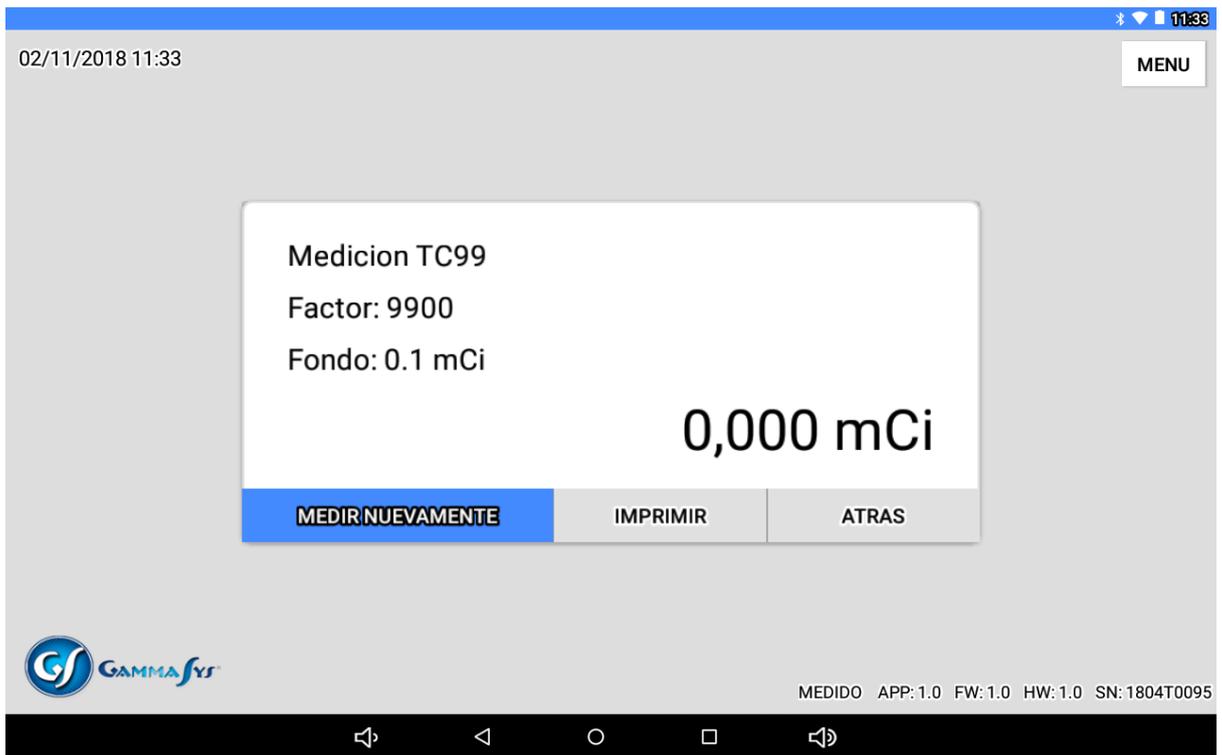
#### 4.1.4. Medición

Una vez seleccionado el isótopo y el fondo del mismo ya se puede medir presionando el botón correspondiente.



Mientras dure el cálculo de dosis se mostrará en pantalla el progreso de la medición. Ésta puede cancelarse en cualquier momento.

Al terminar la medición, aparece en pantalla el resultado, los parámetros del isótopo elegido y el valor del fondo descontado. También cambia el estado del equipo en el sector inferior derecho a **MEDIDO**



Si está tildada la opción **REPETIR**  el equipo registrará diez mediciones y mostrará en pantalla el promedio de las mismas. En el estado del equipo (abajo a la derecha de la pantalla) también aparecerá indicado el modo Repetición con la leyenda (R) **MEDIDO (R)**

Al presionar sobre el resultado de la medición, cambia la escala de **mCi a MBq**

**0,000 mCi → 0,000 MBq**

**MEDIR NUEVAMENTE**

Repita las mismas condiciones de la última medición. Si ésta fue en modo Repetición, otra vez hará las diez mediciones y mostrará el promedio.

**ATRAS**

Vuelve a la pantalla anterior.

**IMPRIMIR**

Ésta última opción guarda un archivo en PDF con la última medición.

Lo indica con la siguiente leyenda

**El PDF ha sido guardado en el Storage.**

Para acceder a los archivos PDF, pulsar en el ícono Casa que está en la pantalla principal.



## 4.2. Monitoreo

Esta opción sirve para hacer mediciones a repetición. Es usado generalmente por el Servicio Técnico o cuando es necesario hacer los controles de calidad con varias mediciones secuenciales.

**Monitoreo**

TC99 1m

TC99 I131 F18 GA67

Factor: 14851

Fondo: 0.0 mCi

**INICIAR**

Las condiciones de Monitoreo son las mismas que para la Medición. La gran diferencia es que cambia el botón Repetir por un menú desplegable donde puede seleccionarse la frecuencia de monitoreo, es decir cada cuanto tiempo va a efectuar las mediciones.

**Frecuencia**

1m

2m

5m

10m

30m

**Advertencia:** Antes de comenzar el monitoreo ir a la opción Medición y hacer una medición del fondo, para que éste quede registrado.

---

Una vez iniciado el monitoreo se efectuaran mediciones con la frecuencia asignada.

Para conservar los valores de las mediciones efectuadas durante el Monitoreo, hay que presionar en , **IMPRIMIR**

cuando aparece la leyenda **El PDF ha sido guardado en el Storage.** quedan guardados en un archivo PDF todas las mediciones que se hayan hecho durante el Monitoreo. Para detenerlo, presionar **CANCELAR** allí aparecerá la siguiente leyenda:

**Monitoreo**

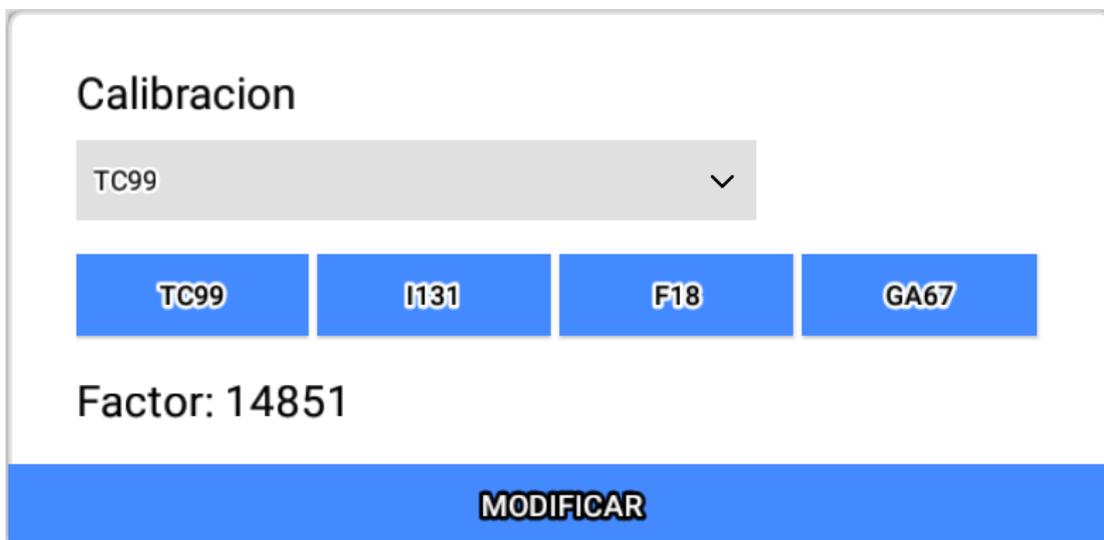
¿Seguro que desea cancelar?

**NO**      **SI**

Presionando NO, el monitoreo continúa. Presionando SI, el monitoreo se detiene.

### 4.3. Calibración

Esta opción sirve para cambiar el Factor de Corrección del isótopo elegido, o bien para cambiar o definir un Factor para el isótopo de Usuario.



**Calibracion**

TC99

TC99 I131 F18 GA67

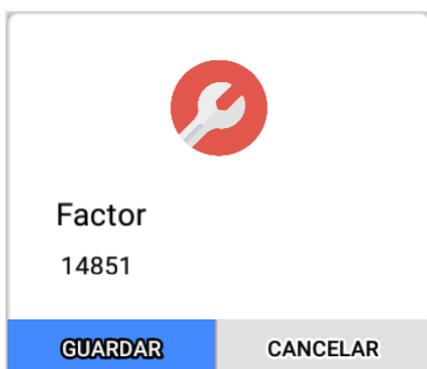
**Factor: 14851**

**MODIFICAR**

Los Factores de Corrección son provistos por la CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica) y constan en el Certificado de Calibración que extiende el organismo y que acompaña al equipo en el momento de la entrega del mismo. En caso de algún error del programa o de la Tablet, dónde tenga que reinstalarse la aplicación, los Factores de Corrección de cada isótopo constan en dicho Certificado y pueden ser ingresados a mano.

Seleccione el isótopo y presione MODIFICAR.

En la pantalla se muestra el valor actual.

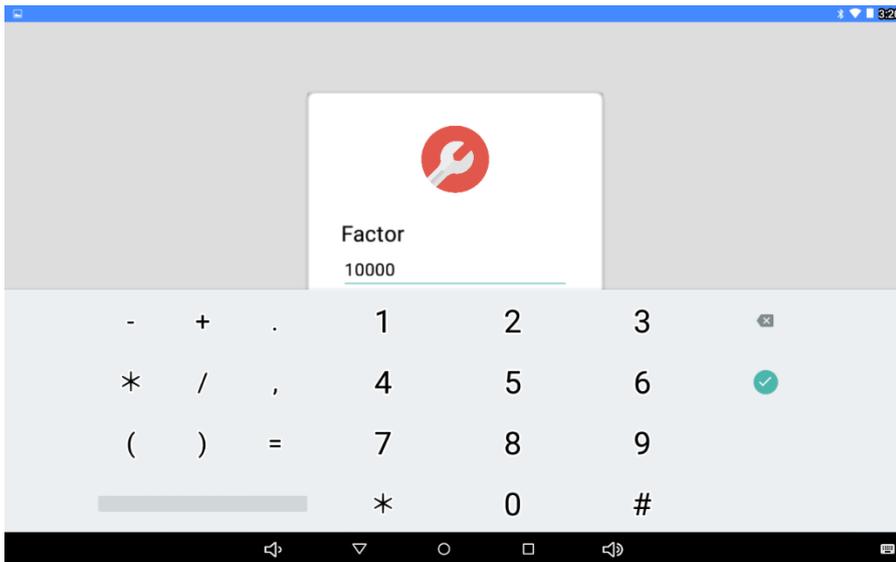




**Factor**  
14851

**GUARDAR** CANCELAR

Para modificarlo presionar sobre el número. Se despliega un teclado numérico.



Allí ingresar el nuevo Factor de Corrección y presionar el botón verde que se encuentra a la derecha de la pantalla.



Guardar.

#### 4.4. Calibración CNEA

Esta opción está protegida con contraseña



---

Seleccionar el isótopo a calibrar y presionar **MEDIR**.

Va a arrojar el resultado de la medición.

**Calibracion CNEA TC99**

**0,101 mCi**

**Factor: 10000**

**MODIFICAR** **CANCELAR**

Recordar el valor de dicha medición (en este caso 0,101 mCi)

Presionar **MODIFICAR**. Aparecerá la siguiente pantalla:



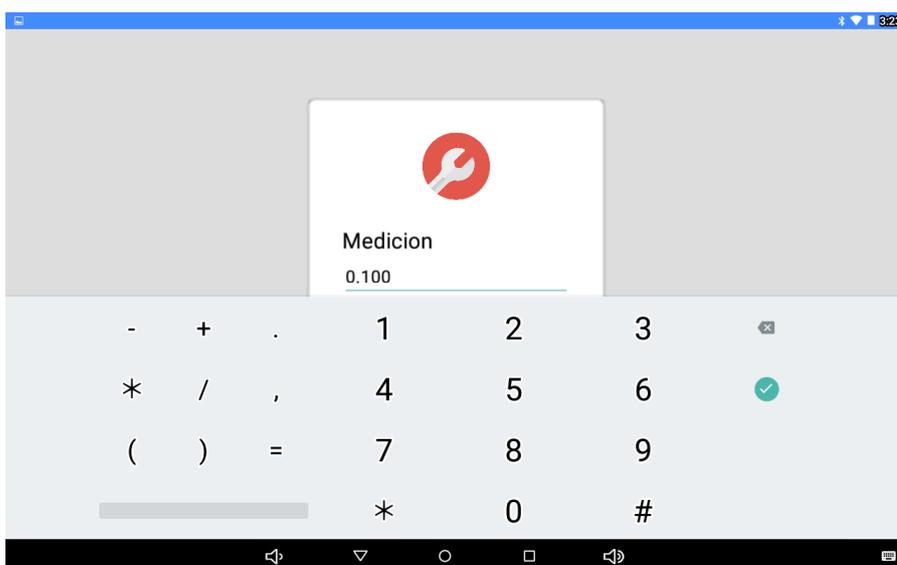
**Medicion**

**0.101**

**GUARDAR** **CANCELAR**

Si el valor de la Medición es el correcto, guardarlo con el botón **GUARDAR**

Si desea cambiar el valor, presionar sobre el número. Se desplegará un teclado alfanumérico.



Colocar el resultado de la medición y **GUARDAR**

Aparecerá en pantalla el nuevo Factor de Corrección.

El isótopo está calibrado.

---

## 4.5. Borrar Fondo

Reestablece el valor del Fondo a **0,000 mCi.**

---

## 5. Notas de Advertencia

---

### 5.1. Introducción:

La seguridad de los pacientes y los operadores han sido de gran consideración durante el diseño y desarrollo de este equipo, con el adecuado cuidado, funcionará seguro y confiable. El uso inadecuado, por lo tanto, podría provocar daños al equipamiento o serios daños personales.

Las instrucciones en este manual han sido provistas para su beneficio. Asegúrese de leerlas antes de operar este equipo, y guarde este manual para referencias futuras. Recuerde que las operaciones apropiadas y el mantenimiento son los primeros y mejores pasos para la seguridad.

#### 5.1.1. Eléctricos

Este equipo opera en 220 V AC, 50 Hz únicamente.

Solo se debe permitir el acceso a cualquier parte interna de este equipo a personal entrenado y calificado. Las instrucciones completas son provistas en este manual para cualquier mantenimiento o service que pueda ser ejecutado por el usuario. Siga estas instrucciones y asegúrese que la unidad esté desenchufada antes de comenzar cualquier trabajo de service. Si la unidad está conectada a un tablero, asegúrese el interruptor este en la posición "apagado".

Terminales eléctricas y componentes encendidos pueden ocasionar peligrosas descargas eléctricas a personal no entrenado y no atender estas advertencias podría provocar serios y fatales daños.

Salvo que las instrucciones apropiadas estén provistas en este manual, dirigirse para trabajos de service a nuestras oficinas. No remueva paneles de acceso o toque componentes internos salvo que este manual provea las instrucciones necesarias, puesto que hay partes que pueden ser peligrosos para personal no preparado.

#### 5.1.2. Mecánicas

Todas las piezas o estructuras de soporte de este equipo deberían ser operadas con cuidado y rutinariamente inspeccionado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante especificadas en este manual. Cualquier golpe podría dañar este equipo o quemar componentes. Inusuales ruidos o dificultad en la operación deberían ser reportados nuestro departamento de service. Las acciones rápidas previenen daños a pacientes o personal operativo.

---

### 5.1.3. Manipuleo de la Radiación

Si bien este equipo no genera ninguna radiación peligrosa, está diseñado para ser usado con materiales radiactivos. Cuando use fuentes radiactivas, debería siempre utilizar técnicas de manipuleo seguras y apropiadas.

### 5.1.4. Reporte de Incidentes

Llame a nuestra oficina de service inmediatamente para reportar cualquier accidente o daño al paciente o su personal que haya ocurrido usando nuestro equipo. Si un accidente ocurre, deje el equipo sin uso hasta que una investigación autorizada pueda hacerse y pueda determinarse tanto la causa del incidente y el estado de la unidad. Esta rápida acción prevendrá posibles daños futuros.

---

## 6. Componentes

---

### 6.1. Calibrador de Dosis (ACTIVÍMETRO)

Está conformado por:

- Tablet con S.O. Android y conexión Bluetooth (unidad de control y lectura)
- Cámara de ionización
- Porta jeringas
- 2 Fuentes de alimentación externa (1 para la Tablet, 1 para la Cámara de Ionización)
- Manual de operaciones
- Cable USB para conexión a PC (opcional)

---

### 6.2. Descripción General de Controles

Tiempo máximo de medición: menor o igual a 2 seg. para actividades  $\geq 300 \mu\text{Ci}$ .

En el panel trasero se encuentra:

Interruptor de encendido

Conector para la fuente de alimentación

El equipo se entrega con certificado de calibración CNEA.

---

# 7. Fundamentos del Medidor

---

## 7.1. General

La definición de actividad, el principio básico del calibrador y el estudio detallado sobre la calibración están presentados en esta sección.

### 7.1.1. Definición de Actividad

La actividad  $A$ , de una cierta cantidad de un radionucleido, es el cociente entre  $dN$  y  $dt$ , donde  $dN$  es el número transformaciones nucleares espontáneas que ocurren en el intervalo de tiempo  $dt$ .

$$A: dN / dt$$

La unidad especial de actividad es Curie (Ci).

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ DPS (exactamente)}$$

Notas:

El término transformación nuclear utilizado para designar un cambio de nucleido o una transición isomérica.

DPS: significa desintegraciones por segundo.

La unidad de actividad en el SI (Sistema Internacional de Unidades) es la recíproca del segundo ( $S^{-1}$ ) y se llama el Becquerel (Bq), por ejemplo:

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ Transformación Nuclear por segundo.}$$

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

### 7.1.2. Tipos de Transformaciones

- 1) Decaimiento alfa: El núcleo emite un núcleo de helio (partícula- alfa).
- 2) Captura de electrones (decaimiento  $-\epsilon$ ): El núcleo captura una de sus propios electrones orbitales, usualmente desde el nivel K y emite un neutrino.
- 3) Decaimiento  $\beta^-$ : El núcleo emite un electrón (partícula  $\beta^-$ ) y un neutrino.
- 4) Decaimiento  $\beta^+$ : El núcleo emite un positrón (partícula  $\beta^+$ ) y un neutrino.
- 5) Transición nuclear: Un electrón, un positrón o una pareja electrón-positrón es emitido por un núcleo en transición de un nivel alto a uno más bajo.
- 6) Ninguna transformación de energía ocurre (por ejemplo ningún cambio en el número atómico ni en el número de masa). La desexcitación de un núcleo inestable está, de todas formas, incluido en la definición de actividad.

---

## 7.2. Medición de Actividad

Una transformación nuclear está siempre asociada con uno o más de los siguientes tipos de radiación:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y fotones. Por eso podemos medir actividad al detectar una o más de las radiaciones arriba mencionadas.

### 7.2.1. Radiación Alfa

Es un tipo de radiación poco penetrante que puede ser detenida por una simple hoja de papel. Rutherford sugirió que los rayos alfa son iones de átomos de Helio ( $\text{He}^{2+}$ ) moviéndose rápidamente y en 1909 lo demostró experimentalmente.

Este tipo de radiación la emiten núcleos de elementos pesados situados al final de la tabla periódica ( $A > 100$ ). Estos núcleos tienen muchos protones y la repulsión eléctrica es muy fuerte, por lo que tienden a obtener  $N$  aproximadamente igual a  $Z$  y para ello emite una partícula alfa. En el proceso se desprende mucha energía que se convierte en la energía cinética de la partícula alfa, es decir que estas partículas salen con velocidades muy altas.

En el proceso un núcleo cualquiera de número másico  $A$  y número atómico  $Z$ , se convierte en otro núcleo  $Y$  con número másico  $A-4$  y número atómico  $Z-2$ , y se emite una partícula alfa.



Como ejemplo tendríamos las siguientes desintegraciones:



### 7.2.2. Radiación Beta

Su poder de penetración es mayor que las alfa. Son frenadas por metros de aire, una lámina de aluminio o unos cm. de agua. Existen tres tipos de radiación beta:

Radiación Beta- ( $\beta^-$ )

Radiación Beta+ ( $\beta^+$ )

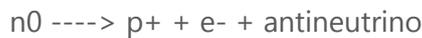
Captura Electrónica ( $-\epsilon$ )

#### 7.2.2.1. Radiación Beta- ( $\beta^-$ )

Aparece para cualquier tipo de núcleo, pero es típica de núcleos con exceso de neutrones, es decir  $N > Z$ . Es un mecanismo usado por los núcleos para llegar a la línea de estabilidad ( $N$  aproximadamente igual  $Z$ )

---

La Radiación Beta- consiste en la emisión espontánea de electrones por parte de los núcleos, pero en el núcleo sólo hay protones y neutrones, ¿cómo puede emitir electrones? En 1934 Fermi explicó esta radiación suponiendo que en la desintegración beta menos, un neutrón se transforma en un protón, un electrón y un antineutrino mediante la reacción:



La emisión beta menos da como resultado otro núcleo distinto con un protón más, la reacción sería:



### 7.2.2.2. Radiación Beta- ( $\beta^-$ )

Mediante este mecanismo un núcleo emite espontáneamente positrones,  $e^+$ , antipartículas del electrón de igual masa pero con carga eléctrica opuesta.

Lo que ocurre es que un protón del núcleo se desintegra dando lugar a un neutrón, un positrón o partícula Beta+ y un neutrino. Así el núcleo se desprende de los protones que le sobran y se acerca a la línea de estabilidad  $N = Z$ . Por ello se da en núcleos con exceso de protones. La reacción sería:



Algunos ejemplos son:



### 7.2.2.3. Captura Electrónica ( $-\epsilon$ )

Se da en núcleos con exceso de protones. El núcleo captura un electrón de la corteza electrónica, que se unirá a un protón del núcleo para dar un neutrón.



---

### 7.2.3. Fotón

El fotón (del griego  $\varphi\omega\varsigma$ , luz) es la partícula mediadora de la interacción electromagnética y la expresión cuántica de la luz. Los fotones son partículas fundamentales, componente de todas las manifestaciones de radiación electromagnética. Se clasifican de acuerdo a su método de producción en:

### 7.2.4. Rayos X

La denominación rayos X designa a una radiación descubierta por Wilhelm Röntgen a finales del s. XIX, invisible, capaz de atravesar cuerpos opacos y de impresionar las películas fotográficas. El ancho de banda está entre los 10 a 0,1 nanómetros, correspondiendo a frecuencias en el rango de 30 a 3.000 PHz.

Tal radiación es una radiación electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, las microondas, los rayos infrarrojos, la luz visible, los rayos ultravioleta y los rayos gamma. La diferencia fundamental con los rayos gamma es su origen: los rayos gamma son radiaciones de origen nuclear que se producen por la desexcitación de un núcleo de un nivel excitado a otro de menor energía y en la desintegración de isótopos radiactivos, mientras que los rayos X surgen de fenómenos extranucleares, a nivel de la órbita electrónica, fundamentalmente producidos por frenamiento de electrones. La energía de los rayos X en general se encuentra entre la radiación ultravioleta y los rayos gamma producidos naturalmente.

### 7.2.5. Radiación Gamma

La radiación gamma ( $\gamma$ ) es un tipo de radiación electromagnética producida generalmente por elementos radiactivos, procesos subatómicos como la aniquilación de un par positrón-electrón.

Debido a las altas energías que poseen, los rayos gamma constituyen un tipo de radiación ionizante capaz de penetrar en la materia más profundamente que la radiación alfa o beta. Dada su alta energía pueden causar grave daño al núcleo de las células.

La energía de este tipo de radiación se mide en megaelectronvoltios (MeV).

Los rayos gamma se producen en la desexcitación de un núcleo de un nivel excitado a otro de menor energía y en la desintegración de isótopos radiactivos. Los rayos gamma se diferencian de los rayos X en su origen, debido a que estos últimos se producen a nivel extranuclear, por fenómenos de frenamiento electrónico.

---

### 7.2.6. Bremsstrahlung

Cuando electrones acelerados son forzados a frenarse en un medio aparece un espectro continuo de fotones. A este efecto también se lo conoce como "radiación de frenado".

Interacción de los fotones con la materia

Los tres mecanismos de interacción con la materia son: el efecto fotoeléctrico, el efecto Compton y la producción de pares. Estos mecanismos se describen a continuación.

a) El efecto fotoeléctrico consiste en que el fotón se encuentra con un electrón del material y le transfiere toda su energía, desapareciendo el fotón original. El electrón secundario adquiere toda la energía del fotón en forma de energía cinética y es suficiente para desligarlo de su átomo y convertirlo en proyectil. Se frena éste por ionización y excitación del material.

b) En el efecto Compton el fotón choca con un electrón como si fuera un choque entre dos esferas elásticas. El electrón secundario adquiere sólo parte de la energía del fotón y el resto se la lleva otro fotón de menor energía y desviado.

c) Cuando un fotón energético se acerca al campo eléctrico intenso de un núcleo puede suceder la producción de pares. En este caso el fotón se transforma en un par electrón-positrón. Como la suma de las masas del par es 1.02 MeV, no puede suceder si la energía del fotón es menor que esta cantidad. Si la energía del fotón original es mayor que 1.02 MeV, el excedente se lo reparten el electrón y el positrón como energía cinética, pudiendo ionizar el material. El positrón al final de su trayecto forma un positronio y luego se aniquila produciéndose dos fotones de aniquilación, de 0.51 MeV cada uno.

Cada uno de los efectos predomina a diferentes energías de los fotones. A bajas energías (rayos X) predomina el fotoeléctrico; a energías medianas (alrededor de 1 MeV), el Compton; a energías mayores, la producción de pares.

---

### 7.3. Proceso de Medición en una Cámara de Ionización

Una cámara de ionización consiste en dos o más electrodos. Los electrodos rodean a un volumen de gas y recogen la carga (iones) producidos por la radiación que incide en el volumen. En función de esto, la cámara de ionización realiza la medición comparando el efecto de ionización producido por el campo de radiación.

La radiación entra a la cámara a través de las paredes e interactúa con el gas y/o con las mismas paredes. Es importante destacar esto porque los fotones no pueden producir ionización directamente, deben interactuar primero con los materiales de la cámara para producir electrones. Esto se debe a que, después de una serie de interacciones, el fotón transfiere su energía a uno o más electrones.

El electrón disminuye su velocidad a través de las colisiones con la cámara de gas (Argón), las colisiones extraen los electrones de las moléculas produciendo iones positivos, a esto se lo denomina proceso de ionización.

La recolección de voltaje a través de la cámara, genera una corriente, que es medida por el circuito electrónico. El número de iones producido en la cámara, está vinculado directamente con la energía depositada en la cámara por la radiación, y permite de esta manera obtener una lectura de la actividad del radioisótopo de muestra.

## 8. TABLA DE FACTORES

En la memoria del equipo se encuentran predefinidos 32 factores para los isótopos más comunes y uno para el ingreso manual. Además existen otras 66 direcciones de memoria para ser utilizados por el usuario.

Número	Isótopo	Factor*	Factor Usuario
00	USUARIO	10000	
01	TC99	10000	
02	I131	10000	
03	F18	10000	
04	GA67	10000	
05	IN111	10000	
06	I123	10000	
07	I125	10000	
08	C057	10000	
09	C060	10000	
10	CS137	10000	
11	CU61	10000	
12	CU64	10000	
13	CU67	10000	
14	TL201	10000	
15	Fe59	10000	
16	Gd153	10000	
17	I122	10000	
18	I124	10000	
19	IN115	10000	
20	MN52	10000	
21	Cr51	10000	
22	Cs131	10000	
23	H3	10000	
24	Mo99	10000	
25	N13	10000	
26	O15	10000	
27	P32	10000	
28	P33	10000	
29	Pb203	10000	
30	Ra223	10000	
31	Ra226	10000	
32	Re186	10000	
33	Re188	10000	

\*Nota: Factores por defecto de fábrica (sin calibrar)

