



RNME

Respirador Neumático
Modular de Emergencia

MANUAL DE USUARIO

Código: MAN-01
Versión 1.2

Contenido

1.	Descripción.....	2
1.1	Uso previsto.....	2
1.2	Calificación del operador	2
2.	Equipo entregado.....	3
2.1	Componentes del equipo	3
3.	Información de seguridad	5
4.	Instalación	5
5.	Modo de ventilación.....	5
6.	Puesta en marcha.....	6
6.1	Consideraciones durante la puesta en marcha.....	9
7.	Configuración y display.....	10
7.1	Menú de navegación principal.....	10
7.2	Monitoreo.....	11
7.3	Configuración de alarmas	16
7.4	Visualización de alarmas	18
7.5	Diagrama del sistema.....	19
7.6	Mantenimiento	20
7.7	Graficas	22
8.	Higiene y mantenimiento	23
8.1	Higiene.....	23
8.2	Válvula de alivio	23
9.	Alarmas.....	24
9.1	Sistema de alarmas.....	24
10.	Especificaciones técnicas	25
10.1	Rangos de operación y tolerancias	25
10.2	Especificaciones RNME.....	26
10.3	Especificaciones UPS.....	26

1. Descripción

1.1 Uso previsto

RNME es un respirador neumático de emergencia alternativo, económico y de rápida construcción para atender adultos con insuficiencia respiratoria que necesiten ser ventilados por COVID-19 o por otras causas.

El RNME proporciona ventilación controlada para adultos. Se basa en modo de control por volumen (VCV). Permite la configuración de parámetros iniciales como volumen corriente, FiO₂, frecuencia respiratoria, relación I:E, pausa inspiratoria y PEEP. A su vez permite el monitoreo y control de dichos parámetros incluyendo la presión y el flujo.

1.2 Calificación del operador

El respirador RNME debe ser utilizado solamente por personas con calificación médica y capacitación en técnicas de ventilación.

El operador debe estar completamente familiarizado con el correcto funcionamiento del respirador RNME, habiendo sido capacitado en el uso de este.

Un uso inadecuado del equipo puede provocar lesiones físicas graves al paciente en tratamiento.

2. Equipo entregado

2.1 Componentes del equipo



Fig. 1. Esquema del equipo a modo de referencia.

Los principales componentes del equipo se listan a continuación. La figura 1 es a modo ilustrativo.

- **Pantalla de visualización (1).** En esta pantalla se visualiza la interfaz con el usuario y se realiza la configuración y monitoreo del equipo. Se explica en detalle en la sección 7.

- **Flujómetros (2) (7).** Flujómetros de O₂ y aire respectivamente para la regulación del flujo de los gases de entrada.
 - **Conexiones al paciente (3) (9).** Conexión para la tubuladura al paciente de la línea inspiratoria (3) y espiratoria (9).
 - **PLC (4).** Controlador PLC. En caso de una falla, la pantalla se enciende de color indicando el estado de alarma. En caso de ser una falla activa, esta se encenderá en rojo. En caso de haber existido una falla ya rectificadas pero no reconocidas, esta se encenderá de color naranja. Cuando la alarma haya sido rectificadas y reconocidas, la pantalla volverá a su color normal.
 - **Válvula de alivio y visor de nivel (8).** El equipo RNME cuenta con una válvula de alivio con el fin de evitar una sobrepresión en la línea espiratoria. Esta funciona por el método de medición de nivel por burbujeo. En el costado derecho del equipo se encuentra el visor de nivel y las conexiones para su regulación. Esta será explicada en la sección 8.
 - **Alarma visual y sonora (5).** Esta se enciende para alertar en caso de existir una falla.
 - **Llave de paso para activar o desactivar la válvula de alivio (6).** Esta llave sirve para desactivar la válvula de alivio, en caso de una emergencia cuando se requiera trabajar a presiones mayores.
 - **Interruptor de encendido y apagado (10)(16).** Ver sección 6 Puesta en marcha para más detalles.
 - **Regulación de nivel de la válvula de alivio (11).** En este espacio, mediante una jeringa con agua, se regula la presión de la válvula de alivio.
 - **Tirador (12).** Se utiliza para su traslado y para enrollar el cable de alimentación.
 - **Conexiones de entrada de aire y O₂ (13)(14).** En la parte trasera el equipo cuenta con conexiones DISS para aire y O₂.
-

- **Código QR (15).** Al escanearlo proporciona el número de serie del equipo y mediante la aplicación permite conectar a la base de datos que contiene el manual de usuario y detalles constructivos del equipo.
 - **Interruptor de encendido y apagado UPS (17).** En el lateral inferior izquierdo del equipo se encuentra el interruptor de encendido y apagado de la UPS.
-

El equipo RNME también viene provisto de un filtro HEPA antibacteriano desechable en la línea inspiratoria antes de ingresar al paciente con el fin de asegurar el ingreso de aire limpio al mismo. Dado que es un respirador de emergencia para pacientes con COVID-19, es recomendable colocar un filtro HEPA también en la línea espiratoria con el fin de disminuir la carga viral que es arrojada al ambiente.

Es recomendable colocar un filtro de agua previo al ingreso de las líneas de aire y O₂, con el fin de evitar el deterioro de los componentes por la presencia de agua en los gases de suministro.

3. Información de seguridad

Se debe tener precaución al realizar las conexiones de suministro de aire y O₂. Estas se deben realizar de forma adecuada para evitar posibles daños.

Las condiciones de trabajo de deben de estar de acuerdo con los requerimientos explicados en este manual.

La presión de suministro de gases de entrada debe ser hasta 8 bar como máximo para evitar daños de los componentes del equipo.

Se debe chequear la performance del equipo previo a su uso.

No se debe descuidar la observación del respirador y del paciente, con el fin de detectar y corregir alguna falla a tiempo.

Se debe tener precaución en el traslado del equipo RNME con el fin de evitar daños en el mismo.

4. Instalación

El suministro de aire y O₂ debe ser de grado medicinal con conexiones DISS en una presión menor a 8 bar.

El suministro eléctrico debe ser estable de 220V 50Hz.

5. Modo de ventilación

El modo de ventilación utilizado por el RNME es por control de volumen (VCV). El usuario puede ingresar los diferentes parámetros de ventilación utilizando la pantalla táctil del display.

6. Puesta en marcha

En esta sección se explica detalladamente los pasos a seguir para el inicio del equipo RNME.

- a. Encender el equipo presionando el interruptor ubicado en la parte superior de la carcasa posterior y, luego el interruptor ubicado sobre el costado izquierdo del mismo.

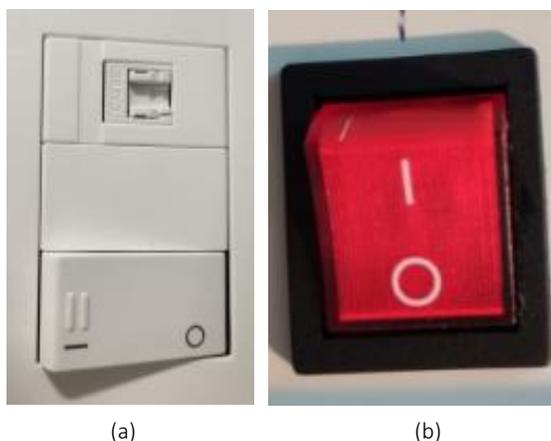


Fig. 2. Interruptores de encendido/apagado del equipo RNME. (a) Interruptor ubicado en la parte superior. (b) Interruptor ubicado sobre el costado izquierdo.

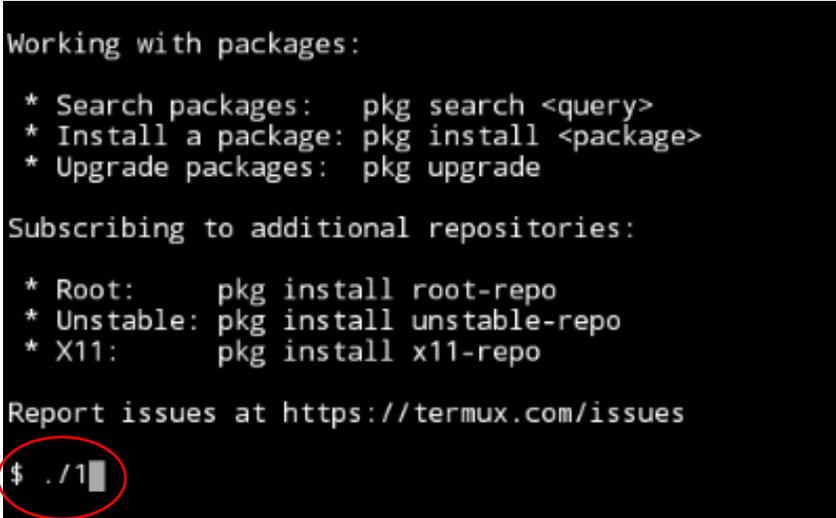
- b. Verificar que la UPS se encuentre encendida. En caso de que no, se debe encender.
- c. Encender la Tablet en caso de que no se encuentre encendida. La Fig. 3 muestra la pantalla de inicio.



Fig. 3. Pantalla de inicio de la tablet.

Siempre que se enciende la Tablet es necesario seguir los siguientes pasos para habilitar el funcionamiento de las graficas en la web:

- Abrir la aplicación Termux (ver Fig. 3. Recuadro 1)
- Escribir el comando `./1` (Fig. 4) y presionar ENTER.



```

Working with packages:
* Search packages:  pkg search <query>
* Install a package: pkg install <package>
* Upgrade packages: pkg upgrade

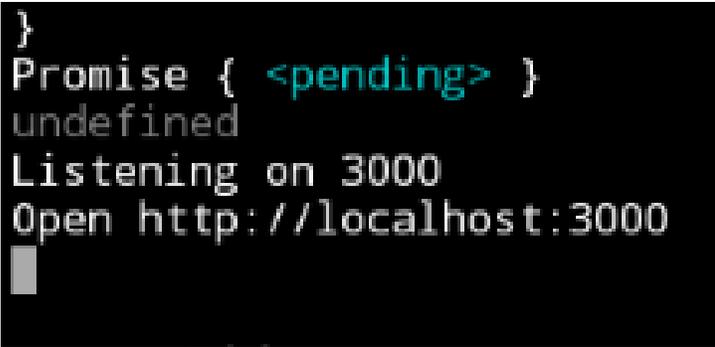
Subscribing to additional repositories:
* Root:      pkg install root-repo
* Unstable:  pkg install unstable-repo
* X11:       pkg install x11-repo

Report issues at https://termux.com/issues

$ ./1
    
```

Fig. 4. Ingreso de comando en aplicación Termux.

- La aplicación ejecutará el comando y la visualización de las gráficas quedará habilitada.



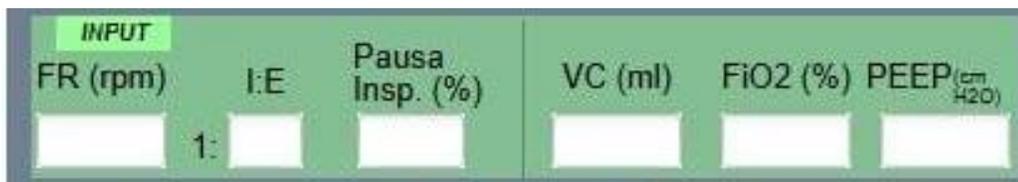
```

}
Promise { <pending> }
undefined
Listening on 3000
Open http://localhost:3000
    
```

Fig. 5. Habilitación para la visualización de las graficas en web.

Luego se debe acceder en la pantalla de inicio, haciendo click en el icono indicado en la Fig. 3 en el recuadro 2.

- d. Seleccionar en menú de navegación la opción de “Monitoreo”.
- e. Configurar en el display, según criterio médico, los parámetros adecuados para el paciente, en el panel “input”. Para que dichos parámetros queden registrados debe oprimirse, luego de introducir cada valor, la tecla “enter”. Verificar que aparezca la palabra “submitted”, esta indica que el valor ha quedado ingresado correctamente.
- Por defecto, el equipo inicia con parámetros seguros para ventilar a un paciente masculino de 60 kg tomando en cuenta un VC de 6 mL kg⁻¹. Estos son: FR 15 rpm; I:E 1:2; Pausa insp. 30 %; VC 360 mL; FiO₂ 50%; PEEP 5 cmH₂O.



- f. Presionar el botón de INICIO.
- g. Observar los valores calculados de VC para la línea de O₂ y aire que se encuentran en el panel “setpoint”.

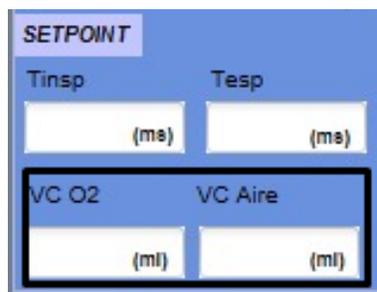


Fig. 7. Panel de "setpoint" en la pantalla de monitoreo.

- h. Ajustar los flujómetros hasta alcanzar los respectivos valores de volumen corriente de ambas líneas. Verificar dichos valores y el de la FiO₂ obtenidos en el panel inferior de la pantalla en tiempo real.



Fig. 8. Visor de FiO₂, flujo y VC en tiempo real para cada línea.

- i. Conectar las tubuladuras en la línea inspiratoria y espiratoria al tubo oro traqueal del paciente. Es posible que se aprecie una disminución en el volumen corriente entregado.

- j. Reajustar los parámetros en caso de percibir una variación.
- k. Verificar los valores de presión, flujo y volumen observados en la pantalla.

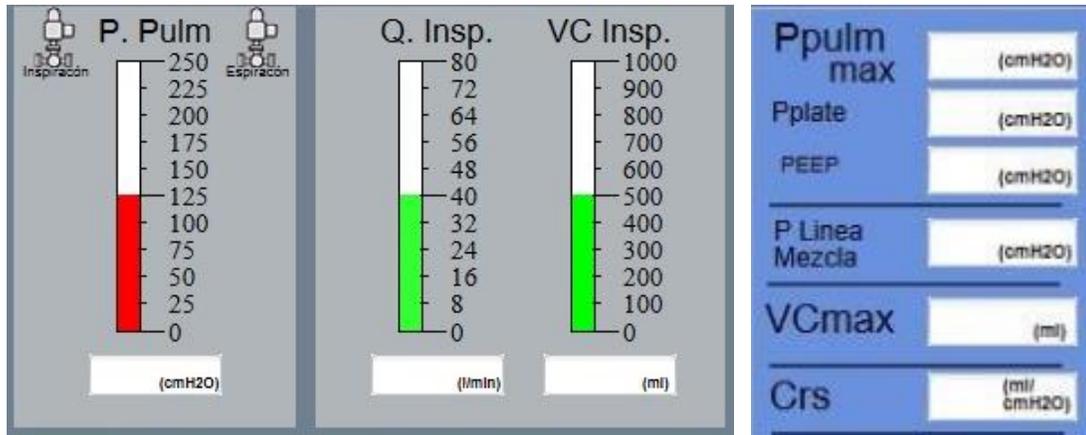


Fig. 9 Visor de parámetros en tiempo real.

- l. Se
- m. Introducir los límites inferiores y superiores de las alarmas que permitan esta configuración. Para más detalle, consultar la sección 9.

6.1 Consideraciones durante la puesta en marcha

De activarse la alarma, dirigirse a opción ALARMAS en menú de navegación y verificar el estado de cada una de ellas. Si alguna presenta el botón visual de color rojo encendido, significa que dicha alarma se encuentra en estado ACTIVO y debe solucionarse. Si presentan el botón anaranjado encendido, significa que ha sido activada en algún momento. Una vez verificadas y solucionados los distintos escenarios, oprimir el botón "ACK" y volverán a su estado basal.

Antes del inicio del equipo, se debe verificar que la válvula de alivio se encuentre activada, verificando la posición de la llave de paso ubicado en el frente del equipo RNME. Asimismo, se debe revisar el nivel de agua indicado en el lateral derecho del equipo. Este, en cm H₂O, indica la presión máxima a la cual abre la válvula. El equipo se entrega configurado en 65 cmH₂O. En caso de desear modificar este nivel, se debe añadir o quitar agua utilizando una jeringa.

Si se oprime únicamente el interruptor rojo (Fig. 2 (b)) sobre el costado izquierdo del equipo, estando el mismo en funcionamiento, se activará la alarma. Por lo que, para apagar el sistema se debe oprimir el interruptor rojo lateral y luego el interruptor de color blanco (Fig. 2 (a)) sobre el borde superior de la carcasa posterior.

7. Configuración y display

El sistema RNME cuenta con un display que permite el manejo electrónico por parte del operador. Posee un menú de navegación principal que brinda una lista de opciones para acceder a diferentes pantallas y comandos.

7.1 Menú de navegación principal

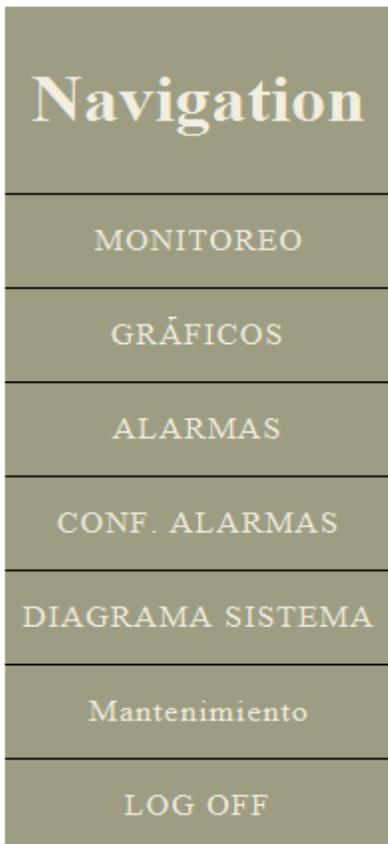


Fig. 10. Menú de navegación principal.

El menú cuenta con cinco opciones:

a. Monitoreo: Lleva a la pantalla principal de comandos, en la que el operador podrá ingresar los parámetros adecuados para cada paciente y poner en marcha el respirador mecánico.

b. Gráficos: Es una pantalla de visualización. Muestra las graficas de presión pulmonar, flujo y volumen inspirado en tiempo real. Así como los parámetros configurados por el usuario.

c. Alarmas: contiene un listado de las alarmas con las que cuenta el RNME, en el que se permite observar las que se encuentran en estado activo y el registro de las alarmas que fueron activadas en algún momento.

d. Configuración de alarmas: La presente opción permite el acceso a la configuración de las alarmas del sistema, con la posibilidad de adecuarlas al rango de valores que el operador considere pertinente.

e. Diagrama del sistema: Permite acceder a una representación gráfica de la composición neumática del sistema ventilatorio del equipo.

f. Mantenimiento: Muestra indicadores relevantes del sistema para su mantenimiento preventivo.

g. Log off: Seleccionando esta casilla, se cierra la sesión del display.

7.2 Monitoreo

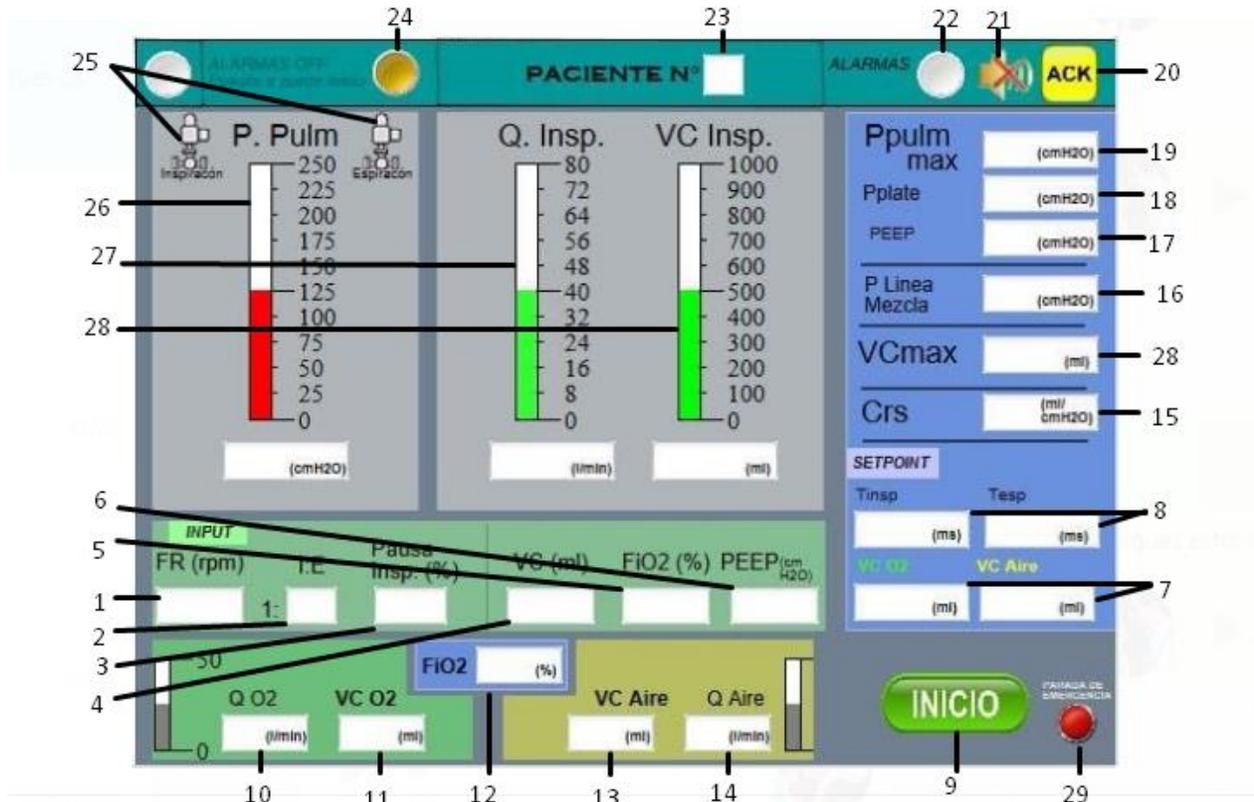


Fig. 11. Pantalla de monitoreo.

Panel de parámetros “input”: En esta sección el operador debe ingresar los parámetros pertinentes para cada individuo.

- **Botón de ingreso de frecuencia respiratoria (FR) (1).**
En esta casilla se ingresa la frecuencia respiratoria deseada. El rango de valores sugeridos y probados por el sistema RNME es de 10 a 20 rpm.
- **Botón de ingreso de la relación entre el tiempo inspiratorio y el tiempo espiratorio (I: E) (2).**
En esta casilla se debe ingresar la relación inspiración-espiración. El sistema cuenta con tres opciones probadas: relación de 1:1, 1:2 y 1:3.

- **Casilla de pausa inspiratoria (3).**
En este espacio se debe ingresar el tiempo de pausa al final de la inspiración. El mismo se ingresa en porcentaje. Corresponde a un porcentaje calculado a partir del tiempo inspiratorio.
 - **Botón de ingreso del Volumen Corriente (VC) (4).**
En esta casilla se debe ingresar el VC calculado por el operador para cada paciente. El sistema RNME cuenta con un rango de volúmenes probados de 300 a 650 mL.
 - **Botón de ingreso de la fracción inspiratoria de oxígeno (FiO₂) (5).**
En este espacio se ingresa la FiO₂ deseada para cada paciente. Abarca porcentajes de 0,21 a 1 (21%-100%). Cabe señalar que la regulación de FiO₂, la realiza el usuario ajustando los flujómetros de acuerdo con lo indicado en el display.
 - **Botón de función presión espiratoria al final de la espiración (PEEP) (6).**
En esta casilla se ingresa el valor de PEEP en cmH₂O. Esta se puede establecer de 5 – 20cmH₂O.
-

Panel de parámetro "setpoint": En esta sección se verán valores fijos calculados a partir de los parámetros que fueron ingresados previamente por el operador: FR, I: E, pausa insp., VC, FiO₂ y PEEP.

- **Casillas de VC fijado (7).**
Aquí se muestra el VC calculado para la variable O₂ y AIRE. Dichos valores reflejan el límite que debe alcanzarse para asegurar un correcto VC total y FiO₂ a entregar al paciente, por medio del manejo manual de los flujómetros de O₂ y AIRE encontrados al frente del respirador.
 - **Casillas de tiempo inspiratorio (T_{insp}) y tiempo espiratorio (T_{exp}) fijados (8).**
En estas casillas aparecerá el valor calculado para cada tiempo respiratorio.
-

Panel de parámetros sensados en tiempo real, en sector inferior de pantalla: Los valores reflejados en estos casilleros muestran los cambios en el flujo, volumen corriente y FiO₂, entregados al paciente, a medida que son manipulados los flujómetros de O₂ y AIRE.

- **Casilla de flujo de oxígeno (QO₂) (10).**
Se muestra el valor en tiempo real del flujo de O₂. El flujómetro posee una escala visible de 0 a 15 L min⁻¹ y no visible de 15 a 40 L min⁻¹, por lo que más allá de la escala visual, puede alcanzar valores de 40 L min⁻¹ reflejados en la pantalla.
 - **Casilla de VC O₂ (11).**
Se muestra el valor en tiempo real del volumen corriente de O₂ entregado al paciente.
 - **Casilla de FiO₂ (12).**
Se refleja la fracción inspiratoria de oxígeno que el paciente recibe.
-

- **Casilla de VC AIRE (13).**

Muestra el valor en tiempo real del volumen corriente de AIRE entregado al paciente.

- **Casilla de flujo de AIRE (QAIRE) (14).**

Se muestra el valor en tiempo real del flujo de AIRE. El flujómetro posee una escala visible de 0 a 15 L min⁻¹ y no visible de 15 a 40 L min⁻¹, por lo que más allá de la escala visual, puede alcanzar valores de 40 L min⁻¹ reflejados en la pantalla.

Panel de parámetros sensados en tiempo real, en sector superior derecho de pantalla: Los valores reflejados en este sector muestran, en cada ciclo respiratorio, las presiones pulmonares, la presión de la línea inspiratoria, el VC máximo alcanzado y la compliance dinámica calculada.

- **Presión pulmonar máxima (19).**
Refleja la presión pico pulmonar al final de la inspiración.
 - **Presión de Plateau (18).**
Refleja la presión de la meseta al final de la pausa inspiratoria.
 - **PEEP (17).**
Refleja los cambios en el valor de la PEEP.
 - **Presión de la línea de mezcla (16).**
Indica los niveles de presión alcanzados en la línea inspiratoria del sistema.
 - **Compliance dinámica calculada (15).**
Refleja el valor de la complacencia pulmonar dinámica en cada ciclo ($Crs=Vt/ PpIt-PEEP$).
-

Panel de botones ejecutores:

- **Botón de Inicio (9).**
Este botón debe oprimirse para poner en marcha la ventilación, luego de ingresar los parámetros deseados y ajustar los flujómetros. Este botón cambia a “Parada” luego de iniciado el ciclo. Si se presiona, se pone en pausa el funcionamiento sin liberar la presión pulmonar.
 - **Botón de Parada de Emergencia (29).**
Debe oprimirse en situaciones de emergencia en el que se requiera la finalización inmediata del ciclo respiratorio. Al oprimirlo, se abre la válvula de espiración y se libera la presión del pulmón.
 - **Botón Acknowledge (ACK) (20).**
Este botón posee la función de reconocimiento de las alarmas. Se oprime para avisar al sistema que las alarmas ya han sido verificadas y se desactiva la señal visual y sonora.
 - **Botón silenciador (21).**
Función silenciadora de las alarmas sonoras.
 - **Botón Alarmas (22).**
Permite el reconocimiento visual de alarmas en curso.
-

- **Botón ALARMAS OFF (24)**

El mismo se activa al iniciar los ciclos respiratorios del sistema, otorgando 1 minuto libre de la activación de las alarmas para que el operador pueda regular los parámetros dentro de los rangos pertinentes.

Panel de datos del paciente:

- **Datos del paciente (23).**

Panel central de gráficos:

- **Gráfico de Presión Pulmonar (25 y 26).**

Representación gráfica de los valores de presión pulmonar a lo largo de cada ciclo respiratorio. Unidad en cmH_2O . En la parte superior las figuras de las válvulas se tornarán de color verde, cuando se encuentren activas.

- **Gráfico de Flujo inspiratorio (Q_{insp}) (27).**

Representación gráfica de los valores de flujo en cada ciclo inspiratorio.
Unidad en L min^{-1} .

- **Gráfico de VC inspiratorio (28).**

Representación gráfica de los valores de volumen corriente inspirado en cada ciclo, con unidad en mL. El valor máximo de VC inspirado se muestra en el panel superior derecho, por debajo de las presiones pulmonares.

7.3 Configuración de alarmas



Fig. 12. Pantalla de configuración de alarmas.

En esta pantalla aparecen listadas las alarmas, sobre el sector izquierdo, acompañadas de tres columnas, sobre el sector derecho.

Cada columna representa diferentes valores numéricos. Una columna corresponde a los casilleros referentes a los límites inferiores de cada parámetro, la siguiente corresponde a los límites superiores, y la última columna refleja en tiempo real el valor en que se encuentra cada parámetro, para no perderlos de vista al salir de la pantalla de monitoreo.

Ciertos límites no son modificables ya que están establecidos por el sistema RNME a partir de valores estandarizados. Sin embargo, otros deben ser introducidos por el operador. Referirse a la sección 9 para más detalles.

Listado de alarmas:

Falla 1. Presión pulmón: El límite inferior corresponde al 80% de la PEEP establecida por el usuario y el límite superior aparece por defecto en 50 cmH₂O. El operador tiene la posibilidad de modificar el límite superior según crea conveniente para cada paciente.

Falla 2. Volumen corriente: Por defecto, estos límites se encuentran establecidos entre un 20% menos, para el límite inferior, y un 20% más, para el límite superior, con respecto al VC configurado por el operador.

Falla 3. Colapso pulmón: El límite inferior de la presión positiva al final de la espiración se encuentra establecido en 2 cmH₂O. El límite superior será siempre un valor de 10 cmH₂O por encima de la PEEP configurada.

Falla 4. Alto flujo de mezcla: se encuentra establecida por el sistema RNME.

Falla 5. FiO₂ fuera de rango: El límite superior es un 25% por encima y el límite inferior un 25% por debajo del setado.

7.4 Visualización de alarmas



Fig. 13. Pantalla de visualización de alarmas.

En esta pantalla puede observarse un listado de alarmas, cada una seguida de dos botones de color blanco, cuyo cambio de color indica diferentes situaciones:

1. Los botones que se encuentran del lado izquierdo se tornarán de color rojo cada vez que se encuentre activa una de las alarmas.
2. Solucionado cada problema, el botón rojo volverá a su estado basal, blanco. El botón que se encuentra a su derecha se encenderá, cambiando a color naranja, indicando que dicha alarma estuvo en algún momento encendida.

Para retornar al estado basal, luego de haber reconocido las alarmas y solucionado los problemas en curso, se deberá apretar el botón "ACK" (acknowledge) y los botones volverán a su estado basal. Al silenciar una alarma, se aplicará únicamente a la misma. De activarse otra alarma con diferente motivo, volverá a sonar.

7.5 Diagrama del sistema

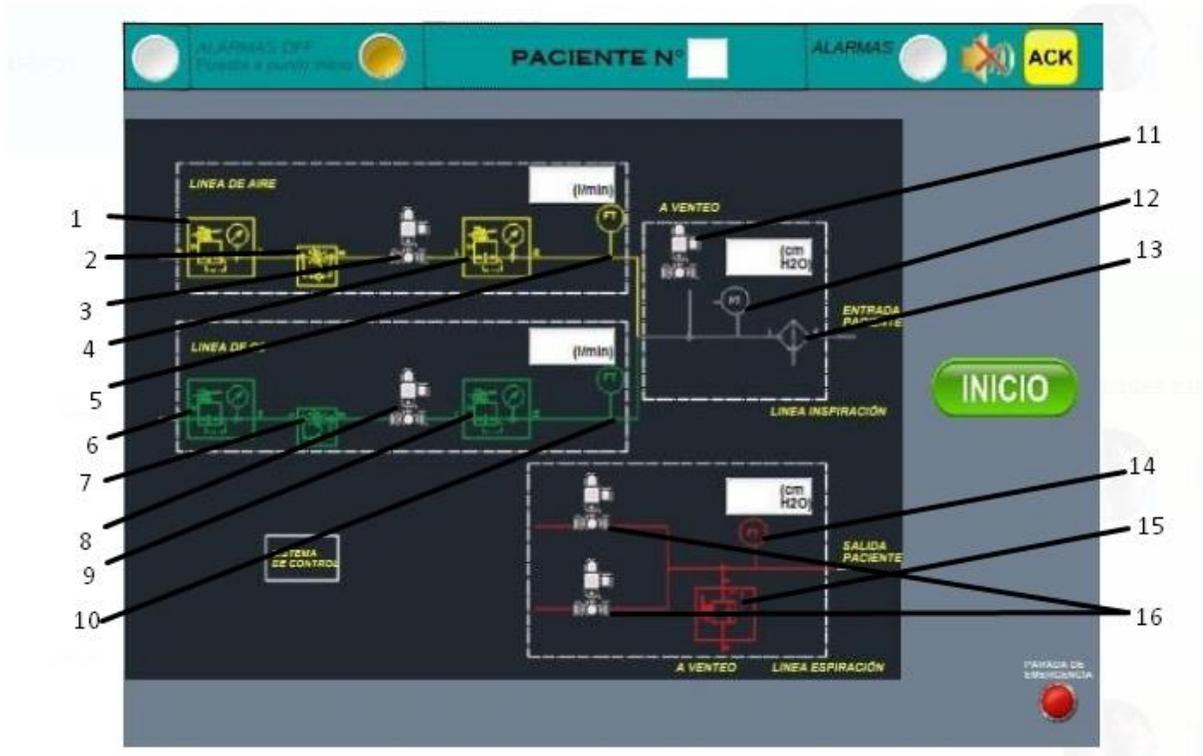


Fig. 14. Pantalla diagrama del sistema.

En esta pantalla se observa el diagrama del sistema neumático del equipo. Sobre el sector superior aparece la línea de oxígeno (verde) y la línea de aire (amarillo). Estas se unen para la mezcla en la línea de inspiración del paciente.

En el sector inferior aparece reflejada la línea espiratoria.

Los componentes se detallan a continuación:

- Válvula reguladora de presión de alta (1)(6).
- Flujómetros (2)(7).
- Válvula solenoide (3)(8).
- Válvula reguladora de presión de baja (4)(9)
- Sensor de flujo (5)(10).
- Válvula solenoide de seguridad a venteo (11).
- Sensor de presión (12)(14).
- Filtro línea inspiración (13).
- Válvula de alivio mecánica (15)

- Válvula solenoide de espiración (16).

7.6 Mantenimiento



Fig. 15. Pantalla de mantenimiento

- **Panel de entradas analógicas:** Refleja el comportamiento de los sensores de flujo y de presión del sistema. El valor que se muestra es la señal de voltaje de entrada. Cada una de las entradas, cuando el ventilador se encuentra en funcionamiento, debe reflejar valores entre 50 y 450. De lo contrario, valores mayores o menores a ese rango, reflejan un desperfecto eléctrico en los mismos.
- **Panel de salidas digitales:** Es un mapeo de las salidas digitales que tiene el PLC. Estas son las correspondientes a lo indicado en el texto. Estos valores deben reflejar en todo momento el cambio de estado que se espera ver en el sistema. En caso de no corresponderse, puede significar una falla eléctrica o en la lógica de control.

- **Entradas digitales:** Es un mapeo de las entradas digitales utilizadas en el control. Estas son las correspondientes a lo indicado en el texto. Estos valores deben reflejar en todo momento el cambio de estado de las señales eléctricas de entrada. En caso de no corresponderse, puede significar una falla eléctrica.
 - **Frecuencia Scan:** Esta variable representa la cantidad de veces por segundo que se ejecuta el programa dentro del PLC. Esta variable debe mantenerse entre 300 y 450.
 - **Contador de ciclos:** Indica la cantidad de ciclos de respiración que se hicieron en dicho respirador. Este numero representa la cantidad de veces que las válvulas fueron actuadas, por lo que debe usarse para mantenimiento preventivo del sistema.
 - **Tiempos de uso:** Indica el tiempo en que el sistema se mantuvo realizando ciclos de respiración. Este valor debe usarse para mantenimiento preventivo del sistema.
-

7.7 Graficas

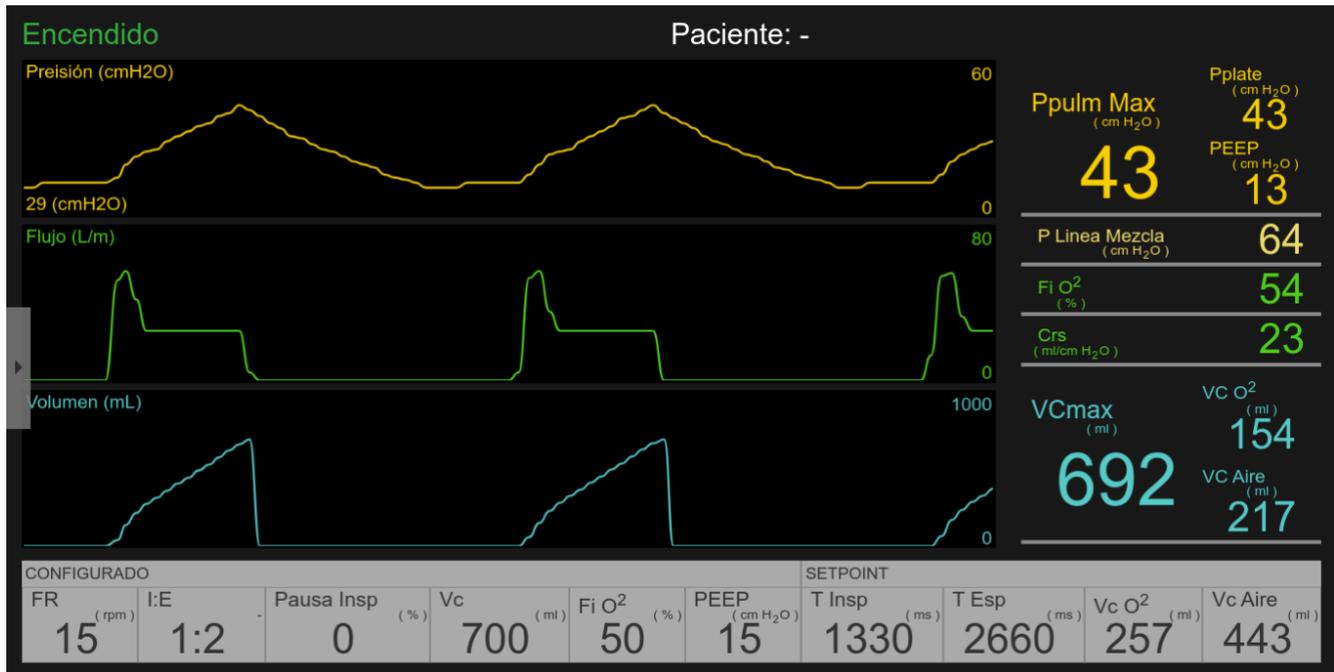


Fig. 16. Pantalla de visualización de gráficos.

Panel de gráficos:

- **Gráfico de Presión Pulmonar.**
Representación gráfica de los valores de presión pulmonar en el tiempo. Unidad en cmH₂O.
- **Gráfico de Flujo inspiratorio.**
Representación gráfica de los valores de flujo en el tiempo. Unidad en L min⁻¹.
- **Gráfico de Volumen corriente.**
Representación gráfica de los valores de volumen corriente inspirado en el tiempo. Unidad en mL.

Panel de valores corrientes de referencia por ciclo:

- Presión pulmonar máxima en inspiración.
- Presión plateau en el ciclo.
- Presión PEEP en el ciclo.
- Presión línea mezcla instantánea.
- FiO₂ calculada en el ciclo.
- Compliance pulmonar calculada en el ciclo.
- Volumen corriente máximo en el ciclo de inspiración.

- Volumen de O₂ entregado en el ciclo.
 - Volumen de aire entregado en el ciclo.
-

Panel de visualización de valores configurados por usuario:

- Frecuencia respiratoria.
 - Relación inspiración-espriación.
 - Pausa inspiratoria.
 - Volumen corriente.
 - FiO₂.
 - PEEP.
 - Tiempo de inspiración resultante.
 - Tiempo de espiración resultante.
 - Setpoint volumen O₂.
 - Setpoint volumen Aire.
-

Barra de notificaciones

- Estado de funcionamiento.
- Número paciente.
- Notificación alarmas.

8. Higiene y mantenimiento

8.1 Higiene

Luego de cada uso, el equipo RNME debe ser higienizado exteriormente. El filtro HEPA de la línea inspiratoria debe ser descartado y sustituido posterior a su uso.

8.2 Válvula de alivio

Además de la electroválvula de seguridad en la línea inspiratoria, el equipo RNME cuenta con una segunda protección. Esta es una válvula de alivio mecánica que se encuentra en la línea de espiración y debe ser configurada para evitar un aumento de presión excesiva. Es regulable de 5 – 75 cmH₂O. El nivel se puede verificar en la parte lateral del equipo. Para ajustar la presión deseada se debe regular el nivel del agua utilizando la escala visual. Cabe señalar que se debe revisar este nivel previo al uso del respirador de emergencia. En caso de activarse, esta perderá agua y se deberá volver a regular el nivel de agua.

Para un caso de emergencia, en donde se requiera trabajar a altas presiones, se puede desactivar con la llave de paso ubicada en el frente del equipo.

9. Alarmas

En caso de que ocurra una falla que no puede rectificarse o sea persistente, se debe comunicar con el equipo RNME para su reparación. Se debe interrumpir el uso de la unidad para evitar daños graves.

9.1 Sistema de alarmas

Tabla 1. Sistema de alarmas.

Falla	Ciclo	Tipo	Limites	Acción del sistema	Rectificación
Alta presión pulmón	Inspiración	Activa	Modificable por el usuario.	Se da alarma. El sistema se detiene pasando a estado seguro. Se espera a normalización de la falla. Se esperan 5 seg. y reinicia el ciclo.	Revisar y/o ajustar flujos de entrada y/o regulación de la válvula PEEP.
Baja presión pulmón	Todo	Pasiva	No modificable. Toma el valor 0,80 de la PEEP configurada por el usuario.	Se da alarma. No se toma acción.	Revisar y/o ajustar flujos de entrada y suministro de gases.
Bajo volumen corriente	Inspiración	Pasiva	No modificable. Toma por defecto el valor de 0,80 del volumen corriente configurado por el usuario.	Se da alarma. No se toma acción.	Revisar y/o ajustar flujos de entrada.
Alto volumen corriente	Inspiración	Pasiva	No modificable. Toma por defecto el valor de 1,2 del volumen corriente configurado por el usuario.	Se da alarma. No se toma acción.	Revisar y/o ajustar flujos de entrada.
Alto flujo mezcla	Espiración	Pasiva	No modificable. Se encuentra configurada en 5 L min ⁻¹ .	Se da alarma. No se toma acción.	Revisar y/o ajustar válvula PEEP.
Alta presión PEEP	Espiración	Pasiva	No modificable. Toma por defecto el valor de la PEEP	Se da alarma. No se toma acción.	Revisar y/o ajustar flujos de entrada y válvula PEEP.

			configurada más 10 cmH ₂ O		
Colapso pulmón	Espiración	Activa	No modificable. Se encuentra configurada en 2 cmH ₂ O.	Se da alarma y se inicia el ciclo inspiratorio automáticamente.	Aumentar el flujo de entrada y ajustar la válvula PEEP.
Falla suministro eléctrico	Todo ciclo	Pasiva	No modificable.	Se da alarma. No se toma acción.	Reiniciar el sistema.
Apagado durante funcionamiento	Todo ciclo	Pasiva	No modificable.	Se da alarma. No se toma acción.	Encender nuevamente el sistema.
Desvío FiO₂	Inspiración	Pasiva	No modificable. Toma el valor de 0,5 y 1,5 del valor configurado por el usuario.	Se da alarma. No se toma acción.	Ajustar FiO ₂ mediante ajuste de flujos de aire y O ₂ .

10. Especificaciones técnicas

10.1 Rangos de operación y tolerancias

Tabla 2. Rango de operación y tolerancias del equipo RNME.

Parámetro	Abreviatura	Rango	Resolución	Exactitud
Volumen corriente inspirado	VC	300 – 650 mL	1 mL	± 15 %
Presión al final de la espiración (Presión promedio durante el último 20% del tiempo de espiración)	PEEP	5 – 20 cmH ₂ O	1 cmH ₂ O	± 2 cmH ₂ O
Relación inspiración espiración	I:E	1:1 – 1:3	1	± 0,5
Fracción inspirada de oxígeno (Medida a partir del volumen de O ₂ en la mezcla)	FiO ₂	21 – 100%	1%	± 5%
Frecuencia respiratoria	FR	10 – 20 rpm	1 rpm	± 3%
Pausa inspiratoria	Pausa Insp.	0 – 30%	1 %	-

10.2 Especificaciones RNME

En la siguiente tabla se especifican los parámetros principales del RNME.

Tabla 3. Especificaciones equipo RNME.

Parámetro	Valor
Dimensiones (Alt x An x Pr)	123 x 33 x 30 cm
Peso	40 kg
Conexiones de entrada	Gases: conexión DISS, Eléctrico: tipo F
Conexiones de salida	Manguera 22mm
Suministro eléctrico	220 – 240 V 50Hz
Display	Tablet Betelgeuse – Plan Ceibal - Tamaño 8"
Modo de ventilación	VCV
Gases de operación	Aire y O ₂
Rango de presión de trabajo	0.15 – 4 bar
Suministro de gas recomendado	Aire y O ₂ calidad medicinal, Pmax 8 bar
Suministro de gas seteado	Regulación para cada gas
Válvula de seguridad mecánica	Regulable de 5 - 75 cmH ₂ O
Filtro inhalación	HEPA light
Autonomía (Forza, NT-502C)	30 minutos
Error en medida de presión	± 2 cmH ₂ O

10.3 Especificaciones UPS

La siguiente tabla muestra las especificaciones para la UPS incluida en el equipo RNME, Forza NT-502C. En caso de ser sustituida debe cumplir con prestaciones similares.

Tabla 4. Especificaciones UPS.

Capacidad	VA	500VA / 250W
Entrada	Tensión nominal	220V
	Margen de tensión	162-268V
	Frecuencia	45-65Hz
Salida	Tensión nominal	220V +/- 10%
	Frecuencia	50/60Hz
	Estabilidad de frecuencia	+/- 1Hz en modo de batería
	Forma de onda	Onda sinusoidal modificada
Batería	Tipo y numero de baterías	12V 4.5Ah
	Tiempo de autonomía	12min
	Tiempo de recarga	Hasta el 90% de su capacidad en 6 hs

Transferencia a línea/ Batería	Tiempo de transferencia típico	2-6ms
Alarma/ Indicadores	Indicadores visuales	Modo CA: azul permanente Modo batería: azul intermitente Modo de falla: luz azul apagada
	Audible	Modo de batería: suena cada 10s Voltaje insuficiente de batería: suena cada segundo Sobrecarga: suena cada 0,5 segundos Modo de falla: sonido continuado
Protección	Joules	200J
Características físicas	Dimensiones	279 x 101 x 142 mm
	Peso	4,8 kg



Respirador Neumático de Emergencia

Montevideo, Uruguay

Contacto:

info@rnme.org.uy

rnme.org

