

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA
DEPARTAMENTO DE EVALUACION PROFESIONAL



“PROTOCOLO FRENTE A LA PANDEMIA DEL VIRUS SARS-COV 2, PARA EL MANTENIMIENTO, USO Y CONSERVACIÓN DE VENTILADORES MECÁNICOS EN EL CENTRO ONCOLOGICO ESTATAL ISSEMYM”

REPORTE DE SERVICIO SOCIAL EN EL ÁREA DE LA SALUD

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIADO EN BIOINGENIERÍA MÉDICA

PRESENTA:

P.L.B.M. JAZMIN GONZÁLEZ MANDUJANO

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. EN C.S. LILIANA ARANDA LARA

REVISORES:

DR. EN C.S. EUGENIO TORRES LARA

DR. EN C.S. JOSÉ JAVIER REYES LAGOS

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, OCTUBRE 2022

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	JUSTIFICACIÓN.....	7
3	OBJETIVOS	8
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4	GLOSARIO.....	9
5	MARCO TEÓRICO.....	13
5.1	VENTILACIÓN MÉCANICA.....	14
5.2	COMPONENTES DE UN VENTILADOR MECÁNICO.....	15
5.3	VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA.....	17
5.4	VENTILACIÓN MÉCANICA NO INVASIVA	17
5.5	MODALIDADES VENTILATORIAS	18
5.5.1	VENILACIÓN CONTROLADA.....	18
5.5.2	VENTILACIÓN ASISTIDA.....	18
5.5.3	VENTILACIÓN ASISTO/CONTROLADA.....	19
5.5.4	VENTILACION MANDATORIAINTERMITENTE SINCRONIZADA.....	19
5.5.5	VENTILACIÓN CON PRESIÓN SOPORTE (PSV).....	19
5.5.6	BIPAP	20
5.5.7	CPAP	20
5.6	CIRCUITO DE PACIENTE.....	21
5.7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VENTILADOR MODELO VELA	23
5.8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VENTILADOR MODELO AVELA.....	25
6	PROPÓSITO.....	27
7	ALCANCE.....	27
8	LINEAMIENTOS.....	28
9	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES.....	28
10	METODOLOGÍA.....	29
10.1	IMPLEMENTACIÓN DE RUTAS COVID-19.....	30
10.1.1	PROCESO DE SEÑALIZACIÓN.....	31
10.1.2	MEDIDAS DE SEGURIDAD	40
10.2	RETIRO DEL VENTILADOR MECÁNICO DE ÁREA USUARIA	42
10.3	ESTACIÓN DE DESINFECCIÓN Y CUARENTENA	43
10.3.1	UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL.....	43
10.3.2	ACCESO.....	44

10.3.3	DISTRIBUCIÓN DE ZONAS DE TRABAJO.....	45
10.3.4	INSTALACIONES, MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO.....	47
10.3.5	CONDICIONES DE SEGURIDAD.....	48
10.4	MANTENIMIENTO PREVENTIVO/CORRECTIVO.....	49
10.4.1	INDICADORES.....	49
10.4.2	INVENTARIO DE MANTENIMIENTO.....	50
10.4.3	INTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS.....	52
10.4.4	ADVERTENCIAS Y PRECAUCIONES.....	53
10.4.5	ACCIONES DE MANTENIMIENTO.....	55
10.4.6	LIMPIEZA GENERAL.....	59
10.4.7	LIMPIEZA DE TARJETA Y COMPONENTES ELECTRONICOS.....	61
10.4.8	DESCONTAMINACIÓN DE FILTROS.....	62
10.4.9	LIMPIEZA DE SENSOR DE FLUJO.....	63
10.4.10	PRUEBA DE TACTO.....	63
10.4.11	PRUEBA DE FUGAS.....	64
10.4.12	CALIBRACION DE SENSOR DE O ₂	64
10.4.13	PRUEBAS DE VERIFICACIÓN MANUAL.....	65
10.4.14	REEMPLAZO DE PARTES.....	66
10.4.15	PROCEDIMIENTO DE DESCARGA DE LA BATERIA PARA REEMPLAZO 67	
10.4.16	REEMPLAZO DE SENSOR DE O ₂	67
10.5	DOCUMENTACIÓN.....	68
10.6	REINSTALACIÓN DE VENTILADOR AL SERVICIO MÉDICO.....	68
11	RESULTADOS.....	69
12	CONCLUSIÓN.....	81
13	RECOMENDACIONES.....	82
14	REFERENCIAS.....	83
15	ANEXOS.....	87
15.1	ANEXO A “INSPECCIÓN FÍSICAS”.....	87
15.2	ANEXO B “REPORTE DE PRUEBAS DE DESEMPEÑO DE VENTILACIÓN”....	91
15.3	ANEXO C “ETIQUETA DE IDENTIFICACION”.....	95
15.4	ANEXO D “EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL”.....	96
15.5	ANEXO E “COLLAGE FOTOGRAFICO”.....	97

1 RESUMEN

2 INTRODUCCIÓN

La ingeniería clínica es una rama de aplicación de la Bioingeniería Médica en el ámbito hospitalario, contribuyendo a desarrollar un sistema de optimización de la capacidad tecnológica de las instituciones de salud, atendiendo las demandas del cuidado del paciente, con el fin de obtener la más alta calidad en los resultados diagnósticos, tratamiento y rehabilitación.

El departamento de ingeniería biomédica y electrónica del Centro Oncológico Estatal del Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (COE-ISSEMYM) es una unidad que contribuye a la atención especializada, el ámbito de acción del personal de dicho departamento está dirigida a la administración de tecnología médica, evaluación de tecnologías en salud referente a la planeación, organización y control de los procesos relacionados con el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y seguimiento de equipos biomédicos, así mismo, lleva a cabo la supervisión, capacitación, almacenamiento y recepción de los equipos médicos de cada una de las distintas áreas de atención médica, como, hospitalización, quirófano, laboratorio, etc., que permiten la atención a los pacientes con padecimientos oncológicos para su diagnóstico, tratamiento, rehabilitación o estancia hospitalaria.

Dentro del servicio médico para apoyo a las necesidades clínicas de cada paciente se involucra el uso de equipos médicos para soporte de vida, tales como los monitores de signos vitales, desfibriladores, concentradores de oxígeno, torres de alto flujo y ventiladores mecánicos.

El uso del ventilador mecánico está asignado para terapia respiratoria invasiva y no invasiva por afectación en las vías respiratorias como: insuficiencia respiratoria, apnea, obstrucción de la vía aérea (p. ej., epiglotitis aguda, laringitis, abscesos retrofaríngeos, etc.), ausencia de reflejos protectores de la vía aérea (p. ej., pacientes en coma), ventilación electiva (p. ej., pacientes con hipertensión

intracraneal) y acumulación de secreciones pulmonares (enfermedades neuromusculares) (Bonet, 2003).

En el caso de las enfermedades respiratorias que afectan la funcionalidad respiratoria, en 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) decretó crisis sanitaria por el nuevo virus SARS-COV2 (World Health Organization, 2020), produciendo más de 2 millones de defunciones mundiales.

México es el tercer país con mayor número de muertes, contabilizando más de 150,000 decesos (Jorge, 2020), generando en los sistemas de salud de los distintos países un aumento exponencial en la ocupación de las unidades de cuidado intensivo y, por ende, una alta en la demanda de ventiladores mecánicos, con la necesidad de terapia respiratoria por ventilación mecánica en hasta el 71% de los casos confirmados por SARS-COV2, cifra que excede hasta 16 veces la ocupación hospitalaria (Castro, 2021), con una tasa de defunciones de 35.2 por cada 100 mil habitantes (Cárdenas, 2021) afectando principalmente a los adultos mayores y a aquellos con comorbilidades como: hipertensión arterial (45.53%), diabetes(39.39%), obesidad (30.4%) (Jorge, 2020) y cáncer(54.54%) (Gilberto Barranco-Lampón, 2022).

El cáncer constituye una de las principales causas de morbimortalidad en todo el mundo (Petrova D, 2020), por lo que la atención a pacientes oncológicos requiere abundantes recursos médicos, actualmente estos coinciden con los necesarios para el cuidado de paciente con COVID-19 (Suárez Rodríguez C, 2020), así como la similitud de los síntomas como tos seca (81.0%), fatiga (64.3%), fiebre (82.1%) y dificultad respiratoria (50.0%) (Carlos A. Castañeda, 2020).

Estos síntomas persisten en el paciente oncológico como en el caso de cáncer de pulmón, por lo que una de las principales dificultades que se presentan actualmente son diferenciar y diagnosticar entre síntomas de una y otra enfermedad, el reto para el Departamento de Ingeniería Biomédica y Electrónica consiste en mitigar las posibles consecuencias de riesgos potenciales para estos pacientes asociados a los equipos médicos que requieren para su tratamiento (monitores, bombas de

infusión, ventiladores mecánicos, etc.). En respuesta a la demanda de equipos médicos ante el desabasto de ventiladores mecánicos, el Gobierno Federal y La Secretaría de Salud Pública exhortan a las unidades de primer, segundo y tercer nivel de atención médica acatarse a los protocolos y medidas de atención para prevenir contagios por la nueva enfermedad emergente, incorporando a sus planes de trabajo protocolos de acción en cada una de sus áreas, por su parte el Departamento de Ingeniería Biomédica y Electrónica de COE-ISSEMYM contribuye en la evaluación e implementación de protocolos de acción frente al COVID-19.

Por tal motivo, el presente trabajo integra los procedimientos necesarios para el ejercicio de las funciones asignadas al mantenimiento, uso y capacitación de ventiladores mecánicos que funcionan como soporte de vida en la terapia respiratoria dentro de las distintas áreas de atención médica del COE-ISSEMYM que fungirá como hospital híbrido en atención a la pandemia COVID-19.

3 JUSTIFICACIÓN

El 30 de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el brote de COVID-19 constituirse en emergencia de salud pública internacional (World Health Organization, 2020), México representó una problemática en la atención pública a la salud de los mexicanos, debido a la insuficiencia de personal médico y capacitado para hacer frente a la pandemia, el desabasto de insumos médicos y de protección, así como la insuficiente tecnología médica para la atención oportuna para el tratamiento de COVID-19.

En marzo de 2020, México contaba con 5,523 ventiladores funcionales para unidades de terapia intensiva dentro de las unidades hospitalarias públicas, en la zona centro del país se contaba con 3,000 ventiladores para dar soporte ventilatorio a una población de más de 8,855 millones de habitantes (Moreno, 2020).

Derivado de la pandemia COVID-19 los equipos de terapia respiratoria sufrieron una sobredemanda de uso, siendo así necesario mantener dichos equipos en las mejores condiciones para hacer frente a la problemática emergente. Asimismo, fue indispensable reforzar la capacitación del personal usuario y del personal técnico que se encarga del mantenimiento preventivo/correctivo, uso y manipulación de estos dispositivos médicos, siendo necesario adoptar todas las medidas de seguridad antes, durante y después de ejecutar las actividades requeridas para el mantenimiento, uso y manipulación en equipos de ventilación mecánica.

Para hacer frente a la problemática actual se implementará un protocolo que sirva como guía específica para el procedimiento de mantenimiento preventivo y desinfección de equipos médicos de terapia respiratoria en respuesta a la crisis sanitaria actual por COVID-19 dentro del Departamento de Ingeniería Biomédica del COE-ISSEMYM, teniendo como fin unificar y homogeneizar las acciones realizadas durante este proceso por los diferentes ingenieros del Departamento de Biomédica.

Las recomendaciones contenidas en este documento se han elaborado en respuesta a la situación epidemiológica actual y tomando en cuenta las recomendaciones de la Secretaría de Salud, OMS y organismos de salud pública.

4 OBJETIVOS

Establecer un documento que sirva de guía o referencia para el personal que colabora dentro del Departamento de Ingeniería Biomédica y Electrónica, integrando procedimientos, políticas, y lineamientos para el mantenimiento, uso y conservación de equipos de ventilación mecánica, para que las actividades se realicen con homogeneidad dentro del marco de la pandemia por COVID-19 orientado a disminuir el riesgo de contagios y contribuir al mejoramiento continuo de la gestión del mantenimiento de equipos médicos en el COE-ISSEMYM. Las mismas están basadas en la evidencia disponible a la fecha y sujetas a revisión continua.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Implementar rutas de traslado y manipulación de equipo médico contaminado por COVID-19.
- II. Implementar estrategias de manejo y manipulación de equipo médico en el ambiente hospitalario en el marco de COVID-19, que garanticen la seguridad de los trabajadores y pacientes oncológicos.
- III. Revisar normatividad nacional para asignar un establecimiento de descontaminación y cuarentena de equipo médico.
- IV. Proponer un procedimiento para la gestión de mantenimiento de ventiladores mecánicos, mediante un proceso de análisis y evaluación de indicadores, para mejorar la calidad del servicio.

5 GLOSARIO

Apnea

Paro de la respiración espontánea. La apnea es poco importante cuando su duración no excede los 20 segundos y su frecuencia no pasa de 20 veces en una hora.

Auto-PEEP

Presión en las vías del aire por encima de la presión atmosférica y por encima del PEEP medido por el ventilador. Se debe al inicio de la fase inspiratoria antes de que concluya la espiración fisiológica, es decir, de que la presión alveolar sea igual a la presión en la rama espiratoria del ventilador y el flujo espiratorio haya llegado a cero de manera espontánea.

Barotrauma

Lesión de los tejidos orgánicos causada por la presión a la cual están sometidos.

Celda de O₂

Dispositivo que permite medir la concentración de oxígeno en la vía inspiratoria del ventilador. Existen varios recursos técnicos para ello.

Circuito de paciente

Conjunto de tubos y otros aditamentos desechables o esterilizables que conectan al paciente con el ventilador.

COVID-19

El nombre de la enfermedad causada por el nuevo coronavirus. Los síntomas incluyen fiebre, tos y falta de aliento.

Distensibilidad

Proporción entre el cambio de volumen y el cambio de presión en el aparato respiratorio. Facilidad con la que un cuerpo elástico se deforma o estira.

Espiración activa

Espiración no asistida por los músculos respiratorios.

Epidemia

Hablamos de epidemia cuando hay un aumento en la prevalencia de una enfermedad en una comunidad, generalmente de forma repentina.

Fase espiratoria

Parte del ciclo de la respiración en la que sale aire en el aparato respiratorio.

Fase inspiratoria

Parte del ciclo de la respiración en la que entra aire en el aparato respiratorio.

Filtro	Dispositivo que impide el paso de partículas en suspensión en un conducto en el que existe un flujo de gas o líquido. Los filtros se distinguen por el tamaño y características de las partículas que pueden retener. En los ventiladores existen filtros para partículas y filtros para bacterias. Es necesario cambiarlos para garantizar su eficacia y para evitar que se conviertan en un impedimento al flujo de los gases respirados.
FIO2	Fracción de oxígeno en el aire inspirado. También se llama fracción inspirada de oxígeno. Se expresa como fracción de la unidad o como por ciento, así $0.21 = 21$ por ciento; $1.0 = 100$ por ciento.
Ficha Técnica	Es el documento técnico, que permite identificar las características y datos técnicos más importantes de los equipos y sus componentes.
Frecuencia respiratoria	Número de respiraciones completas realizadas en un minuto. El volumen corriente promedio es el cociente del volumen minuto entre la frecuencia respiratoria
Gases medicinales	Los dos gases que intervienen en la función espiratoria son el oxígeno (O_2), que recibe los electrones productos de la oxidación de los nutrientes y finalmente se combina con iones de hidrógeno y forma agua, y el dióxido de carbono (CO_2) que es el compuesto de carbono con mayor grado de oxidación.
Lazos de Presión – Volumen	Representación gráfica de la presión respiratoria respecto al volumen corriente. El área de la gráfica expresa el trabajo respiratorio.
Hipoxemia	Presión parcial del O_2 en la sangre arterial superior a lo normal.
Hiperventilación	Ventilación alveolar en exceso de la que se necesita para eliminar el dióxido de carbono producido por el metabolismo. Tiene como resultado una disminución en la presión parcial del CO_2 en la sangre arterial.
Hipoventilación	Ventilación alveolar insuficiente para eliminar el dióxido de carbono producido por el metabolismo.

	Tiene como resultado un incremento en la presión parcial del CO ₂ en la sangre arterial.
Humidificador	Dispositivo que se utiliza para añadir humedad a los gases inspirados durante la ventilación mecánica.
Límite	Valor máximo establecido de presión, volumen o flujo durante la respiración con apoyo mecánico; el valor máximo preestablecido para presión, volumen o flujo durante una inspiración asistida (o espiración) no termina en virtud de que se haya satisfecho un valor límite.
Límite de presión	Mecanismo de seguridad mediante el cual la fase inspiratoria es interrumpida cuando se alcanza cierta presión en las vías del aire, independientemente de que se haya alcanzado el tiempo (y el volumen) prescritos.
Loop	Anglicismo que en la terminología de los ventiladores se utiliza para designar una gráfica en la que la relación entre dos variables, tales como el flujo, la presión o el volumen adopta la forma de un lazo cerrado.
Mantenimiento preventivo	Consiste en realizar actividades como ajustes, limpieza, lubricación o cambios de componentes o piezas, conforme a intervalos de tiempo establecidos, orientados a reducir la probabilidad de falla o pérdida de rendimiento de un equipo.
Mantenimiento correctivo	Son aquellas actividades realizadas en los equipos cuando la avería o falla ya se ha producido, restituyéndola a la condición admisible de uso.
Pandemia	Una pandemia se declara cuando una enfermedad se está extendiendo amplia y simultáneamente en múltiples áreas geográficas en todo el mundo. No tiene nada que ver con la gravedad de la enfermedad.
Pausa inspiratoria.	Tiempo, inmediatamente posterior a la fase inspiratoria, en el cual el flujo de aire es nulo.
PEEP	Siglas de la expresión inglesa Positive End Expiratory Pressure, que significa presión positiva al final de la espiración, y que se logra mediante una

	resistencia adecuada a la salida del aire durante la fase espiratoria. Su efecto funcional es mantener distendidos y permeables los espacios aéreos impidiendo el colapso de los alvéolos y bronquiolos
Período respiratorio o ventilatorio	Suma del tiempo inspiratorio y el tiempo espiratorio. Tiempo total de cada ciclo de la respiración.
Presión inspiratoria pico	Máxima presión alcanzada durante la fase inspiratoria. Depende de la magnitud del flujo inspiratorio, de la resistencia al paso del aire en la vía (incluyendo el tubo endotraqueal) y de la distensibilidad pulmonar.
Presión media de la vía aérea	Es el promedio de la presión en las vías del aire, depende de la presión inspiratoria pico, de la presión espiratoria final y de la forma de la onda de presión
Presión parcial	Parte de la presión total de una mezcla gaseosa que corresponde a cada uno de los gases que la componen. La presión parcial de cada gas se obtiene multiplicando la fracción de dicho gas en la mezcla por la presión total de la misma.
Presión meseta o plateau	Presión en las vías del aire durante la pausa inspiratoria.
Presión soporte (PSV)	Modo de ventilación en el que se apoya el esfuerzo inspiratorio del paciente mediante un incremento en el flujo tal que se alcance y sostenga una cierta presión durante la fase inspiratoria. PSV son las siglas de la expresión inglesa Pressure Support Ventilación

6 MARCO TEÓRICO

A lo largo de la historia de la humanidad han aparecido enfermedades infecciosas emergentes causadas por virus y bacterias que han desatado epidemias, remontando a la antigua clásica se encuentra el paludismo y la tuberculosis; en la edad media una época de epidemias recurrentes destaca el sarampión y la viruela; en el siglo XIV surge la llamada peste negra; durante la edad contemporánea y el surgimiento de la revolución emergió el cólera, de igual forma los progresos de la medicina y la salud pública, después de la segunda guerra mundial las epidemias recurrentes de gripes parecían ser el último vestigio de las pandemias pero a finales del siglo XX e inicios del siglo XXI aumentado la incidencia de varias infecciones antiguas causadas por hongos o parásitos, pero las más destacadas de los últimos años han sido producidas por virus, como el SIDA y actualmente el coronavirus COVID-19 (Sánchez-González, 2021).

En las últimas dos décadas se ha estudiado el impacto de nuevos coronavirus provocados por el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-COV) y Síndrome Respiratorio del Medio Oriente (MERS-COV) (I.I. Bogoch, 2020) debido a los brotes de neumonía grave en humanos, mostrando un potencial pandémico, en el mes de diciembre de 2019 se reportó un brote de casos de neumonía grave en la ciudad de Wuhan provincia de Hubei, China (H. Lu, 2020).

Los estudios etiológicos iniciales fueron dirigidos a los agentes comunes de las infecciones respiratorias agudas, incluidas los agentes de la influenza aviar del SARS y el MERS arrojando resultados negativos. Para el 7 de enero de 2020, los investigadores del Centro de Control de Enfermedades (CDC) de China reportaban un nuevo coronavirus como agente responsable del brote de neumonías, presentado como nCoV-2019 (Dabanch, 2021), el 11 de febrero el Comité Internacional de Taxonomía nombra a la enfermedad infecciosa producida por el nuevo coronavirus como SARS-CoV-2 y la OMS como COVID-19 (OMS W. H., s.f.) (J.F. Zhang, 2020).

Debido a la rápida expansión geográfica y del alarmante incremento en el número de casos, el 30 de enero de 2020 la Organización mundial del Salud, de acuerdo

con el reglamento sanitario internacional, declaró el brote como un evento con características de emergencia sanitaria pública internacional, y el 11 de marzo 2020 se declaró como pandemia por COVID-19 (OMS O. W., 2020).

El 28 de febrero de 2020, en México se reporta el primer caso de infección por COVID-19 en un hombre de 35 años de edad, quien fue atendido en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias en la Ciudad de México (Aragón-Nogales R, 2019). Para ese entonces se reportó que 4,423 pacientes se encontraban hospitalizados y 1,055 intubados, lo cual representó 80% de la ocupación hospitalaria nacional (Ana Karina Vargas-Lara, 2020).

Lamentablemente, la cifra total de personal que ha perdido la vida a causa de la enfermedad COVID-19 es de 325,793 personas (DGE, 2022). Como tratamiento inicial una vez confirmado paciente COVID-19 moderado y progrese a grave, es la intubación y programación del ventilador mecánico en sus distintos modos de acuerdo a las recomendaciones de salud pública nacional e internacionales, para iniciar el tratamiento con ventilación mecánica, invasiva o no invasiva.

6.1 VENTILACIÓN MÉCANICA

La ventilación mecánica proporciona soporte vital a aquellos pacientes con falla o insuficiencia respiratoria temporal con amplia expectativa de recuperación (CENETEC, 2006). La falla o insuficiencia respiratoria es una alteración de intercambio de gases entre el aire ambiental y el sistema circulatorio debido:

1. Alteraciones en el intercambio de gases intrapulmonar, caracterizado por la disminución de la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial.
2. Disfunción en el proceso de entrada o salida de aire del pulmón, que se caracteriza por el incremento en la presión parcial de CO₂ en la sangre arterial.

En la respiración artificial se produce la entrada de aire al pulmón con una presión positiva el cual suple la contracción activa de los músculos respiratorios, la espiración ocurre de forma pasiva (Tobin, 2012).

Los objetivos de ventilación artificial son:

1. Eliminar el CO₂ y mantener niveles deseados de PaCO₂.
2. Entrega de O₂ y mantener niveles deseados de PaO₂.
3. Reducir el trabajo respiratorio del paciente.
4. Evitar la asincrónica y proporcionar al paciente una ventilación confortable.
5. Minimiza los daños y efectos adversos a los pulmones y vías respiratorias.
6. Acondicionar la musculatura del paciente en terapia respiratoria.

Los ventiladores mecánicos tienen como objetivo sustituir o apoyar de forma continua o intermitente el esfuerzo muscular desarrollado por el paciente para ingresar volumen a los pulmones, permitiendo el intercambio gaseoso en los alvéolos pulmonares (L. Blanch Torr, 1998). Se administra una presión positiva intermitente, mediante la cual se suministra al paciente una mezcla de gases medicinales de O₂ y aire mediante un ventilador mecánico (vm).

6.2 COMPONENTES DE UN VENTILADOR MECÁNICO

Las funciones principales de un equipo de ventilación mecánica serán: proveer gas al paciente según determinadas condiciones de volumen, presión, flujo y tiempo (Grace, 1988). Para administrar el soporte se requiere de una interfaz que actúa sobre la vía aérea superior del paciente por lo que se tiene que acondicionar el gas que se entrega, filtrándose, modificando su temperatura y su humedad, en forma activa o pasiva. Esta interface puede ser externa (puntas nasales, mascarillas orofaríngeas); o interfaces invasivas, las que a su vez pueden ser supraglóticas (máscara laríngea, máscara faríngea) o subglóticas (tubos endotraqueal, tubos de traqueotomía) (ME, 2007). Teniendo la capacidad de monitorear la ventilación del paciente y su mecánica respiratoria. Mediante unos indicadores que pueden ser digitales y/o gráficos.

Asimismo, deben avisar al operador, a través de su sistema de alarmas audiovisuales, que se ha presentado alguna condición diferente de la esperada o deseada.

Los equipos de ventilación mecánica están compuestos por (CENETEC, 2006), (ME, 2007), (Dueñas C, 2003):

- Sistema electro-neumático: Es un conjunto de procesadores electrónicos y neumáticos que permiten la memorización, conversión analógica/digital, vigilancia y control de todas las funciones disponibles; generando la mezcla de aire y oxígeno, el control del flujo durante la inspiración y la espiración, administrar los volúmenes de aire y medir las presiones, alimentado por una batería recargable y/o conexión a fuente externa.
- Sistema de control: El sistema de control permite que el ventilador controle variables de fase fisiológicas que establecen los eventos que se realizan en el ciclo respiratorio, las cuales son: Disparó, ciclado y límite.
- Sistema de monitorización: El sistema de monitorización evalúa el rendimiento del equipo durante el proceso de la ventilación mecánica, permitiendo al personal tratante intervenir y ajustar la programación de la ventilación mediante el monitoreo de las variables fisiológicas básicas: volumen, presión, tiempo y flujo, evaluando las complicaciones, efectos adversos y confort del paciente con el tratamiento administrado.
- Sistema de alarmas: La programación (parámetros y alarmas) se realiza a través de un panel de órdenes y son guardadas por la memoria que utiliza el microprocesador. Los sensores del ventilador son programados en base a los parámetros físicos más importantes en la monitorización; a través de un mecanismo visible o audible que permite informar si algún parámetro sale fuera de rango.

Los ventiladores mecánicos (vm) son sistemas alimentados eléctricamente, operados mediante controles electrónicos, controlados completamente por microprocesadores. Es conveniente mencionar que, aunque aún se siguen produciendo sistemas totalmente neumáticos, estos cada día están más en desuso.

Dependiendo del modo y configuración de operación, estos equipos pueden operar ciclados por volumen, presión, flujo o tiempo (Muñoz, 2011). El sistema neumático del vm trabaja empleando un suministro de oxígeno y aire a partir de tomas de pared. Algunos equipos pueden incorporar un compresor interno o trabajar con fuentes auxiliares, tales como tanques de oxígeno y aire comprimido. Asimismo, existen tecnologías que incorporan su propia fuente de auto suministro lo cual les permite movilidad (transporte) y continuidad en el tratamiento del enfermo. Estos sistemas pueden funcionar a través de pistón, turbina o blender.

Dada la amplia variedad de equipos de vm se clasifican los existentes en:

- Ventiladores mecánicos invasivos.
- Ventiladores mecánicos no invasivos.
- Ventiladores mecánicos invasivos-no invasivos.

6.3 VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA

La ventilación mecánica se utiliza en situaciones de fracaso respiratorio, con el objetivo de mejorar la fisiopatología que lo ha provocado, reducir el trabajo respiratorio y mitigar la disnea. Tradicionalmente, para aplicar la ventilación se instaura una vía aérea artificial (tubo endotraqueal o cánula traqueal) por lo que este tipo de ventilación se conoce como “ventilación mecánica invasiva” (VI). (Andrés Buforn Galiana, 2011).

6.4 VENTILACIÓN MÉCANICA NO INVASIVA

Se define como ventilación mecánica no invasiva a la técnica de soporte ventilatorio que no invada la vía aérea para ventilar al paciente (Blanca G, 2008). Ofrece ciertas ventajas para el paciente, pero tiene indicaciones específicas, igualmente requiere que se interpongan aditamentos entre el ventilador y el paciente (máscara nasal o facial) para garantizar los beneficios.

6.5 MODALIDADES VENTILATORIAS

Los modos de ventilación se definen como el patrón de flujo, presión y volumen entregado al paciente cuya finalidad es controlar la ventilación alveolar y lograr los objetivos de ventilación planteados por el personal médico tratante.

6.5.1 VENTILACIÓN CONTROLADA

La ventilación mecánica controlada (VMC) es un modo de ventilación en la que el ventilador suministra al paciente el volumen o la presión programada. No acepta el estímulo inicial del paciente por lo que su uso se reserva a pacientes que no tienen esfuerzo inspiratorio espontáneo o están paralizados. Puede considerarse el uso del modo controlado en las siguientes situaciones: el tétanos, el coma barbitúrico o cualquier situación que requiera relajación muscular o una condición en la que no exista relajación, ni sedación. En esta modalidad el respirador asegura toda la ventilación, disminuyendo el gasto energético y reduciendo el riesgo de hiperventilación e hipoventilación (Nadar S, 2005).

6.5.2 VENTILACIÓN ASISTIDA

En este, el ciclo mecánico es iniciado por el paciente y suministrado por el ventilador. El mecanismo de inicio puede ser regulado por presión o flujo, lo que corresponde al concepto de sensibilidad (CSH, 1992). El límite de ciclado puede ser por volumen o por presión. Es uno de los modos más utilizados en pacientes que requieran sostén continuo, en los que aún no está indicada el retiro del equipo y en los que se necesite garantizar estabilidad ventilatoria.

Su uso requiere esfuerzo inspiratorio. Las principales ventajas son: el uso de los músculos respiratorios, la disminución de la dependencia del ventilador, la regulación de la PCO₂ puesto que el paciente impone al aparato la frecuencia respiratoria, aunque se programa siempre una frecuencia de respaldo que se suministra al paciente automáticamente si el ventilador no detecta esfuerzo (Chiappero G, 2005).

Por otra parte, el modo físico facilita el entrenamiento muscular y la retirada si el nivel de sensibilidad se disminuye lo que lógicamente demandará un esfuerzo inspiratorio mayor.

6.5.3 VENTILACIÓN ASISTO/CONTROLADA

Consiste en un volumen o presión positiva preestablecida que son entregadas al paciente a una frecuencia determinada, sin embargo, cada vez que el paciente inicia una respiración espontánea con un esfuerzo inspiratorio, el ventilador entrega una respiración adicional igual a las programadas (Andrés E, 2021).

Por ejemplo, si la estrategia es ventilación volumétrica (VCV) el ventilador entrega una respiración cuya variable de control es flujo y la variable de ciclado es el volumen. Si es una respiración controlada por presión, la respiración entregada es controlada en presión y ciclada por tiempo. Si el paciente no participa con esfuerzos inspiratorios, entonces el ventilador toma el control de la frecuencia respiratoria en función a la programación de este parámetro.

6.5.4 VENTILACION MANDATORIAINTERMITENTE SINCRONIZADA

Es un modo que combina ciclos asistidos con ventilación espontánea, combina ciclos controlados con ventilación espontánea. Inicialmente se utilizó como método de destete, y aún continúa usándose como tal. Sin embargo, sus indicaciones se han ampliado a situaciones en las que quiere favorecer la ventilación espontánea para prevenir luchar contra el ventilador, mejoramiento de la situación hemodinámica y estabilidad gasimétrica (Andrés E, 2021).

6.5.5 VENTILACIÓN CON PRESIÓN SOPORTE (PSV)

Es un modo ventilatorio el ventilador detecta el esfuerzo y lo acompaña hasta el nivel de PSV prefijada durante todo el ciclo inspiratorio; se emplean niveles de presión altos en las etapas iniciales, que se disminuyen gradualmente dependiendo de la respuesta del paciente relacionado principalmente con la frecuencia respiratoria y la contracción de músculos accesorios de la inspiración (Brochard L, 1989).

En este modo el ventilador regula internamente el flujo y utiliza una onda desacelerada que permite el acompañamiento. El mecanismo cíclico es flujo dependiente, cuando este disminuye el ventilador interpreta la señal como relajación de los músculos inspiratorios y el sostén cesa (Nava S, 1997).

6.5.6 BIPAP

Es un modo de ventilación considerado por algunos autores un patrón de presión en el que el paciente ventila espontáneamente en dos niveles de presión positiva (Urrutia Illera, 2006). Tanto el nivel superior (IPAP) como el inferior (EPAP) se ajustan teniendo en cuenta los requerimientos de cada paciente. Si se compara BIPAP con ventilación convencional el nivel alto (IPAP) corresponde a la presión de plateau y el bajo (CPAP) al nivel de PEEP.

El patrón de presión permite al paciente respirar de forma espontánea en cualquier momento de cada nivel. El cambio de presión desde el nivel más bajo al más alto contribuye a la ventilación ya que se origina un flujo de gas hacia el paciente y la respiración espontánea en el nivel alto tiende a mejorar la oxigenación. Los cambios de nivel están delimitados por el tiempo programado en cada fase. El tiempo inspiratorio y el espiratorio se programarán de acuerdo a la frecuencia de respaldo (S, 1997).

6.5.7 CPAP

Es un sistema de oxigenoterapia en el que hacemos que la ventilación espontánea del paciente ocurra, durante todo el ciclo respiratorio, a una presión atmosférica con la ayuda de una mascarilla de diseño especial. (Hoekema, 2008) Es el soporte ventilatorio más fisiológico y de más fácil aplicación en cualquier medio. En la CPAP no mecánica, se administra esa presión mediante un generador de alto flujo constante conectado a una fuente de oxígeno puro o aire en una mezcla variable.

El flujo debe ser alto para garantizar un aporte de gas elevado, superior a los requerimientos del paciente y evitar despresurizaciones del sistema, teniendo que ser las oscilaciones de presión mínimas (± 2 cm H₂O) (Engleman, 1996).

6.6 CIRCUITO DE PACIENTE

El circuito de paciente es el conjunto de tubos, mangueras y sensores que permiten la interconexión máquina paciente para brindar terapia respiratoria, la incorrecta colocación o estado del circuito proporciona una lectura e interpretación errónea de los parámetros de los distintos modos de ventilación. Todos los Ventiladores Mecánicos invasivos contarán con dos ramas unidas por una pieza en Y, una rama inspiratoria que sale del equipo y llega al paciente y una rama espiratoria que va del paciente hacia la válvula espiratoria (Fig.3).

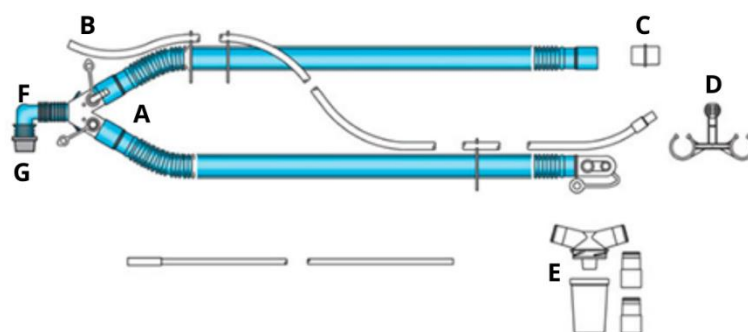


Fig. 1 Esquema de parte de circuito de paciente. A) Circuito corrugado, B) Línea de Capnografía, C) Filtro HEPA, D) Gancho porta-circuito, E) Trampa de agua, F) Codo, G) Tapón de bloqueo.

TABLA 3 Partes del circuito de paciente para la intubación

Kit de circuito de paciente para intubación	Medidas
Filtros HEPA	Bolsa plástica roja para desechos o aislar lo contaminado
Cánulas orofaríngeas (De varios tamaños)	Bolsa plástica roja para desechos o aislar lo contaminado
Circuito de paciente adulto	Asegurar que no presente fugas
Vaso humidificador	Bolsa plástica roja para desechos o aislar lo contaminado

Gancho porta circuito	Colocar adecuadamente para evitar una lectura errónea.
Línea de paciente (CO2)	Bolsa plástica roja para desechos o aislar lo contaminado
Trampa de agua	Bolsa plástica roja para desechos o aislar lo contaminado para esterilización de lo reusable
Sistema de nebulización	Bolsa plástica roja para desechos

Se recomienda la revisión rápida de la conexión del kit de circuito de ventilación:

- Se pondrán filtros de alta eficiencia que impidan la contaminación vírica, tanto en la rama inspiratoria como en la espiratoria.
- Se usará el sistema de aspiración cerrada de secreciones.
- Uso de intercambiador de calor y humedad con filtro de alta eficacia que impida la contaminación vírica, en vez de la humidificación activa.
- Asegúrese de colocar un filtro hidrófobo de alta eficiencia (HEPA- High Efficiency Particulate Air) entre el tubo endotraqueal y el circuito de ventilación, o la bolsa reservorio durante las transferencias, para evitar contaminar la atmósfera.



Fig. 2 *Circuito de paciente para conexión a ventilador. Se muestra gráficamente la forma correcta de realizar la conexión de la interfaz de circuito de tubos con humidificación activa, que funge como comunicación entre el equipo de ventilación mecánica y paciente crítico.*

NOTA: Verificar la compatibilidad de los circuitos y aditamentos con el ventilador mecánico, se recomienda consultar las especificaciones técnicas de los modelos disponibles.

6.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VENTILADOR MODELO VELA

El Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMYM) cuenta con seis ventiladores mecánicos de dos distintos modelos para la terapia intensiva, incluyendo Viasys Vela y Viasys Avea en atención a pacientes adulto-pediátrico en las áreas críticas y quirúrgicas de la institución, los cuales se ilustran y proporciona información técnica breve de cada uno a fin de consulta y apoyo bibliográfico para el personal médico y técnico del COE-ISSEMYM que lo requiera.



Fig. 3 Ventilador VIASYS VELA. El sistema de suministro de gas de este ventilador provee volúmenes exactos con gran precisión dentro de un rango comprendido entre los 2 ml y los 2,5L. Su sensor de flujo de tres capas utiliza un sistema de algoritmo de respuesta en bucle cerrado, proporcionando así una medición precisa del flujo de hasta 0.4 L/min.

TABLA 1. Especificaciones técnicas del ventilador mecánico VELA.

Especificaciones técnicas VELA	
Modos ventilatorios	A/C VOLUMEN Y PRESIÓN, SIMV, CPAP/SPV
Frecuencia	De 2 a 80 rpm
Volumen tidal	De 50 ml a 2,0 l
Presión de inspiración	De 1 a 100 cmH2O

Flujo máximo	De 10 a 140 l/min, (180 l/min máximo respiración espontánea)
Pausa inspiratoria	DESACTIVADA, de 0,1 a 2,0 s
Tiempo de inspiración	De 0,3 a 10,0 s
Ventilación con presión asistida	DESACTIVADA, de 1 a 60 cmH ₂ O
PEEP	De 0 a 35 cmH ₂ O
Activado por flujo	De 1 a 20 l/min
% de O ₂	De 21 a 100% de FiO ₂
Ventilación manual	Una inspiración
Retención de espiración	Máximo de 6 s
Retención de inspiración	Máximo de 6 s
Aumento de O ₂	100% de O ₂ durante 3 minutos
Nebulizador	De 1 a 60 minutos, sincronizado
Flujo	De 10 a 20 l/min
Ciclo de flujo de PC	De DESACTIVADO a 70%
Ciclo de PSV	De 5 a 30%
Tiempo máximo de PSV	De 0,3 a 3,0 s
Forma de onda	Desacelerada
Suspiro	ACTIVADO, DESACTIVADO
Presión alta	De 5 a 120 cm de H ₂ O
Presión baja	DESACTIVADA, de 2 a 60 cm de H ₂ O
Volumen por minuto	DESACTIVADA, de 0,1 a 99,9 l
Frecuencia respiratoria	DESACTIVADA, de 3 a 150 rpm
Intervalo de apnea	De 10 a 60 s
Volumen de alarma	65-85 db a 1 metro

Fuente: Service Manual; Vela Ventilator Systems

6.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VENTILADOR MODELO AVELA



Fig. 4 Ventilador VIASYS AVEA neonatal-pediátrico-adulto. El modelo VELA cuenta con una turbina que permite tiempos de respuesta óptimos, con una confiable capacidad de lectura de flujo y presión para asistir incluso a los pacientes más complicados. Gracias a la turbina se consigue una reducción del tiempo de inactividad.

TABLA 2. Especificaciones técnicas del ventilador mecánico AVEA.

Especificaciones técnicas AVEA	
Modos ventilatorios	A/C VOLUMEN Y PRESIÓN, SIMV, CPAP/SPV, NPPV, APRV/Bifásico, TLCPL, PRVC
Frecuencia	De 1 a 150 rpm (neonatos), de 1 a 120 rpm (adultos) ³
Volumen tidal	De 2,0 ml a 2,5 l
Presión de inspiración	De 0 a 80 cm de H ₂ O en neonatos, de 0 a 90 cm de H ₂ O en adultos y pediátricos
Flujo máximo	De 0,4 a 150 l/min
Ventilación con presión asistida (PSV)	De 0 a 80 cm de H ₂ O en neonatos, de 0 a 90 cm de H ₂ O en adultos y pediátricos
Tiempo de inspiración	De 0,15 a 5,0 s
PEEP	De 0 a 50 cm de H ₂ O
Activado por flujo	De 0,1 a 20 l/min

% de O ₂	De 21 a 100% de FiO ₂
Ventilación manual	Una inspiración
Retención de espiración	Máximo de 20 s (3 s) ²
Retención de inspiración	Máximo de 3 s
Aumento de O ₂	Ajustar % O ₂ + 0% a 79% O ₂
Nebulizador	Ajustar % O ₂ + 0% a 79% O ₂
Flujo	De 0,4 a 5 l/min
Ciclo de flujo	desactivado a 45%
Ciclo de PSV	5 a 45%
Tiempo máximo de PSV	De 0,15 a 5,0 s
Forma de onda	Cuadrada, desacelerada
Suspiro	ACTIVADO, DESACTIVADO
Activación por presión	De 0,1 a 20 cm de H ₂ O
Vía aérea AutoPEEP	(automático) de 0 a 50 cm de H ₂ O

Fuente: Service Manual; Avea Ventilator Systems

6.9 SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO

Se define como sistema de gestión de mantenimiento, al conjunto de funciones técnicas, métodos y herramientas de tipo administrativo, que, combinadas con el recurso humano adecuado, permiten lograr una ejecución efectiva del mantenimiento, para disminuir ocurrencia de fallas y de deterioro en inmuebles, equipos, edificios e instalaciones.

Según estimaciones realizadas por la OMS, la ausencia de una adecuada gestión del mantenimiento Hospitalario, inciden directamente en la pérdida de recursos para la atención de la salud de la población. Los factores que más influyen para ésta pérdida son los siguientes:

TABLA 3. Factores comunes como consecuencia de la ausencia de gestión de mantenimiento.

Adquisición innecesaria o absoluta de tecnología médica. Su uso es escaso por ausencia de técnicos capacitados para su puesta en marcha, uso y manipulación, mantenimiento y servicio.	20-40% de pérdida
Reducción de vida útil del equipo médico.	50-80% vida útil
Compra escasa o excesiva de accesorios, refacciones e insumos	
Falta de estandarización, resulta en un incremento del costo de adquisición de refacciones.	
Disminución de horas de funcionamiento, por falta de mantenimiento preventivo, inexperiencia y falta de repuestos.	
Refacciones absolutas por parte del fabricante.	

7 PROPÓSITO

Establecer los lineamientos para llevar a cabo el mantenimiento, manejo y uso de los equipos de ventilación mecánica que existen en el Centro Oncológico Estatal ISSEMYM.

8 ALCANCE

- I. Internamente aplicable al Departamento de ingeniería Biomédica y a las áreas usuarias del COE.
- II. Externo el proceso es aplicable a los interesados.

9 LINEAMIENTOS

- a. El jefe del Departamento será el encargado de la elaboración del programa anual de servicios de mantenimientos.
- b. El mantenimiento será realizado por personal capacitado.
- c. El mantenimiento deberá realizarse de preferencia en coordinación con el personal usuario.
- d. El mantenimiento se realizará de acuerdo a las prioridades y disponibilidad de personal, respetando en medida de lo posible el calendario de mantenimientos programados.
- e. Los mantenimientos realizados quedarán registrados en las órdenes de servicio correspondientes.
- f. El jefe del departamento y los ingenieros de turno, será responsable del resguardo y custodia de la documentación oficial.

10 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

Departamento de Ingeniería Biomédica (Biomédicos de turno/ pasantes)

- Comunicar al personal del área usuaria la necesidad del servicio y proponer fecha para la realización del mismo correspondiente al calendario programado (Se acuerda con el área usuaria la disponibilidad de fechas para realizar el servicio).
- Acudir en la fecha acordada al área usuaria, recolectar y trasladar el ventilador al taller del área de Biomédica.
- El personal realizará un análisis visual y revisará el funcionamiento, de acuerdo a lo estipulado en este documento se procederá a realizar el mantenimiento.
- Al finalizar las actividades, el personal encargado realizará el llenado de la documentación requerida para la entrega del equipo al área usuaria.

Área usuaria

- Proporcionar el equipo de ventilación mecánica al personal del departamento de Ingeniería Biomédica.
- Corroborar el funcionamiento adecuado del equipo; firma de recibido al personal en la documentación correspondiente.

Jefatura de Ingeniería Biomédica

- Recibir y recopilar la documentación que acredite las actividades desarrolladas; Finalizar procedimiento.

11 METODOLOGÍA

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en este trabajo se describe el diseño de investigación con un enfoque cuantitativo y cualitativo. Dentro de la investigación se utilizarán técnicas y herramientas que permitan profundizar sobre el estudio a desarrollar en relación con los procesos de seguridad e higiene frente a la pandemia COVID-19 para el mantenimiento, uso y conservación de los equipos de ventilación mecánica.

Para los fines expuestos a lo largo del presente trabajo se realizó una revisión de la normatividad federal vigente de acción frente al COVID-19 (NOM-035-SSA3-2012 “En materia de información en salud”, NOM-017-SSA2-2012 “Para la vigilancia epidemiológica”, NOM-045-SSA2-2005 “Para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales”, NOM-030-STPS-2009 “Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-funciones y actividades”, NOM-016-SSA3-2012, que establece “las características mínimas de infraestructuras y equipamiento de hospitales y con consultorios de atención médica especializada”, NOM-008-SEGOB-2015, PcD, “Acciones de prevención y condiciones de seguridad en materia de protección civil en situaciones de emergencia/desastres. Manejo de cadáveres en el contexto del nuevo coronavirus”, NOM-230-SSA1-2002 “Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados”.) integrando el presente trabajo.

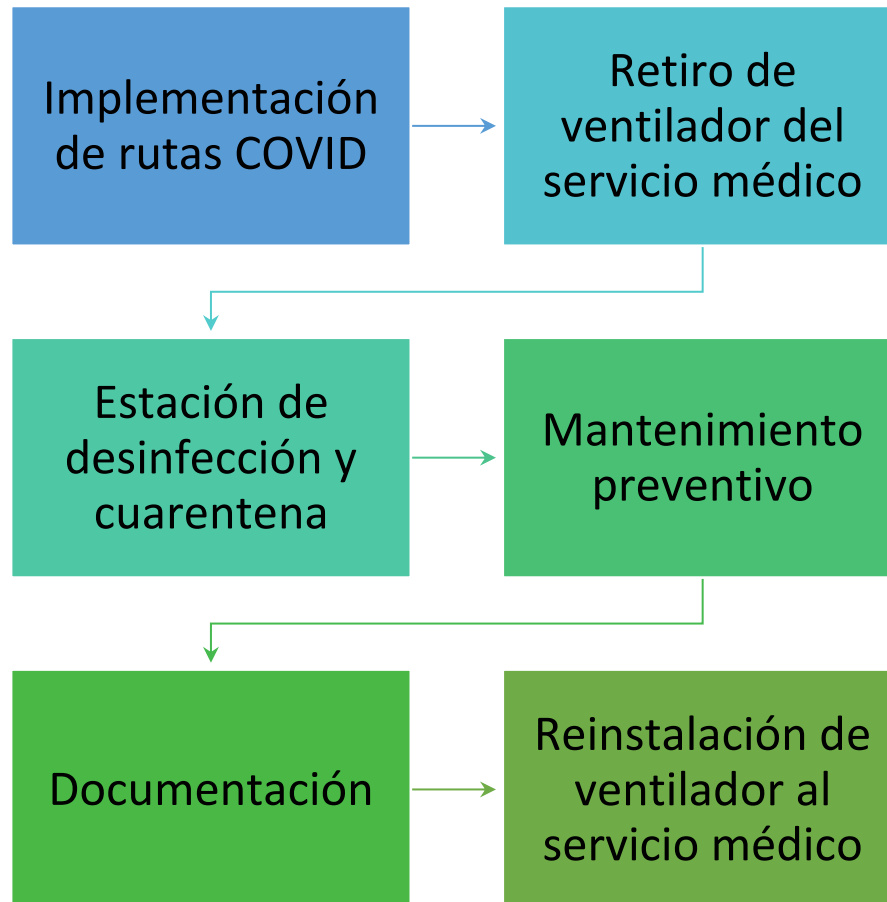


Diagrama 1. Se describe el proceso de desarrollo del protocolo de mantenimiento, uso y conservación de equipos de ventilación mecánica frente a la pandemia COVID-19.

11.1 IMPLEMENTACIÓN DE RUTAS COVID-19

Como medidas de acción para prevenir el contagio y mitigar efectos del COVID-19 la señalización adecuada permitirá al usuario conocer de manera inmediata las normas de conducta establecidas, delimitar áreas o condiciones que representen un riesgo para la salud e integridad física del personal médico que colabora dentro de las instalaciones del COE-ISSEMYM, así como identificar la localización exacta de las instalaciones, los servicios y equipos asignados para hacer frente a la emergencia sanitaria.

El proceso de señalización se basó en la normatividad federal vigente correspondiente a la señalización y avisos en ámbito de protección civil contenidas en las Normas Oficiales Mexicanas: 1) NOM-026-STPS-2008 “Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías”, emitida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y 2) NOM-003-SEGOB - 2011 “Señales y Avisos para Protección Civil” expedida de manera complementaria por la Secretaría de Gobernación.

11.1.1 PROCESO DE SEÑALIZACIÓN

1. Recopilación de planos de arquitectura. La directiva del COE-ISSEMYM debe de proporcionar la documentación (planos y layout) requerida para la evaluación, análisis e implementación de la señalización.

2. Levantamiento de información, estado físico del inmueble. Todos los espacios y áreas de tránsito se deben visitar y recorrer el hospital para evaluar/revisar la información con los planos. Hay que poner énfasis en hacer el listado correcto de las áreas médicas a efecto de determinar los límites de las diferentes áreas funcionales.

3. Elaboración del programa de señalética. El programa de señalética es el documento final para señalar las diferentes áreas de reconversión. Contiene planos simplificados, recorridos principales, la lista de señales, los diseños de señales exteriores e interiores y las especificaciones técnicas para su colocación.

- Elaboración de planos simplificados. El comité debe proporcionar los planos necesarios para su análisis y conversión a un formato o visualización más simplificada a fin de facilitar la ubicación de las áreas en el hospital y elaborar las diferentes hojas de señalización.

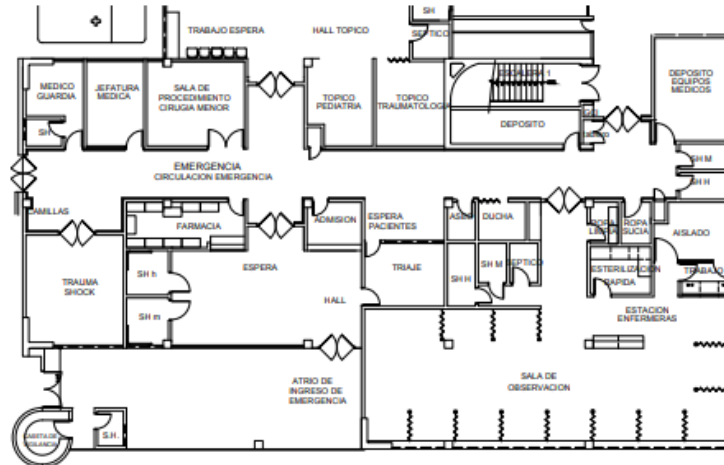


Fig.5 Planos simplificados. El uso de los planos permite el correcto análisis de las estrategias de implementación de procesos dentro del COE-ISSEMYM que permita desarrollar adecuadamente las actividades médicas dentro de las distintas áreas de atención disminuyendo el riesgo de contagios entre el personal médico y pacientes.

- Determinación de rutas de circulación. Es muy importante determinar las rutas de circulación: principales o frecuentes, rutas secundarias, salas de espera, circulación de personal técnico y áreas restringidas, a fin de determinar el tipo de señales: indicativas, identificativas y de seguridad.

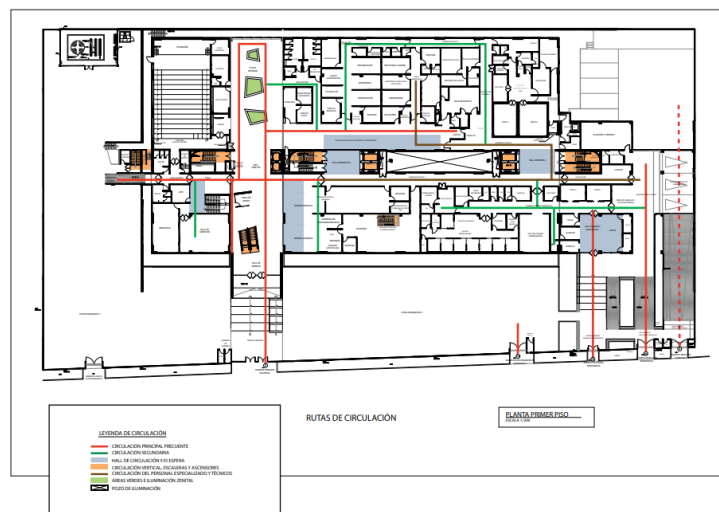


Fig. 6 Determinación de rutas y señalización. De acuerdo a la normatividad vigente se implementan las rutas y señalamientos correspondientes dentro del COE-ISSEMYM.

- La unidad COVID-19. Las unidades COVID-19 tienen que ser claramente identificadas, para ello, se aplicarán franjas de color en las señales, de acuerdo a la normatividad vigente.

El departamento de Ingeniería Biomédica en conjunto con la coordinación de las distintas áreas de atención médica, administrativos y vigilantes sumarán esfuerzos para lograr el menor de los riesgos sanitarios dentro del COE-ISSEMYM, señalando los espacios asignados eventualmente como ZONA COVID-19, recordando que este centro de atención especializada brinda atención médica a un grupo de riesgo alto de contagio.

- Se señalarán a una altura y posición determinadas por la normatividad vigente. Se debe tomar en cuenta los requerimientos internos del COE-ISSEMYM, evaluando el ángulo visual, obstáculos en la proximidad inmediata del riesgos y objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.
- El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar iluminado adecuadamente, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se reemplazará una iluminación adicional. Se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.
- Evitando la contaminación visual y el entorpecimiento del proceso. Las señalizaciones no deben de estar próximas entre sí. El tamaño será: $A > L^2/2000$, es decir el A (área en m²) y L (distancia máxima en m).

Para el control de contagios de COVID-19, el ISSEMYM evaluó y designó al COE como hospital de reconversión a híbrido debido al desabasto de camas hospitalarias para la atención de los derechohabientes, evaluando las infraestructura y capacidad de camas de unidad de cuidados intensivos, el acceso a ventiladores mecánicos útiles, y los sistemas eléctricos y el suministro de gases medicinales se designó al área de trasplante de médula ósea como espacio de atención eventual a los casos de COVID-19.

La institución deberá garantizar el flujo separado de pacientes con patologías neoplásicas y establecimiento de cohortes de pacientes sospechosos o confirmados.

Para evitar el tránsito de equipos de ventilación mecánica contaminados por exposición directa a fluidos de pacientes confirmados con los pacientes oncológicos, se señalan las rutas de circulación de entrada y salida, se entrará y circulará del lado derecho siguiendo las flechas marcadas en el suelo de color azul.

Para, el retiro de equipo contaminado hacia la zona de desinfección provisional del departamento de ingeniería biomédica del COE-ISSEMYM, el reingreso al área COVID-19 se entenderá y circulará del lado izquierdo siguiendo las flechas color verde; se identificará en zonas estratégicas los letreros de advertencia y precaución de posible contagio a lo largo de la señalización de rutas.

Los circuitos de atención a pacientes oncológicos deben de estar totalmente separadas de la ruta de acceso, puertas de ingreso, circulación interna y ruta de retiro de equipos de zona contaminada. La infraestructura amplia del COE-ISSEMYM facilita el establecer dos circuitos separados de manera segura, uno para atención COVID-19 y otro circuito para atención NO COVID-19, para ello se organiza un módulo externo para la atención a la identificación de pacientes sospechosos mediante pruebas rápidas de detección de antígenos.

Como medida de prevención para mitigar posibles contagios se anexa a este protocolo como medida de seguridad el convenio de colaboración con personal de limpieza. Las acciones de dicho convenio se integran en la desinfección durante la movilización de pacientes con sospecha o confirmación de SARVS Cov2 a las áreas de atención (triage, imagenología e ingreso) y para los equipos contaminados, o con exposición a aerosolización de partículas.

El proceso se inicia:

1. Al notificar el movimiento de pacientes o equipos dentro de las áreas asignadas en la reconversión hospitalaria.

2. Se autoriza la logística de la movilización, indicando el tiempo aproximado del proceso, considerando tiempo de traslado, tiempo del estudio, o mantenimiento en el caso de equipos médicos.
3. Se informa al personal y pacientes de forma visual y auditiva del proceso que se llevará a cabo.
4. Durante el traslado el personal correspondiente descontamina los espacios por donde se vaya circulando, hasta finalizar la ruta autorizada.




Antes, durante y después de cualquier proceso se debe de respetar cumpliendo con todas y cada una de las indicaciones para mitigar el contagio por COVID-19 obedeciendo las señalizaciones correspondientes.

TABLA 4. Señalización COVID-19 en el COE-ISSEMYM.


ÁREA MÉDICA	SEÑALIZACIÓN
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL EPP	
<p>El ingreso del personal a la unidad temporal COVID-19, así como las distintas áreas de atención médica del COE-ISSEMYM deberá de portar el equipo de protección pertinente, conforme al protocolo institucional ante la contingencia sanitaria.</p>	
FILTRO DE INGRESO	

<p>Se limita el acceso a personal no autorizado en las áreas de alto contagio por COVID-19.</p>	 PROHIBIDO PERMANECER EN ESTA ÁREA
<p>Se solicitará al personal COVID-19 se identifique al ingreso de su servicio en dicha área.</p>	
<p>Se realizará una evaluación previa al ingreso a las instalaciones para identificar posibles casos sospechosos.</p>	 FILTRO SANITARIO
<p>ZONA TEMPORAL COVID-19</p>	

<p>El control de ingreso-egreso del personal médico y pacientes mediante la toma de temperatura, que permita la identificación de personas con signos de enfermedades respiratorias, tos, flujo nasal o dificultad para respirar, con el fin de remitirle a su domicilio en aislamiento voluntario</p>	 <p>ENTRADA DE PERSONAL</p> <p>SALIDA DE PERSONAL</p>
<p>Se identifica el área donde se concentran el material biológico infectado, para su proceso como RPBI.</p>	 <p>ÁREA DE MATERIAL BIOLÓGICO</p>
<p>Señalización de identificación del área que fungirá como estancia temporal COVID-19.</p>	 <p>ESTANCIA TEMPORAL COVID-19</p>

<p>Se habilita un espacio para la limpieza y descontaminación del personal médico y del EPP reusable del área COVID-19.</p>	 <p>LIMPIEZA FRECUENTE</p>
<p>El EPP desechable será desechado conforme a la normatividad vigente y bajo los señalamientos establecidos por la institución dentro de sus protocolos de acción.</p>	
<p>RUTA COVID-19</p>	
<p>Circulación de pacientes y equipos COVID-19.</p>	

<p>Señalización de piso para las rutas de circulación COVID-19 y ruta segura.</p>	
<p>ZONA DE DESCONTAMINACIÓN Y CUARENTENA</p>	
<p>Identificación del equipo de ventilación mecánica que soportó a paciente confirmado por COVID-19.</p>	
<p>Identificación del espacio habilitado temporalmente como zona de desinfección para el departamento de biomédica. La función es brindar los servicios de mantenimiento y conservación de los equipos médicos.</p>	

Alto riesgo de contagio COVID-19.	
-----------------------------------	--

11.1.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Antes de ingresar a alguna área hospitalaria, para poder retirar el ventilador mecánico del servicio es necesario tomar todas las medidas de protección correspondientes, portar el equipo de protección adecuadamente y acatar las acciones de prevención.

ADVERTENCIA: “El manejo y manipulación de dispositivos médicos que se encuentren en contacto con el paciente sin tomar las medidas de protección pertinentes representa un riesgo potencial a la salud de quien lo manipule”.

Equipo de protección personal (EPP):

- Cubre bocas quirúrgico triple capa o KN 95.
- Respirador N95, FFP2 o equivalente.
- Protección ocular (goggles o careta).
- Gorro desechable (opcional).
- Bata de manga larga impermeable desechable o de algodón.
- Guantes (látex o nitrilo) desechables.

En casos sospechosos o confirmados por COVID-19 es importante delimitar y señalar el área para la atención y mantenimientos de ventiladores mecánicos:

- a) Delimitar rutas de traslado del ventilador mecánico al área de cuarentena y desinfección asignada por el Departamento de Ingeniería Biomédica.

- b) Restringir el acceso a los trabajadores no asignados para esta tarea.
- c) Señalar e identificar con etiquetas específicas la herramienta asignada para realizar el mantenimiento preventivo.

Para la correcta colocación del EPP:

NOTA: Delimitar y señalizar las áreas para la colocación y retiro del EPP disminuye el riesgo de contaminación.

- a) Retirar joyas, reloj, teléfono celular, bolígrafos o algún otro artículo personal.
- b) Realizar el correcto lavado de manos con agua y jabón, o bien, alcohol gel >60%.
- c) Colocar y sujetar la bata de manga larga desechable sobre su pijama quirúrgica.
- d) Colocar cubrebocas quirúrgico o respirador correctamente cubriendo nariz y hasta la barbilla.
- e) Colocar protección ocular lentes de protección o careta.
- f) Colocar el gorro desechable cubriendo la zona del cabello, incluyendo las orejas.
- g) Colocar el par de guantes desechables siendo importante que cubren la manga de la bata desechable. De ser necesario fijar con cinta.

Para el retiro del EPP:

NOTA: Entre cada paso realice higiene de manos con solución a base de alcohol >60%

- h) Realizar la desinfección de los guantes con solución a base de alcohol >60%.
- i) Retirar los guantes de forma lenta y segura.
- j) Retirar la bata de forma lenta y cuidadosa.
- k) En caso de traer gorro, retirarlo. Asegurando no tocar la cara externa del mismo y que no toque la piel.
- l) Retira lentamente los lentes de protección o careta. Asegurando que no toque ojos y área peritoneal.

- m) Retirar la mascarilla o el respirador.
- n) Realizar higiene de manos con agua y jabón, posterior con solución base de alcohol.

NOTA: El desecho de los materiales del equipo de protección personal debe de ser depositado en bolsa. El color se asigna con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos.

11.2 RETIRO DEL VENTILADOR MECÁNICO DE ÁREA USUARIA

- a. Comunicar de forma escrita al jefe inmediato de cada área que resguarda los equipos de ventilación mecánica las fechas indicadas para realizar el mantenimiento.
- b. Solicitar el retiro de equipo médico del área asignada de forma escrita en la bitácora correspondiente a Biomédica; como se ejemplifica a continuación:

“DD/MM/AAAA

00:00:00 hr.

Se procede a retirar el ventilador mecánico para mantenimiento marca xxx, modelo xxx con número de serie xxx del área de xxx en las siguientes condiciones físicas y de funcionamiento. (Estipular si se encuentra alguna ruptura, fisura, o daño considerable, mencionar los accesorios con lo que se encuentra el equipo, especificar el estado de funcionamiento funcionando/fuera de servicio).

Firma de salida del responsable del área.

Firma de responsable de Departamento de Biomédica”

- c. Proceda a retirar el equipo bajo los lineamientos establecidos, siga la ruta de traslado hasta el área de descontaminación y cuarentena.
- d. Informe del movimiento del equipo de ventilación mecánica para su retiro en caso de permanecer dentro de zona COVID-19.
- e. Traslade cubriendo el ventilador con una bolsa RPBI y la señalización “Ventilador mecánico contaminado”.

- f. Realice el dictamen de estado inicial previo a su mantenimiento, es importante identificar si el equipo de ventilación mecánica se encuentra dentro de zona COVID-19 o sospechoso del mismo.

11.3 ESTACIÓN DE DESINFECCIÓN Y CUARENTENA

Una zona de desinfección y cuarentena (Z-DC) permite al personal biomédico realizar las acciones adecuadas para llevar a cabo los mantenimientos correspondientes al calendario asignado, o en atención a reportes generados por área usuaria, con el fin de mitigar el riesgo de contagio por COVID-19 y la contaminación por exposición al resto de la infraestructura tecnológica de soporte médico.



Diagrama 2. Variables consideradas dentro del diseño de la zona de descontaminación y cuarentena que garantizan una adecuada gestión de los servicios biomédicos dentro del marco de la contingencia sanitaria SARS Cov 2.

11.3.1 UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

El entorno en el que se establecerá la zona de descontaminación y cuarentena está condicionado por los requerimientos de seguridad de la normatividad federal vigente

(NOM-005-SSA3-2010, “Requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios”, NOM-197-SSA1-2000 “Requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada. Ámbito de competencia de la Comisión de Arbitraje Médico”, Plan Nacional de Salud 2019-2024, Ley General de Salud, Ley General de Protección Civil y Ley de los Institutos Nacionales de Salud.). Debe de considerarse un espacio que se encuentre separado de las áreas de atención crítica del COE-ISSEMYM, recordando que la reconversión hospitalaria es híbrida, es decir, se continúan atendiendo a pacientes con patologías neoplásicas. Los criterios a desarrollar son los siguientes:

- Extensión del terreno (al menos 50 mts² para 6 ventiladores en área de COVID-19).
- Ubicación de bajo riesgo para desastres.
- Preexistencia de Servicios Públicos.
- Conexión a tomas de gases medicinales.
- Conexiones de toma corriente.
- Buena accesibilidad.
- La infraestructura utilizada, desplegable o móvil, deberá estar acorde a las especificaciones de resistencia, material liso, lavable e impermeabilidad.
- Soportar al menos rachas de viento de 100 km/hr.
- Soportar al menos cargas de agua de 100 mm/hr.
- Soportar al menos caída de nieve o granizo de 50 kg/m².
- Así mismo se debe evitar su ubicación en zonas anegables o con características físicas que faciliten su inundación o entorpezcan la logística hospitalaria habitual.

11.3.2 ACCESO

Las vías de circulación se diseñan de tal forma que el contacto entre el personal biomédico y los dispositivos médicos contaminados se pueda producir únicamente bajo las condiciones sanitarias adecuadas, es decir, mediante un protocolo de recolección y acción con las medidas de seguridad personal necesarias.

La recepción del ventilador o equipo biomédico se debe de registrar al ingresar a la zona de descontaminación y cuarentena, el acceso debe de limitarse únicamente al personal de turno autorizada, quien manipulara el equipo contaminado, almacenará los productos químicos y de limpieza, maneja los materiales y residuos peligrosos infecciosos. La restricción del acceso se dará mediante el cumplimiento de la señalización que marque la normatividad e identificación del personal.

Para evitar o reducir el riesgo de contaminación cruzada, se diseña un itinerario de fases del proceso, los pasos que se evalúan son:

- Recepción: Se ingresa el equipo biomédico al que se le realizará servicio mediante el registro de acceso en la entrada de la Zona.
- Procesamiento del equipo (Descontaminación): Se realizará la limpieza superficial del equipo de acuerdo al proceso del mantenimiento descrito posteriormente, para poder manipular con mayor seguridad.
- Mantenimiento o servicio biomédico: Se realizarán las acciones y maniobras del mantenimiento y servicio biomédico conforme al manual de procedimientos internos.
- Cuarentena: Se identificará el espacio donde permanecerá almacenado determinado tiempo un equipo médico para posteriormente proceder con su servicio.
- Zona limpia: Se dispondrá un espacio con condiciones libres de contaminación cruzada, para identificar los equipos que están disponibles para su reinstalación al servicio médico.

NOTA: La circulación de los equipos limpios y sucios no deben de cruzarse jamás, los circuitos de residuos RPBI deben de estar aislados.

11.3.3 DISTRIBUCIÓN DE ZONAS DE TRABAJO

El comité encargado debe de considerar las necesidades espaciales de los equipos al diseñar las zonas de trabajo, tomando en cuenta:

- El acceso de los equipos para su entrada y mantenimiento no deben de tener restricciones físicas para su acceso, que pueda generar un problema para su ingreso.
- El desecho de los residuos y productos químicos, para ello se debe de capacitar al personal para que conozcan y cumplan las disposiciones nacionales e institucionales en materias de desechos de residuos líquidos y sólidos con el fin de evitar la contaminación en los sistemas.

Se organizan los bancos de trabajo de acuerdo con las guías de tareas, y estos deben de estar separados entre sí, cada zona de trabajo debe de contar con su mobiliario y equipamiento adecuado para mitigar los riesgos de trabajo.

- Zona de recepción: La entrada de estas físicamente adecuada para permitir el fácil acceso de los equipos médicos. Se solicita un escritorio y libro para registrar los ingresos.
- Zona de descontaminación: Debidamente señalado, con productos de limpieza a la mano, toma de agua corriente y dispositivos de desechos previamente identificados.
- Zona de trabajo: Deben ser fácil de desinfectar y resistente al deterioro que producen los productos químicos de limpieza, debido a que en esta zona se realizan los procedimientos de mantenimiento y servicio biomédico de los equipos. Debe de contar con contactos de toma corriente, tomas murales de gases medicinales, iluminación artificial adecuada, herramientas necesarias para realizar los mantenimientos.
- Zona de lavado: Contará con contenedores y acceso fácil a los productos de limpieza para las piezas o partes que lo requieran.
- Zona de lavado para personal: Es necesario contar con una zona debidamente señalizada para el lavado y descontaminación del personal biomédico al haber sido expuesto a residuos infecciosos o para el retiro del EPP y limpieza personal al terminar turno.

NOTA: Se colocarán infogramas de la correcta colocación y retiro del EPP.

- Zona de cuarentena: Zona libre y abierta donde puedan permanecer los equipos médicos sin ser expuestos a contaminación.

Las pruebas de seguridad eléctrica y evaluación de desempeño del ventilador mecánico, así como del resto de los equipos médicos se realizará en el departamento de ingeniería biomédica, debido a que los analizadores permanecerán habilitados para su uso bajo la supervisión de la jefatura.

11.3.4 INSTALACIONES, MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO

La zona temporal de descontaminación y cuarentena debe de estar diseñada de forma que se garantice una adecuada ventilación en toda la zona, con espacio adecuado para la circulación del personal y los equipos médicos. El diseño incluye el mobiliario que permita trabajar con comodidad y eficiencia, para ello se toman en cuenta los siguientes puntos:

- El mobiliario y los equipos deben de ser de fácil descontaminación y lavable.
- Resistente a la oxidación y a la reacción con productos químicos.
- Los muebles deben de ser estables y de material resistente a golpes y cortes, exento de poros.
- La distancia entre las zonas de trabajo debe de permitir que entre el personal se pueda tener movilidad en el desplazamiento.
- Debe de considerarse un suministro eléctrico que cubra las necesidades de las actividades a realizar dentro de la zona.
- La iluminación interna debe de mantenerse entre 500 y 2000 lux (Queda a consideración del comité designado).
- Sistemas audibles de alarmas.
- El color del mobiliario debe de resaltar cualquier elemento que denote suciedad, para ser eliminado inmediatamente de ser posible, se recomienda color blanco.
- Señales en el piso de la logística de descontaminación.
- Área de triage de los equipos médicos debidamente señalizada.
- Área de ingreso y salida de personal por separado.

- Área de lavado de manos, colocación y retiro del EPP.
- Circuito específico para el flujo de personal para evitar el riesgo de infección cruzada, así como un circuito de salida.

Equipos y consumibles

- Extintores y BIE.
- Mesas, estantes y bancos de trabajo.
- Kit de herramientas.
- Analizadores y computadora.
- Productos de limpieza y desinfección.
- Equipo de protección personal de acuerdo al número de trabajadores en cada turno.
- Bata impermeable, guantes, mascarilla quirúrgica o respirador N-95 en caso de procedimientos que generen aerosoles.
- Reutilizables. - Goggles o caretas (seguir procedimiento de desinfección en el lineamiento de prevención y control de infecciones).
- Los equipos utilizados en la limpieza no pueden ser compartidos entre áreas.
- Agua potable (150 litros por paciente y/o persona por día).
- Para la higiene de manos considerar el alcohol gel en concentración superior al 60%, jabón con o sin antiséptico, así como para la limpieza y desinfección de superficies el cloro y alcohol.
- Precauciones estándar, de gotas, contacto y vía aérea, conforme al lineamiento de prevención y control de infecciones.

11.3.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Las condiciones de seguridad se basan en la Normas Oficiales Mexicanas de seguridad y salud en el trabajo, NOM-001-STPS-2008 “Edificios, locales e instalaciones”, NOM-002-STPS-2000 “Prevención, protección y combate de incendios”, NOM-005-STPS-1998 “Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas”, NOM-010-STPS-199 “Contaminantes por sustancias

químicas”, NOM-017-STPS-2008 “Equipo de protección personal”, NOM-003-SEGOB-2002 “Señales y avisos para protección civil- Colores, formas y símbolos a utilizar”.

Basados en la normatividad revisada se consideran como puntos más importantes los siguientes requisitos necesarios para el manejo de seguridad e higiene dentro de las actividades en la Zona de descontaminación y cuarentena.

- Rutas de desechos RPBI.
- Instalaciones para el lavado de manos.
- La estructura deberá ser liviana, de fácil limpieza y desinfección, resistentes al desinfectante de uso hospitalario.
- Estructuras para la colocación de alcohol gel para la higiene de manos.
- Instalaciones sanitarias de mínimo un baño.
- Estantes para la herramienta (Desarmadores, llaves allen, pinzas, etc.).
- Sistema de iluminación adecuado en general.
- Ventilación con flujo laminar (deseable).
- Instalaciones de almacenaje de insumos, partes, refacciones, y EPP.
- Área para preparación segura de soluciones.
- Patio de maniobras para abasto y servicios generales.
- Autosuficiencia eléctrica con redundancia (deseable).
- Área de descanso del personal operativo.

11.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO/CORRECTIVO

11.4.1 INDICADORES

Con el fin de mejorar el servicio del departamento de ingeniería biomédica dentro del COE-ISSEMYM se implementarán dentro del protocolo indicadores del cumplimiento del plan de mantenimientos, es decir, la relación respecto a las horas ejecutadas durante el mantenimiento entre las horas planificadas en el calendario de mantenimiento generando así un indicador de cumplimiento de tiempo; de igual forma, los mantenimientos realizados entre los mantenimientos planificados siendo

indicador del cumplimiento de eventos, con ello se espera genera mayor eficiencia y eficacia en el servicio a los equipos de ventilación mecánica:

$$\text{Cumplimiento en tiempo \%} = \frac{\text{Horas realizadas}}{\text{Horas Planificadas}} \times 100$$

$$\text{Cumplimiento en eventos \%} = \frac{\text{Mantenimientos realizados}}{\text{Mantenimientos Planificados}} \times 100$$

Considerando como un buen indicador un porcentaje mayor o igual a 95%.

Para evaluar la continuidad con que un equipo médico proporciona un servicio apto para operar en el momento en que se sea requerido se medirá mediante el indicador de operatividad de los equipos de ventilación mecánica durante la prestación de los servicios programados, es decir, el tiempo en horas reales de uso entre las horas programadas.

$$\text{Operatividad \%} = \frac{\text{Horas realizadas}}{\text{Horas Planificadas}} \times 100$$

Considerando una operatividad del 90% como buena, un porcentaje menor indicaría el reemplazo de partes o indicios de baja de equipo.

11.4.2 INVENTARIO DE MANTENIMIENTO

Se asigna una prioridad a partir de una evaluación integral de cada uno de los equipos. Se consideran los equipos disponibles y en uso dentro de las distintas áreas de atención dentro del COE-ISSEMYM.

Se recomienda dar prioridad a los equipos basándose en criterios de riesgo debido a la sobre demanda que sufren actualmente los equipos de ventilación mecánica cuando:

- Función del equipo: Evaluar si el equipo en cuestión se encuentra en funcionamiento dando soporte de vida a pacientes o se requerirá previamente con urgencia.
- Aplicación clínica: Se consideran los resultados de funcionamiento sobre el paciente o usuario ante una falla significativa generando un riesgo físico ante

su uso; evaluando si este puede producir la muerte al paciente, un daño al operador o paciente, un falso diagnóstico o monitoreo, o un riesgo menor o nulo al funcionamiento.

- Requisitos de mantenimiento: Varían con el tiempo de vida del equipo.

En la siguiente tabla se describen acciones que se deben de tomar en relación a la conservación y seguimiento del equipo de ventilación mecánica.

TABLA 5 Acciones de mantenimiento y conservación del ventilador mecánico por frecuencia de tiempo.

Frecuencia de mantenimiento	Componente	Acciones
Diario	Filtros antibacterianos Filtro de aire y oxígeno	Revisar, limpiar, verificar, calibrar.
250 horas	Ventilador mecánico	Revisar, limpiar, verificar partes externas e internas, calibración
2500 horas	Ventilador mecánico	Kit de mantenimiento preventivo, verificación de partes externas e internas, calibración
10000 horas	Ventilador mecánico	Kit de mantenimiento preventivo, verificación de partes externas e internas, calibración
Anual	Filtros antibacterianos Filtro de aire y oxígeno	Verificar y reemplazar partes externas e internas, calibración.

Los procedimientos que se recomiendan dentro de las estrategias de mantenimientos se basan en las recomendaciones dadas por el fabricante. Este

procedimiento proporciona un formato de trabajo homogéneo para el departamento de ingeniería biomédica del COE-ISSEMYM.

11.4.3 INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS

Para llevar a cabo el servicio, es necesario de contar con lo necesarios para llevar a cabo la tarea asignada.

- Pulmón de simulación ajustable o una bolsa de 1 L: El pulmón electrónico simula las propiedades físicas de un pulmón humano y permite evaluar su respuesta al proceso ventilatorio, como la presión pico, presión plateau, volumen tidal, flujo inspiratorio y espiratorio. Las configuraciones disponibles para compliancia son 10, 20 y 30 mL/cmH₂O y para resistencia al flujo, 5, 20 y 50 cmH₂O/L/s.
- Analizador de flujo VT900 FLUKE: El analizador de flujo de gases monitorea todos los parámetros del proceso ventilatorio. De esta manera es posible contrastar las mediciones de este equipo con las mediciones del ventilador mecánico en evaluación.

NOTA: El COE-ISSEMYM en conjunto con las unidades hospitalarias del ISSEMYM poseen un común acuerdo para el préstamo de analizadores de flujo para poder brindar un servicio de mantenimientos de calidad y confiables frente a la contingencia COVID-19.

- Analizador de seguridad eléctrica FLUKE.
- Circuito de paciente de prueba.
- Multímetro.
- Set de llaves Allen estándar y milimétricas.
- Kit de desarmadores.
- Set de llaves de puntas mixtas.
- Pinza de punta y corte.

11.4.4 ADVERTENCIAS Y PRECAUCIONES

Las recomendaciones señaladas a continuación contienen una recopilación de lo sugerido por los fabricantes, consulte los documentos anexos para mayor información.

11.4.4.1 ADVERTENCIAS

- Si se reconoce un problema mecánico o eléctrico mientras se realizan las pruebas de verificación operativa, o mientras se utiliza el ventilador, éste debe dejar de utilizarse hasta que se haya identificado y resuelto el problema.
- Asegúrese de que el ventilador esté desconectado de la fuente de alimentación de CA antes de realizar cualquier reparación o mantenimiento.
- Si el ventilador tiene una batería externa instalada, asegúrese de que la batería externa esté desconectada antes de proceder.
- Para un funcionamiento seguro, se requiere de una conexión a tierra de protección mediante el conductor de tierra del cable de alimentación. Si se pierde la conexión a tierra de protección, todas las partes conductoras, incluyendo los mandos y controles que puedan parecer aislados, pueden provocar una descarga eléctrica. Para evitar una descarga eléctrica, enchufe el cable de alimentación en un receptáculo con el cableado adecuado, utilice sólo el cable de alimentación suministrado con el ventilador, y asegúrese de que el cable de alimentación está en buenas condiciones.
- Las mangueras y accesorios utilizados para conectar el gas de alta presión desde la fuente hasta el equipo de prueba y desde el equipo de prueba hasta el simulador deben ser capaces de soportar una presión de suministro mínima de 100 psi (7,03 kg/cm²). El uso de mangueras y accesorios que no sean capaces de soportar esta presión podría causar la ruptura de los circuitos, lo que provocaría que se produzcan lesiones personales o daños a la propiedad.
- Utilice siempre un filtro bacteriano nuevo y un circuito de prueba. El no hacerlo puede constituir un peligro para la salud del personal de servicio.

- Si no se puede verificar alguno de los procedimientos descritos en este documento o en los de apoyo, no utilice este dispositivo.

11.4.4.2 PRECAUCIONES

Las siguientes precauciones se aplican siempre que se trabaje con el ventilador.

- Asegúrese de que la selección de voltaje y los fusibles instalados coinciden con el voltaje de la toma de corriente, de lo contrario podrían producirse daños.
- Una batería totalmente agotada (es decir, sin carga) puede causar daños en el ventilador y debe ser sustituida.
- Todos los equipos accesorios que se conecten al ventilador deben cumplir con CSA/IEC 601/UL2601.

Las siguientes precauciones se aplican cuando se limpia el ventilador o cuando se esterilizan los accesorios del ventilador:

- No esterilice el ventilador. Los componentes internos no son compatibles con las técnicas de esterilización.
- No esterilice con gas o en autoclave con vapor los adaptadores de los tubos o los conectores colocados. Los tubos con el tiempo, provocará una mala conexión y posibles fugas.
- NO sumerja el ventilador ni vierta líquidos de limpieza sobre o dentro del mismo.
- No utilice MEK, tricloroetileno o soluciones similares, ya que podría dañar la superficie.
- No permita que ningún líquido se derrame o gotee dentro del ventilador.
- No toque los componentes del circuito con los dedos del conector con las manos. Manipule sólo por los bordes.

11.4.5 ACCIONES DE MANTENIMIENTO

Las acciones que se realizarán dentro del mantenimiento de los equipos de ventilación mecánica son una serie de pruebas de funcionamiento que aseguran el uso seguro y eficaz de este.

Antes de comenzar se recomienda haber leído y revisado el manual de servicio y de usuario del equipo, así como su ficha técnica y especificaciones, para asegurar que el responsable del mantenimiento conozca cada indicador, control y alarma.

I. Inspección física y de funcionalidad

- a. Se examina los componentes externos y sus accesorios para dictaminar las condiciones físicas y de limpieza generales del equipo
- b. Chasis: Asegurar que la carcasa se encuentra intacta sin rupturas, fisuras, señales de líquidos derramados o algún otro daño.
- c. Montajes: Verificar que el carro de transporte del equipo (mesa, mueble, pedestal, etc.) o la repisa donde se encuentre anclado sean firmes cuenten con sus componentes completos y seguros para su uso.
- d. Frenos: Identificar la movilidad de las ruedas, asegurarse de que no se encuentre suciedad que limite el movimiento y permiten girar con suavidad, los frenos deberán evitar el movimiento de las ruedas sin dificultad para su colocación y retiro.
- e. Cable de alimentación: Examinar que el enchufe no presente ningún daño, fisuras o indicios de peligro de descarga eléctrica. Inspeccionar el cable de alimentación y asegurarse de que su condición física sea buena, es decir, sin rupturas o cable expuesto, de contrario es necesario la reparación correcta o el reemplazo.
- f. Seguros, interruptores: Asegurar que el cable de red se encuentre asegurado para evitar que se retire por personal no autorizado. Verificar que el interruptor de corriente se mueve con facilidad y se encuentre en buenas condiciones físicas, si es posible acceder al

fusible del equipo revisar su valor, de acuerdo a este dictaminar su reemplazo.

- g. Tubos y mangueras: Revisar que las condiciones de los tubos, mangueras y conexiones no presenten rupturas, fisuras, asegurarse de que no se encuentren obstruidos, ni sucios.
- h. Tomas murales: Examinar que las conexiones a las tomas de gases murales se encuentren en buen estado, identificadas correctamente por el nombre y color del gas medicinal, no haya presencia de fugas aparentes, las conexiones deben de encontrarse limpias, sin obstrucciones y libres de cualquier residuo. Es importante revisar la presión de las tomas murales para evitar posibles daños al equipo.
- i. Panel de control: Examinar las condiciones físicas de todos los controles y teclas, su montaje debe de ser seguro y sus movimientos correctos. Revisar que los mandos de control permanezcan dentro de sus límites y ejes, los controles que programan al equipo deberán para en el límite seleccionado, evaluar su funcionalidad. Revisar las condiciones físicas de la membrana de las teclas. Es de suma importancia verificar que todas las teclas y controles funciones de acuerdo a su función principal, se recomienda el probar las alarmas para verificar que se activen a los límites programados.
- j. Sensores y accesorios: Corroborar que los sensores de O₂, temperaturas, precisión, válvulas y accesorios correspondan al equipo, verificar su funcionalidad y estado físico. Será necesario corroborar las mediciones dadas con las programadas dictaminando una acción correctiva o el reemplazo.
- i. Confirmar la existencia del brazo de soporte, gancho porta circuito, circuito de paciente, humidificador y nebulizador (Estos últimos en caso de tener indicado que se le colocó al equipo en evaluación).
- k. Filtros: Identificar que no existan indicadores de residuos corrosivos, líquidos o partículas sólidas contaminantes en las fuentes de entrada de gases, realizar la limpieza o reemplazo correspondiente.

- I. Humidificador: Este debe de realizar su función correctamente, identificar que no existan condensaciones de agua en el transductor.
 - m. Compresor: Corroborar que se active automáticamente cuando la presión de los gases suministrados se encuentre por debajo de la presión requerida por el fabricante para su funcionamiento. Realizar limpieza o reemplazo de filtros del compresor.
 - n. Batería: Revisar que los indicadores de alarma de batería funcionen adecuadamente, inspeccionar las condiciones físicas de la batería y de su arnés de conexión.
 - i. Realizar un test de funcionamiento de retención de carga de la batería de respaldo, dejando funcionar el equipo durante 30 minutos, vigilar constantemente durante el transcurso de este tiempo que la batería realice la función de respaldo, posteriormente cargar la batería y confirmar la carga. Dictaminar si se requiere reemplazo.
 - o. Display: Revisar que el funcionamiento de los indicadores visuales (LED) y display funcionen adecuadamente, respondiendo a la programación del equipo.
 - p. Etiquetado: Inspeccionar que se encuentren identificadas las etiquetas de advertencia, indicadores e instrucciones, estas deben de estar presentes y legibles.
- II. Auto-Chequeo: Al encendido e inicio del equipo se debe de ejecutar un auto-chequeo, verifica que las alarmas visuales y audibles se activan adecuadamente, al mismo tiempo debemos identificar que haya correspondencia con los mensajes de alarmas que se despliegan en pantalla. Revisar que se pueda silenciar temporalmente el tono de alarma y su reactivación, confirmar que el volumen de alarma corresponda con el programado y que este se pueda regular desde el panel de control.
- III. Prueba de fugas: Verificar la hermeticidad del sistema neumático del ventilador, verificando que no haya una caída de presión significativa que corresponda a una pérdida del flujo y volumen. Conecte el circuito de paciente y ocluir la salida con un tapón, inicie la prueba de fuga desde el

panel de control. De ser satisfactoria proceder con la verificación de desempeño, de lo contrario, verificar el ensamble neumático o las conexiones del sistema tubular.

NOTA: No proceda a realizar ningún otro procedimiento de no ser exitosa esta prueba.

- IV. Verificación de desempeño: Las modalidades de ventilación mecánica deben de operar dentro de los rangos de error que maneja el CENETEC en las especificaciones de fichas técnicas para cada uno de los tipos de ventiladores mecánicos permitidos operar dentro del territorio nacional. La función de ventilación debe ser verificada en cada uno de los modos ventilatorios, verificando su funcionamiento. Se habrá de verificar la exactitud de los controles de programación del ventilador: Volumen, Frecuencia Respiratoria, Tiempo de Inspiración, Tiempo de Expiración, Relación Inspiración-Espiración (I: E), Flujo, Forma de Onda, etc. El test se realizará conectando un pulmón de prueba a un circuito de paciente, para su comprobación, se deberá de usar un equipo simulador de paciente para comparar los valores medidos por el ventilador con los valores reales medidos por el equipo analizador. Usando diferentes técnicas de ventilación, se habrá de estudiar la respuesta del equipo frente a esas situaciones. Se debe de tomar en cuenta las tolerancias facilitadas por el fabricante, generalmente del 10%.
 - a. Revisar el funcionamiento de las alarmas correspondientes a cada uno de los parámetros de las modalidades de ventilación, así mismo los límites programados de los valores mínimos y máximos en el menú de alarmas.
- V. Test de seguridad eléctrica: Con apoyo del analizador de seguridad eléctrica, evaluar la seguridad del equipo, introduciendo en el programa correspondiente los datos del ventilador y someter al equipo a una serie de pruebas exigidas por la normatividad regulatoria.

- VI. Documentación: Apoyarse de los documentos de apoyo para realizar las acciones previamente descritas, anexar como evidencia a la orden de servicio que deberá de ser firmada y sellada por el responsable del equipo del área usuaria y del mantenimiento realizado. Así mismo generar la etiqueta con la información del equipo y el servicio realizado, debe de estar presentes y legible en el equipo.

11.4.6 LIMPIEZA GENERAL

ADVERTENCIAS: No sumerja el ventilador ni vierta líquidos de limpieza sobre o dentro del mismo.

PRECAUCIÓN: Bajo ninguna circunstancia utilice aerosoles en ninguna de las etapas de limpieza del ventilador.

- a. Transporte el ventilador mecánico al área de limpieza y desinfección, este debe de estar cubierto en todo momento por una bolsa plástica con una identificación visible que incluya; fecha de retiro, área de retiro, hora y responsable.
- b. Colóquese el EPP establecido en el apartado 6.1
- c. Realice el desmontaje de las partes y accesorios que requieran esterilización.

NOTA: Realice el registro de accesorios y partes esterilizadas; nombre o parte con código de contar con él, fecha y número de veces que ha sido esterilizado.

De haber completado el máximo de procesos de esterilización reemplace la pieza.

- d. Todas las superficies externas del ventilador limpiar con un paño suave utilizando alcohol isopropílico 70%; iniciando del área menos contaminada a la más contaminada.

NOTA: Previamente retire accesorios, circuito de paciente y filtros.

- Desmonte el circuito de paciente, si es desechable y/o de un solo uso, por lo tanto, desecha el RPBI.
- Filtro de bacteria espiratoria (HEPA) es de un solo uso, por lo tanto, deseche luego del uso con el paciente.
- Inspeccione todas las partes y descarte si fuera necesario.

NOTA: Las superficies y partes externas del ventilador que se encuentra en uso; limpiar cada 8 horas con agente bactericida o germicida.

- e. Utilice jabón enzimático en una solución 25 mil c/d 5 L de agua
Los siguientes accesorios pueden limpiarse con la solución previamente mencionada. Sumerja de 5- 10 min.
 - El cuerpo de la válvula de exhalación.
 - El sensor de flujo de exhalación.
 - El diafragma de exhalación.
- f. Retirar el exceso de solución en agua destilada, para evitar la acumulación de residuos. Secar con un paño suave o dejar secar al aire.
- g. Realice el correcto etiquetado del ventilador como se describe en el apartado 7
 - Para la limpieza de los filtros (El filtro de entrada de oxígeno, los núcleos del filtro del silenciador de la turbina y las juntas teóricas, filtro del ventilador, filtro de entrada de aire trasero) sumérgase en agua tibia con jabón. Aclárese y séquese al ambiente.

NOTA: Cada 500 horas, el filtro de entrada de aire debe ser revisado y limpiado si es necesario.

11.4.7 LIMPIEZA DE TARJETA Y COMPONENTES ELECTRONICOS

NOTA: Verifique que el cable de línea esté desconectado de la corriente, la batería de respaldo debe de desconectarse de la tarjeta de alimentación (UPC) antes de manipular algún componente eléctrico.

Siga las indicaciones previas a su manipulación;

- Para evitar daño eléctrico en la manipulación de las tarjetas electrónicas se debe evitar tocar con los dedos directamente las partes conductoras (terminaciones, soldaduras, etc.). Se recomienda el uso de productos antiestáticos.
- El área de trabajo debe de estar libre de materiales generadores de estática como plásticos, vinil y cualquier otro capaz de generar estática, el área debe mantenerse limpia y seca de esta forma se evita la contaminación por polvo y residuos.
- Colocar las tarjetas electrónicas y componentes en bolsas antiestáticas, blindadas o disipadoras de electricidad cuando no se está trabajando con ellas, evitar colocar una sobre otra.
- Las tarjetas deben de ser manipuladas por los extremos y con guantes
- Los circuitos integrados deben de ser manipulado por pinzas por sus partes no conductoras.

Los productos utilizados para la limpieza de tarjetas y componentes electrónicos son agua desionizada o alcohol isopropílico, cepillo de limpieza antiestático, paños para el secado.

Retire cualquier suciedad que se haya acumulado en las tarjetas de circuitos.

1. Manipule la placa con guantes, colóquela sobre el área de trabajo.
2. Examine la placa para detectar impurezas, retire cualquier suciedad que se haya acumulado en las tarjetas de circuitos.
3. Limpia cualquier resto de polvo o suciedad en la tarjeta de circuitos sumergiendo el hisopo en alcohol y suavemente deslizándose sobre la

superficie correspondiente. Humedece el algodón, sin empapar. Durante la limpieza, sé cuidadoso con los cables o terminales de conexión.

4. Cepille con un cepillo de fibras firmes y suaves.
5. Seque con un paño seco.

11.4.8 DESCONTAMINACIÓN DE FILTROS

1. Filtro de circuito de paciente

Los filtros reusables se pueden descontaminar mediante esterilización por gas plasma u óxido de etileno. No deben de esterilizarse en frío.

- Retire los filtros sucios.
- Transportarlos en bolsas aislantes.
- Limpie con un paño húmedo y jabón suave.
- Envuelva en papel para esterilizar y coloque cinta testigo.
- Rotule (fecha, nombre, etc.).
- Proporcione el filtro al personal de la Central de Equipos y Esterilización (CEYE) para ser introducido al esterilizador de gas.

2. Filtros de enfriamiento del ventilador

Los filtros del sistema de enfriamiento del ventilador están compuestos de esponja porosa, material que se puede limpiar con jabón suave y agua corriente.

- Sumergir en solución jabonosa por 5 minutos y quitar suciedad.
- Enjuagar en agua corriente.
- Dejar secar el exceso de agua.

- Volver a colocar.

1.1.1. DESCONTAMINACIÓN DE ACCESORIOS

En este apartado se considera el circuito de paciente reusable, micro nebulizadores, sensores de flujo y válvulas de exhalación

- Realice lavado con agua y jabón suave sin dañar componentes.
- Enjuague con agua.

- Sumerja las piezas en solución esterilizante en frío (glutaraldehídos, esterilizantes enzimáticos).
- Realice un segundo enjuague con agua.
- Deje secar al ambiente.
- Empaque en una bolsa limpia e identifique adecuadamente, posteriormente almacene.

Los accesorios que pueden extraerse y sumergirse:

- Limpie y sumerja las piezas en detergente suave y agua templada corriente durante 15 minutos.
- Enjuague completamente en agua fría y posteriormente en agua caliente. Deje secar al ambiente.

11.4.9 LIMPIEZA DE SENSOR DE FLUJO

El sensor de flujo está conformado por una tecnología que se emplea en la medición de flujos y presiones pequeñas. Los alambres mantienen un nivel de temperatura gracias al flujo de corriente eléctrica permitiendo una exactitud y sensibilidad de la medición.

- Retirar el sensor del ventilador una vez que el equipo esté apagado.
- Lavar con una solución enzimática.
- Enjuague con agua limpia.
- Esterilice en medio líquido con soluciones esterilizantes.

NOTA: Tener cuidado de no introducir al medio líquido el componente eléctrico del sensor, evite el uso de aire comprimido.

11.4.10 PRUEBA DE TACTO

Lleve a cabo esta prueba previamente para verificar que los interruptores, perillas, membranas y pantalla táctil funcionen correctamente, presionando cada control uno a uno

11.4.11 PRUEBA DE FUGAS

Lleve a cabo esta prueba para asegurarse de que el circuito paciente no tiene fugas.

- A. Conecte un pulmón de prueba de un litro en la Y del circuito de respiración del paciente
- B. Presione el icono prueba de fugas de la pantalla táctil para iniciar la prueba. Ésta comienza aumentando la presión del circuito de respiración del paciente a 60 cm de H₂O. A continuación, el respirador muestra los mensajes siguientes en orden: “Prueba de fugas” – “Perdida prueba de fugas” –“En curso”.
- C. El respirador mantiene y mide de nuevo la presión del circuito. Si la pérdida de presión está dentro de límites aceptables, la prueba se supera y el respirador muestra el mensaje “Prueba superada”.
- D. De otro modo, la prueba no se supera y el respirador muestra el mensaje “Fallo”.
- E. Si no supera la prueba, compruebe todas las conexiones, asegúrese de que no hay fugas y vuelva a llevar a cabo esta prueba.
- F. Si de todos modos no consigue superar la prueba, revise y verifique los empaques del sistema neumático del ventilador conforme al manual de servicio del fabricante.

11.4.12 CALIBRACION DE SENSOR DE O₂

VELA

Para realizar la calibración se pulsa dentro del menú de calibraciones el botón de calibración de FiO₂. Puede optar entre efectuar una calibración con aire ambiente o una calibración con oxígeno al 100%. Se puede efectuar con o sin paciente; ahora bien,

AVEA

La calibración del sensor de oxígeno se realizará al mismo tiempo de forma automática junto con la medición de la flexibilidad del circuito del paciente y la prueba de fuga, seleccionando la prueba de sistemas extendidos (ETS). El tiempo máximo para la EST es de 90

asegúrese de que el paciente puede tolerar el aire del ambiente u oxígeno al 100% durante los aproximadamente cuatro minutos que dura el procedimiento. La calibración se realiza en forma totalmente automática una vez pulsado el botón adecuado segundos. Para reiniciar la EST en cualquier momento, seleccione el botón Cancel (Cancelar) para volver a la pantalla de configuración. Tras completar cada prueba, el ventilador mostrará el mensaje “correcto” o “incorrecto” junto a la prueba correspondiente. Una vez completada la prueba, presione el botón continuar para volver a la pantalla de configuración.

11.4.13 PRUEBAS DE VERIFICACIÓN MANUAL

- I. Antes de conectar el ventilador a un nuevo paciente, lleve a cabo las siguientes verificaciones de forma manual.
- II. Conecte al circuito un pulmón de prueba o bolsa de un litro.
- III. Encienda el equipo, elija nuevo paciente y aceptar. Eso devuelve todos los parámetros a sus valores predeterminados.
- IV. Para chequear el rendimiento del monitor, deje funcionar el respirador durante dos minutos. Observe los parámetros monitoreados.
 - a. Volumen minuto $6 \text{ lt} \pm 0,6 \text{ lt}$
 - b. Volumen corriente $500 \text{ ml} \pm 50 \text{ ml}$
 - c. Relación I:E $1:3.3 \pm 10\%$
 - d. Frecuencia respiratoria $12 \text{ rpm} \pm 2 \text{ rpm}$
 - e. PEEP $0 \text{ cmH}_2\text{O} \pm 2 \text{ cmH}_2\text{O}$
 - f. Tiempo inspiratorio $1,15 \text{ segundos} \pm 0.05 \text{ segundos}$
- V. Cheque las alarmas de la siguiente forma:
 - a. Chequeo de falla de la alarma de alimentación eléctrica.
 - b. Desconecte el cable de alimentación de la toma corriente. El ventilador debe realizar las siguientes acciones:
 - i. Conmutar la alimentación con batería.

- ii. Hacer sonar la alarma audible.
 - iii. Apagar el indicador de la fuente de alimentación de CA.
 - iv. Mostrar el mensaje de batería ON en la ventana de alarma.
 - v. Se encenderá el LED de batería interna.
- VI. Pulse el botón de Reset alarmante para desactivarla.
- VII. Conecte de nuevo el cable de alimentación de CA en la toma de pared.
- VIII. Chequeo del límite de presión alta.
 - a. Disminuya el valor de la alarma de alta presión a 5 cm de H₂O por debajo de la Presión Inspiratoria Máxima (PIP). Cuando el respirador pase a la inspiración y exceda el límite de presión alta, se activará la alarma de presión alta. Cuando esto ocurra, el ventilador:
 - i. Inmediatamente ciclara a la fase espiratoria.
 - ii. Hacer sonar la alarma audible.
 - iii. Mostrará el mensaje de alta presión en la ventana de alarma.
 - b. Programe nuevamente el valor de la alarma de presión alta en 5 cm de H₂O por encima de PIP y pulse el botón Reset alarma para desactivarla.

11.4.14 REEMPLAZO DE PARTES

Se reemplazan anualmente las siguientes partes:

- Filtro de entrada de aire.
- Filtro de entrada de oxígeno.
- Filtro de entrada del compresor.
- Filtro de salida del compresor.
- Diafragma de exhalación.
- Filtro del ventilador.

- Sensor de O₂.

11.4.15 PROCEDIMIENTO DE DESCARGA DE LA BATERIA PARA REEMPLAZO

- I. Desconecte las baterías externas si están instaladas.
- II. Encienda el equipo y seleccione un caso nuevo.
- III. Si la unidad tiene un compresor interno, desconecte el aire de la pared.
- IV. Registre la hora de inicio de la prueba y desconecte la unidad de la red eléctrica hasta que se apague.
- V. Verifique que la unidad funciona durante 30 minutos con un compresor o 1 hora sin compresor.
- VI. Si la unidad funciona durante el tiempo especificado, vuelva a enchufarla en el receptáculo de CA y cárgala durante 4 horas. Si la unidad no funciona durante el tiempo especificado, las baterías deben ser reemplazadas.

11.4.16 REEMPLAZO DE SENSOR DE O₂

Realizar el reemplazo del sensor de O₂ si no se aprueba con éxito la calibración del mismo.

VELA

- Retirar la pantalla del filtro de entrada, podrá acceder a la célula de O₂.
- El sensor de O₂ es visible a la izquierda. Desconecte el conector del cable de la célula de O₂ de la base del colector.
- Gire y tire de la célula de O₂ con firmeza para retirarla.

AVEA

- Localiza la funda de goma que cubre el sensor en la parte trasera del motor de entrada de gases.
- Retire con cuidado la funda del sensor y retire el conector de O₂ conectado al sensor de O₂ del sensor de O₂.
- Desenrosque el sensor de O₂ y retíralo del motor de entrada de gases.

- Saque el nuevo sensor de O₂ del embalaje y enrosque en el orificio del motor de entrada de gas.
- Conecte el conector de la célula de O₂.
- Vuelva a colocar la funda de goma en el sensor de O₂

11.5 DOCUMENTACIÓN

La documentación permite al personal biomédico tener un respaldo físico del mantenimiento o servicio realizado a los equipos médicos, para ello el Ingeniero responsable tendrá que realizar una orden de servicio (OS) donde especifique las acciones realizadas, a la OS se anexará como respaldo los resultados de la inspección física, evaluación de desempeño y test de seguridad eléctrica, que será firmado y sellado por el responsable del área usuaria de donde es proveniente el equipo. Proporcionando una copia a quien recibe el equipo, el documento en original será registrado en la bitácora de mantenimiento digital del departamento de biomédica y archivado conforme a los procedimientos internos del departamento.

Se colocará en un lugar visible del equipo la etiqueta de identificación donde describa el servicio realizado, el responsable de este, fecha e información general del equipo (anexo C).

11.6 REINSTALACIÓN DE VENTILADOR AL SERVICIO MÉDICO

La ruta de retorno segura COVID-19 permitirá instalar los equipos de ventilación mecánica a los servicios médicos correspondientes, la entrega de la documentación y la aceptación del equipo por el personal médico confirman y avalan el servicio realizado.

Para ratificar la entrada del equipo médico, conforme a las políticas internas del COE-ISSEMYM se registrará en la bitácora del área usuaria:

“DD/MM/AAAA

00:00:00 hrs

Se reincorpora al servicio el ventilador mecánico que se retiró por mantenimiento marca xxx, modelo xxx con número de serie xxx del área de xxx en las siguientes condiciones físicas y de funcionamiento (describir brevemente el estado en que se entrega el equipo médico).

Firma de salida del responsable del área

Firma de responsable de Departamento de Biomédica”

12 RESULTADOS

Los principios involucrados en los protocolos para el cuidado, prevención y protección de pacientes vulnerables con cáncer y el personal médico y técnico del COE- ISSEMYM durante la pandemia de COVID-19 incluyen la implementación de rutas de traslado que permita el control del flujo de multitudes evitando la contaminación cruzada, en el retiro de ventiladores mecánicos del servicio asignado.

Para ello la planificación y garantía de accesos y rutas diseñados para el cumplimiento de las actividades médicas hospitalarias y el acceso a la atención médica de calidad representa una oportunidad de crecimiento en la logística del hospital, en donde el departamento de ingeniería biomédica y electrónica participo activamente en el diseño de planos para las rutas de retiro e incorporación a los servicios médicos de los seis equipos de ventilación mecánica que hacen frente en el tratamiento por el virus SARS COV2.

La implementación de rutas consiste en un trabajo colaborativo con cada una de las áreas de atención para poder cumplir correctamente con los objetivos planteados. Los ventiladores mecánicos se retiran del servicio asignado por tres razones principales, la programación del mantenimiento preventivo del equipo, reporte de fallo que involucra mantenimiento correctivo y la reasignación de área, para ellos se sigue una serie de paso estructurados como lo es, la identificación del equipo en cuestión, coordinación del mantenimiento con área usuaria y así disponer libremente del ventilador, retiro del servicio asignado, traslado por medio de rutas delimitadas, acceso a la estación de desinfección y cuarentena, mantenimientos

preventivo y correctivo, documentación de las acciones realizadas en el mantenimiento y la reinstalación de los equipos al área usuaria.

Como resultado del trabajo activo que realizó el departamento de ingeniería biomédica para realizar los servicios de mantenimiento fue la evaluación de rutas y creación de croquis que favorezcan los objetivos planteados, para ello el retiro del ventilador mecánico de la zona temporal COVID-19 que se ubica en el primer nivel del COE-ISSEMYM pasa por los pasillos y salas de espera de laboratorio e imagenología para poder ingresar al elevador que conecta a la salida posterior del hospital por el estacionamiento(Fig.6), continuando hasta la zona de desinfección y cuarentena(Fig.7), es importante mencionar que la ruta por donde se traslada el equipo hasta su destino es desinfectado mediante el apoyo del personal de intendencia.

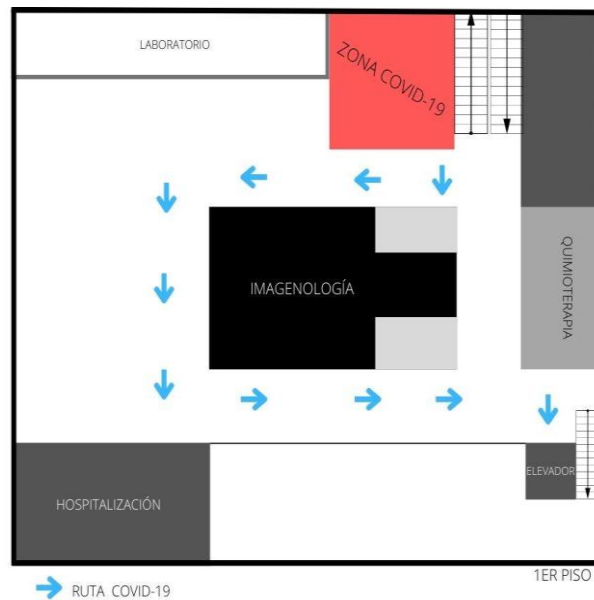


Fig. 6 Ruta COVID-19 1er piso. Ruta de traslado de los vm contaminados es identificado con una flecha azul en el piso. El flujo debe de seguir para llegar al elevador que conecta a la salida del hospital.

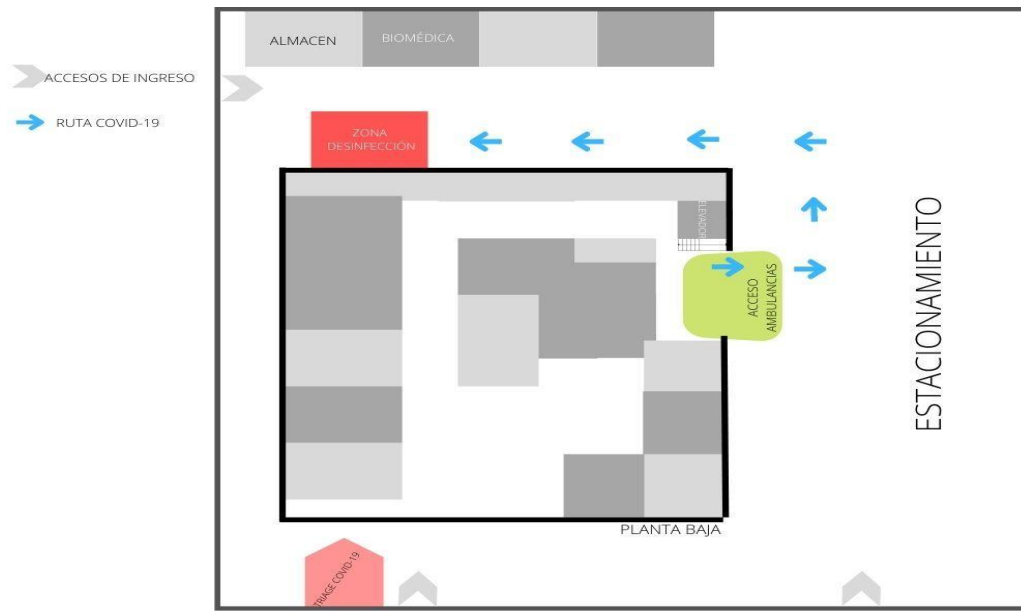


Fig.7 Ruta COVID-19 Planta Baja. Retirado el ventilador mecánico del hospital se continua con la ruta señalada con flechas azules hasta a la Zona de desinfección y cuarentena.

Para la reinstalación de los equipos descontaminados, funcionales y listos para su uso se sigue una ruta paralela a la de retiro como se describen en las figuras 8 y 9.

Una vez finalizado el mantenimiento correspondiente del ventilador mecánico se retira de la zona de desinfección y cuarentena para su ingreso al departamento de Ingeniería biomédica y electrónica, en donde se realizan los test de evaluación de desempeño, recordando que por sus especificaciones técnicas los analizadores tanto de seguridad eléctrica y flujo no pueden ingresar a la Z-DC.

Realizados los test de desempeño (Anexo B) se realiza la documentación correspondiente para su entrega. Se sigue la ruta delimitada en el piso con flechas verde del departamento de biomédica hasta el elevador de planta baja, posteriormente se continua por el pasillo de los cubículos de quimioterapia que conecta a la sala de espera de la unidad temporal COVID-19. La entrega de los ventiladores mecánicos se realiza mediante el transfer del área, se comunica con anticipación al personal del reingreso del equipo a su unidad coordinando y facilitando el traslado.

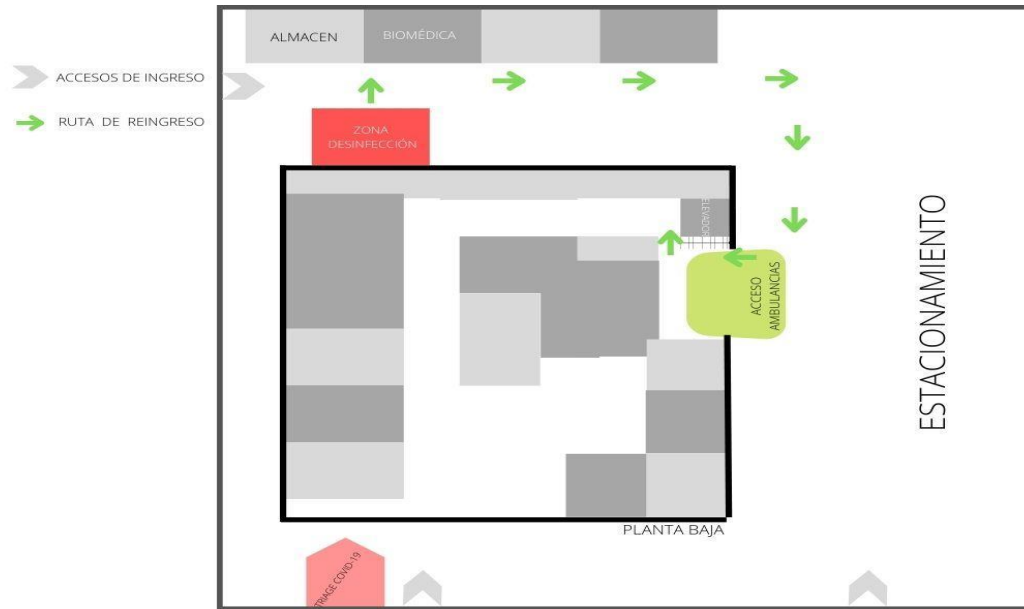


Fig. 8 Ruta de reingreso Planta Baja. Las flechas de color verde señalizan la ruta de traslado de los equipos que se reintegran a los servicios médicos, se ingresa el ventilador al hospital mediante el acceso de ambulancias, trasladándose por el elevador hasta primer piso.

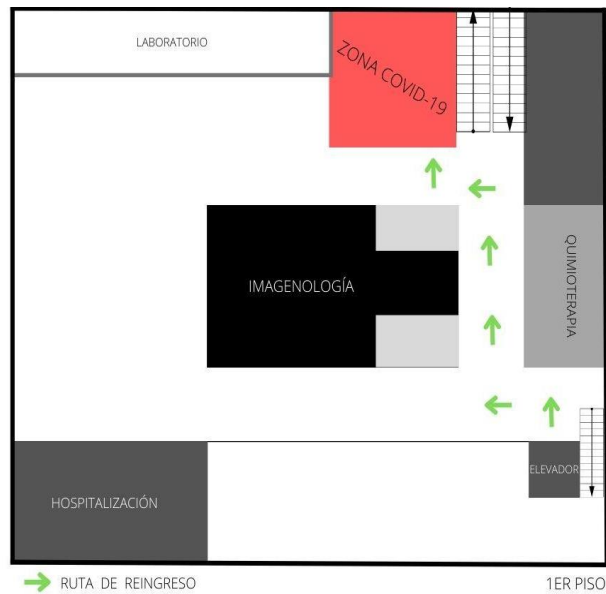


Fig. 9 Ruta de reingreso 1er Piso. La ruta continua por el pasillo de quimioterapia con acceso únicamente para el personal autorizado, hasta la sala de espera de la zona temporal COVID-19, donde se hace entrega del equipo por el transfer del área.

Conjuntamente a las rutas de traslado se implementó una estación temporal de desinfección y cuarentena(Z-DC), donde se llevan a cabo los mantenimientos bajo las medidas sanitarias adecuadas para evitar el riesgo de contagios siguiendo las recomendaciones de la OMS, SSA, Gobierno Federal, IMSS y la iniciativa del COE-ISSEMYM para evitar la propagación del virus, implementando la normatividad vigente, y de este modo cumplir con los protocolos de bioseguridad para la protección del personal biomédico que colabora en el hospital; para ello la jefatura del departamento de ingeniería biomédica generó el programa de mantenimientos preventivos en donde se integró un programa exclusivo para los equipos médicos asignados a la zona temporal COVID-19 incluidos los protocolos de mantenimiento con todas las medidas de seguridad en el manejo y manipulación de equipos contaminados, entre ellos los ventiladores mecánicos.

Las acciones que se expresa a lo largo del presente documento tuvieron como resultado la creación de rutinas de mantenimientos que agilizan, simplifican y facilitan el mantenimiento de los vm en un entorno de urgencia, las cuales consisten en una serie de acciones que describen el mantenimiento preventivo y correctivo para los ventiladores mecánicos invasivos adulto-pediátricos VIASYS modelo VELA y AVEA que se especifican a continuación:

Rutina de mantenimiento preventivo para ventilador:

1. Revisión e inspección visual de estructura física.
2. Revisión interna de conexiones neumáticas verifique que ninguna de ellas se encuentre en mal estado y conectadas correctamente de manera que permita su funcionamiento adecuadamente.
3. Revisión de conexiones electrónicas verificando que ninguna de ellas se encuentre en mal estado, verificar funcionamiento de tarjetas y componentes eléctricos.
4. Limpieza interna y externa:
 - Limpieza de carcasa exterior.
 - Limpieza interna de tarjetas electrónicas.
 - Eliminación de polvo por uso.

- Limpieza de panel frontal.
 - Limpieza de filtros de entrada.
5. Revisión y verificación de funcionamiento operacional de suministro de corriente alterna y oxígeno.
 - Rango de suministro de CA de 110 a 110 VAC.
 - Verifique fuente de suministro de oxígeno se encuentre limpia y seca cumpliendo con las especificaciones de agrado médico.
 - El suministro de oxígeno debe de estar dentro del rango de operación de 40 a 60 psi (2.8 a 4.2 bar).
 6. Revisión de empaques y diafragma de válvula de exhalación determinado su vida útil y funcional.
 7. Inspección de:
 - Filtro de ventilación.
 - Filtros internos.
 - Filtro de entrada de gas ambiental.
 8. Inspección de válvulas check de gas.
 9. Prueba de batería de respaldo, verificar suministro de respaldo por 30 minutos.
 10. Verificar:
 - Funcionamiento de turbina.
 - Controles manuales de blender.
 - Panel frontal.
 - Lámparas indicadoras.
 - Prueba de sistema de seguridad.
 11. Realiza prueba de entrega de mezcla de oxígeno en concentraciones indicadas de entrega de fracción inspiratoria de oxígeno (Utilizar analizador de gas).
 12. Pruebas de operación de transductor de monitorización de presión (simulador de paciente).
 13. Revisión de horas uso, versión de software y código de eventos registrados.

14. Verificación de funcionalidad de indicadores visuales luminosos del panel de control.
15. Verificación de turbina, garantizar su óptimo funcionamiento de manera que el volumen programado corresponda con el monitorizado.
16. Realizar pruebas de alarma.
17. Verificación de panel de control (parámetros monitorizados).
18. Prueba de funcionalidad de la pantalla, despliegue de curvas y valores ventilatorios.
19. Verificación de válvula de seguridad.
20. Verificación de teclas.
21. Verificación de accesorios:
 - Circuito de paciente.
 - Cuerpo de exhalación.
22. Calibración (analizador de flujo).
23. Realizar pruebas de seguridad.

Rutina de mantenimiento para humidificador

1. Revisión e inspección visual de estructura física, contactos eléctricos y conectores.
2. Limpieza interna y externa.
3. Verificación y pruebas de hermeticidad de la cámara de humidificación, estado físico de empaque.
4. Verificación y pruebas de elementos técnico.
5. Verificación y pruebas de alarmas visuales.
6. Verificación y estado físico de sensor de temperatura.
7. Verificación del calentador de tubo.

Rutina de mantenimiento correctivo

1. Inspección del equipo.
2. Memoria fotográfica del estado físico y operativo del equipo.
3. Acciones correctivas para restablecer el funcionamiento.

4. Para el cambio o reemplazo de refacciones realizar la orden de solicitud correspondiente con el dictamen técnico anexo.
5. Elaboración del reporte.

Los resultados obtenidos de las inspecciones físicas (anexo A) y las pruebas de desempeño de los ventilados mecánicos (anexo B) fueron registrados en una primera versión que sirven como apoyo y complemento a la documentación que respalda la funcionalidad de los equipos esto como resultado del protocolo implementado y de la creación de programas personalizados en los softwares de los analizadores que complementan el mantenimiento preventivo.

Con el objetivo de lograr la integración entre los factores tecnológicos y humanos frente a la pandemia por el virus SARS COV 2 se propuso un marco de referencia mediante el cual sea posible estimar el cumplimiento en tiempo, cumplimiento en evento y operatividad del departamento de ingeniería biomédica y electrónica con el fin de conocer que tanto influyo el proceso aplicado en la efectividad y eficiencia de los biomédicos en el hacer de su labor, teniendo un referente para futuras implementaciones que intervengan en la mejora de la calidad del servicio de salud en el COE-ISSEMYM, por ello se describen los siguientes resultados

TABLA 6 Indicadores de evaluación

Concepto	Definición		
Indicador	Cumplimiento por tiempo de la ejecución de los mantenimientos programados	Cumplimiento por evento de los mantenimientos preventivos programados	Operatividad del equipo en función
Unidad de medida	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Tipo de indicador	Eficiencia	Efectividad	Eficiencia
Programación	90 minutos	6 servicios	800 horas uso
Resultado	Bimestral	Bimestral	Bimestral

Es preciso mencionar que los resultados obtenidos que se presentan a continuación no describen directamente el desempeño del biomédico, existen variables en constante cambio por la evolución de la investigación del tratamiento, protocolos y

medidas de prevención ante el COVID-19, dado que el presente protocolo se realiza sobre la marcha de encontrar un modelo de comportamiento adecuado que favorezca a disminuir los contagios y muertes por el virus.

Entre las variables que se toman en cuenta son el tiempo de operatividad del equipo, debido a que el soporte de vida que presta un ventilador mecánico puede ser de horas y alargarse hasta meses, siendo necesario contrarrestar el desgaste del uso continuo 24/7 del equipo con las rutinas de mantenimiento antes mencionadas o la coordinación con el personal COVID-19 para el remplazo temporal del soporte de vida por otro equipo para poder realizar el servicio correspondiente y así garantizar su funcionalidad de este, de igual forma la demanda y desbaste nacional por equipos de ventilación mecánica limitan el cumplimiento en tiempo y forma del mantenimiento, priorizando el uso de este ante su urgencia para el tratamiento ventilatorio, re-agendando los mantenimientos programados.

TABLA 7 Resultado de la evaluación de indicadores

VM	Bimestre 1			Bimestre 2			Bimestre 3			Bimestre 4		
	C.T	C.E	Op.	C.T	C.E	Op.	C.T	C.E	Op.	C.T	C.E	Op.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	92.45	100	99.15	92.45	100	99.46	98.30	100	98.35	98.08	100	98.61
2	92.56	100	98.74	92.56	100	98.74	97.92	100	98.14	97.25	100	98.07
3	93.12	100	99.68	93.12	100	99.68	97.82	75	98.05	98.65	100	98.22
4	94.81	100	97.35	94.85	100	97.35	97.48	100	98	98.77	100	98.39
5	92.79	100	99.21	92.90	100	99.21	97.62	75	97.80	97.86	100	98.10
6	93.41	100	99.46	93.41	100	99.46	98.50	100	99.10	99.08	100	97

C.T: Cumplimiento por tiempo, C.E: Cumplimiento por evento, Op.: Operatividad

Dentro del marco de la pandemia y la puesta en marcha del protocolo, el primer bimestre en comparación con los bimestres posteriores se tuvo el menor cumplimiento en tiempo de los mantenimientos, la respuesta de adaptación de los biomédicos a los protocolos y medidas de seguridad en el servicio que se realiza a

los ventiladores mecánicos genero un reto individual de aprendizaje, a diferencia del resto de los bimestres se puede observar el cambio significativo de este indicador denotando un adaptación al modus operandi del personal biomédico en la nueva normalidad del trabajo hospitalario de la ingeniera clínica.

Por su parte el indicador de cumplimiento en evento del tercer bimestre en comparación al resto, resulto en un promedio del 91.66%, esto debido a que no se tuvo acceso al ventilador 3 y 5 para poder realizar en tiempo y forma los servicios programados como se observa en la figura 12, por las razones antes mencionadas.

En cuanto a la operatividad de los ventiladores mecánicos podemos observar en el comportamiento de las gráficas que en los primeros dos bimestres se tuvo mayor porcentaje de este indicador en comparación a los últimos bimestres, esto de debido a la disminución de atención de casos COVID-19, es importante recordar que el COE-ISSEMYM abrió su puertas para la reconversión temporal a hospital hibrido para hacer frente al desabasto de camas hospitalarios para la atención de pacientes contagiados por el virus, siendo un potencial riesgo mantener por un tiempo prolongado este servicio para la población de pacientes que atiende en primer instancia el hospital.

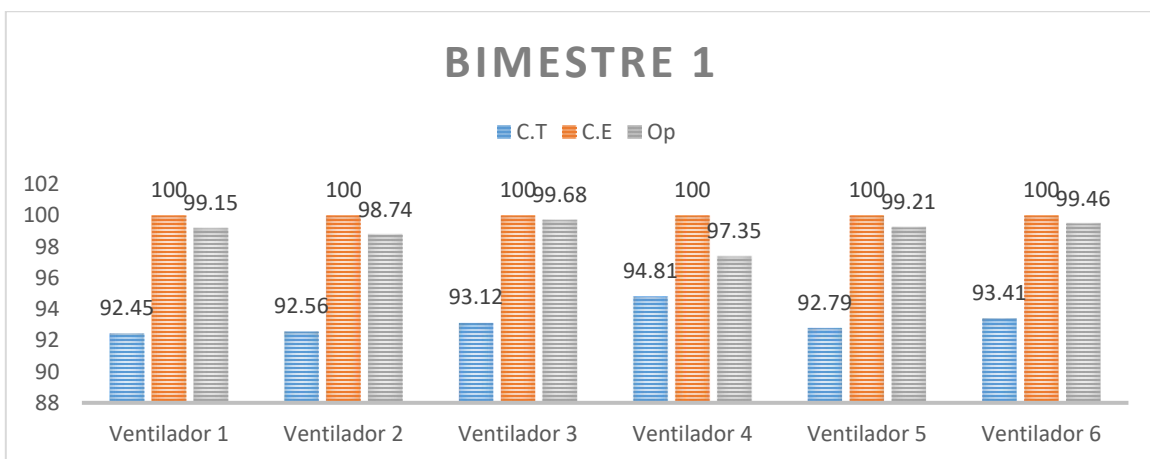


Fig. 10 Bimestre 1. Se observa en la figura el comportamiento inicial de la puesta en marcha en la implementación del protocolo con un promedio de C.T 93.19%, C.E 100% Y Op. 98.93%

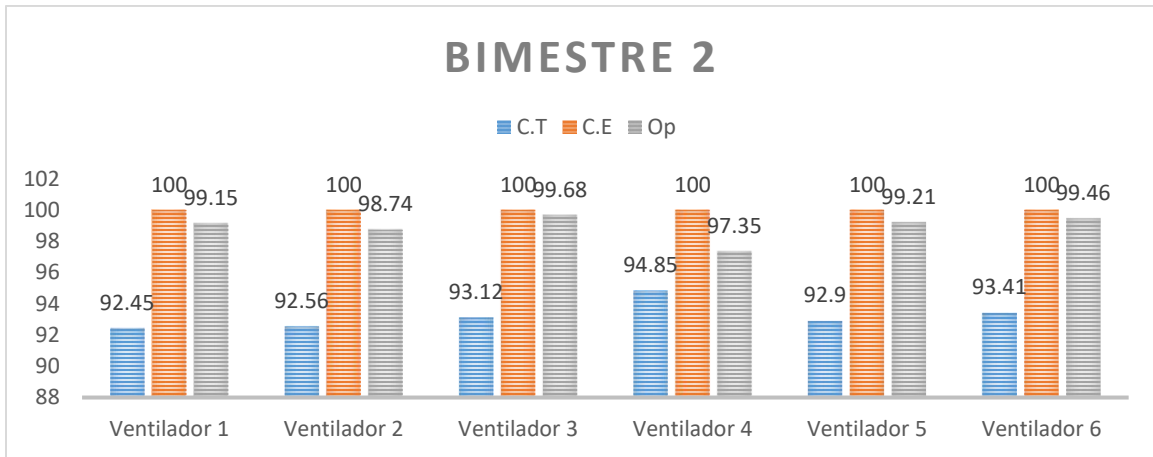


Fig. 11 Bimestre 2. El comportamiento de los indicadores durante el segundo bimestre es significativamente mejor que el primer bimestre con un promedio de C.T 93.21%, C.E 100% Y Op. 98.93%

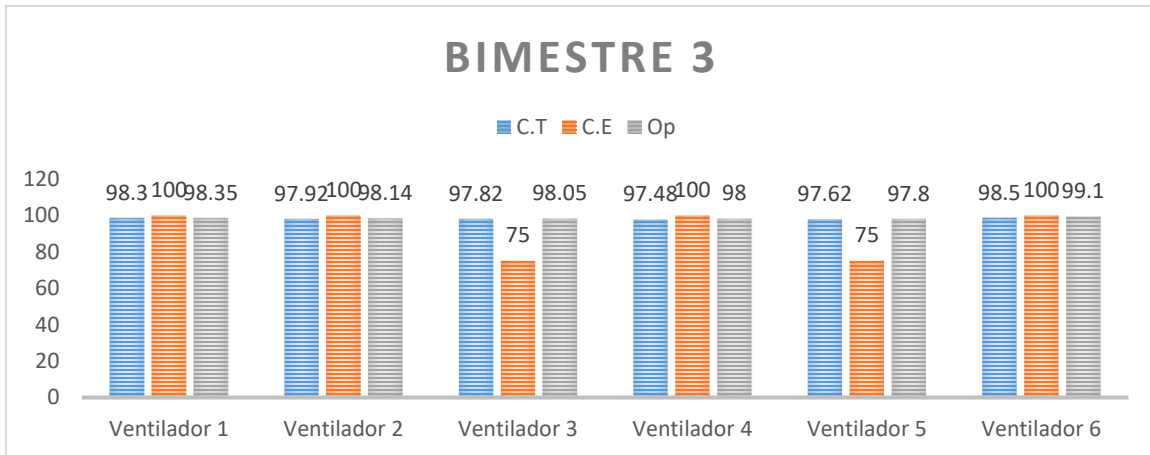


Fig. 12 Bimestre 3. Se puede observar un promedio de C.T 97.94%, C.E 91.66 % Y Op. 98.24% infiriendo un aumento en el porcentaje de los indicadores considerablemente, esto debido a la familiaridad y acoplamiento con las instrucciones del protocolo implementado.

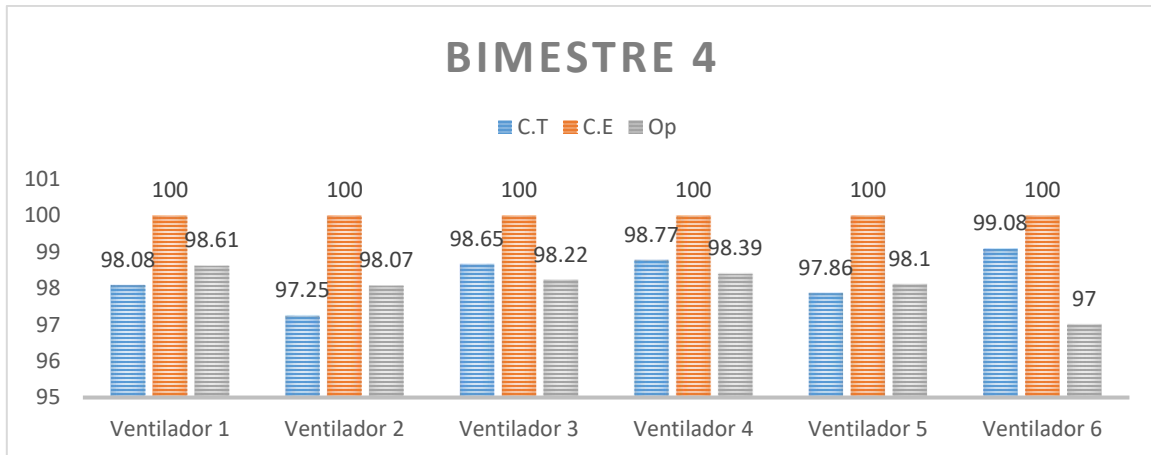


Fig. 13 Bimestre 4. Como último bimestre de evaluación del departamento de ingeniería biomédica en atención a la reconversión de hospital híbrido se obtuvo un promedio de C.T 98.28%, C.E 100% Y Op. 98.06%.

La implementación del protocolo tuvo una repercusión positiva en el departamento de ingeniería biomédica, por su parte ninguno de los ingenieros que colaboran dentro del instituto se contagiaron del virus, se cumplió estrictamente con las medidas de seguridad y cumpliendo con acatar minuciosamente los protocolos implementados.

13 CONCLUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos en la implementación del protocolo de mantenimiento, uso y conservador de ventiladores mecánicos frente a la contingencia sanitaria por el virus SARS-COV2, se puede concluir a bien el cumplimiento de los objetivos planteados.

El reporte generado por parte de la jefatura del departamento de Ingeniería biomédica y electrónica, informo que no se tuvo registro de contagios, ni positivos al virus en el departamento durante la atención a pacientes COVID-19, afirmando que la implementación temprana de protocolos de bioseguridad en el retiro, traslado y mantenimiento preventivo de equipos de ventilación mecánica, que implican el manejo del EPP, señalización de rutas de traslado y la instalación provisional de zona de desinfección y cuarentena, influyó positivamente en el resultado.

A demás del cumplimiento en tiempo y forma de los servicios de mantenimiento de los equipos, los cuales se presentaron en las mejores condiciones físicas y de funcionamiento para su incorporación en las distintas áreas de atención para su uso continuo y prolongado.

Considerando que el actuar responsablemente evita contaminación cruzada del personal hacia el paciente y viceversa, es por ello que se demuestra la importancia de proceder bajo un protocolo electivo esencial que permite reducir el riesgo de contagios, y mortalidad de esta y otras enfermedades que se presenten en el futuro.

Por tal motivo podemos concluir diciendo que el presente trabajo integró los procedimientos necesarios para el ejercicio de las funciones asignadas al mantenimiento, uso y capacitación de ventiladores mecánicos que fungen como soporte de vida en la terapia respiratoria. dentro de las distintas áreas de atención médica del COE-ISSEMYM que fungió como hospital híbrido en atención a la pandemia COVID-19, el procedimiento descrito dentro de este trabajo no aplica para ventiladores de las unidades de anestesia; constituyéndose este documento como herramienta de apoyo y consulta (estandarización) para el personal que interviene

en sus procesos (enfermería, medicina interna, unidad temporal COVID, biomédicos e intendencia), las autoridades que lo requieran y, en su caso, para los interesados.

14 RECOMENDACIONES

La pandemia por COVID-19 genero obligatoriamente a los sistemas de salud a nivel mundial a implementar y/o mejorar las medias y estrategias de bioseguridad, dentro de las clínicas de atención en todos los niveles. Considerando que COE-ISSEMYM asiste a una población altamente vulnerable por los riesgos de complicaciones al contraer el virus, y derivado del análisis de las funciones realizadas se recomienda:

1. Generar fases de preparación de protocolos para los mantenimientos de los equipos médicos de las distintas áreas de atención crítica.
2. Establecer un programa de atención biomédica en entornos urgentes y capacidad limitada con optimización de recursos, para los pasantes de la Licenciatura de Bioingeniería Médica.

Las recomendaciones antes mencionadas, comprende se involucre a las nuevas generaciones de profesionistas en el área de la salud en el ámbito de la ingeniería clínica en las propuestas y mejoras de las instituciones en las que se realiza el servicio social, donde se presenten problemáticas y oportunidades de mejora.

En las que se desarrollan los conocimientos y habilidades adquiridas en su formación académica, potencializando sus virtudes y trabajando en sus debilidades, para crear profesionistas con espíritu de servicio.

15 REFERENCIAS

- Ana Karina Vargas-Lara, V. S.-V. (Julio de 2020). SARS-CoV-2: una revisión bibliográfica de los temas más relevantes y evolución del conocimiento médico sobre la enfermedad. *Neumol. cir. torax*, 79(3). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0028-37462020000300185&script=sci_arttext
- Andrés Bufoñ Galiana, C. R. (2011). VENTILACIÓN MECANICA . *ACTA MEDICA PERUANA*, (págs. 28(2), 87-104).
- Andrés E, C. M. (2021). VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA EN EL PACIENTE PEDIÁTRICO. *Neumología Pediátrica*, 12(1), 15-22. doi:<https://doi.org/10.51451/np.v13i1.282>
- Aragón-Nogales R, V.-A. I.-N. (2019). MG. COVID-19 por SARS-CoV-2: la nueva emergencia de salud. *Rev Mex Pediatr*, 86(6). doi:10.35366/91871
- Blanca G, R. M. (2008). Una nueva intervención en la Clasificación de Intervenciones de Enfermería. *NURE investigación: Revista Científica de enfermería*.
- Bonet, P. R. (2003). Intubación, sedación y adaptación a la ventilación mecánica. *Series. Ventilación mecánica en pediatría (vi)*, 462.
- Brochard L, H. A. (1989). Inspiratory pressure support prevents. *Am Rev Respir*, 139:513–21.
- Cárdenas, R. (2021). *Una mirada de factores y un desenlace funesto: la mortalidad por Covid-19 en México*. México: COYUNTURA DEMOGRÁFICA, NÚM.19,.
- Carlos A. Castañeda, M. C.-V. (2020). COVID-19 EN PACIENTES CON CÁNCER: REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.*, 37(4):611-9. doi:doi: <https://doi.org/10.17843/>
- Castro, G. G. (2021). Protocolo de prueba de ventilador mecánico para atención de pacientes con COVID-19 en modelo porcino. *Peru Med Exp Salud Publica*, 159.
- CENETEC, C. N. (2006). Ventilador Invasivo. En C. N. Salud. México. Obtenido de http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/26gt_VentiladorInvasivo.pdf
- Chiappero G, V. F. (2005). *Ventilación Mecánica. Libro del Comité de Neumología Crítica de la SATI*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- CSH, S. (1992). Mechanical ventilation design and function: The trigger variable. . *Respir Care*, 37:1036-69.

- Dabanch, J. (2021). Emergencia de SARS-COV-2. Aspectos básicos sobre su origen, epidemiología, estructura y patogenia para clínicos. *Elsevier Public Health Emergency Collection*, 32(1):14-19. doi: 10.1016/j.rmcl.2020.12.003
- DGE, D. G. (2022). *Datos abiertos dirección general de epidemiología*. México.
- Dueñas C, O. G. (2003). Ventilación Mecánica. En *Aplicación en el Paciente crítico*. Bogotá, Colombia. : Distribuna.
- Engleman, H. A.-J. (1996). Uso autoinformado de CPAP y beneficios de la terapia con CPAP. *una encuesta de pacientes*. *Cofre* , 109 (6), 1470-1476.
- Gilberto Barranco-Lampón, Y. B.-M.-M. (ABRIL de 2022). COVID-19 in patients with hematological diseases. *Gaceta médica de México vol.157 supl.3*, 1-7. doi:<https://doi.org/10.24875/gmm.m21000488>
- Grace, K. (1988). *The Ventilador: selection of mechanical ventilators*. *Critical Care Clinics* (Vol. 14). Ph. Pennsylvania. USA: W.B. Saunders Company.
- H. Lu, C. S. (2020). Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan China: the mystery and the miracle. *J. Med. Virol.*, 402. doi:10.1002/jmv.25678
- Hoekema, A. S. (2008). Tratamiento de la apnea obstructiva del sueño. *Diario de investigación dental*, 87 (9), 882-887.
- I.I. Bogoch, A. W.-B. (2020). Pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: potential for international spread via commercial air travel. *J Trav Med.*, 7. doi:10.1093/jtm/taaa008
- J.F. Zhang, K. Y. (2020). SARS-CoV-2 turned positive in a discharged patient with COVID-19 arouses concern regarding the present standard for discharge. *Int J Infect Dis.* . doi:10.1016/j.ijid.2020.03.007
- Jesús, V. S. (2020). *Epidemiología de COVID-19 en México: del 27 de febrero al 30 de abril de 2020*. Obtenido de EL SEVIER: <https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.05.007>
- Jorge, A. B. (2020). *Desarrollo e implementación de un registro nacional de pacientes con cancer y COVID-19, a través de una plataforma digital: ONCOVID-MEX*. México: Universidad La Salle, México.
- L. Blanch Torr, R. F. (1998). Ventilación Mecánica. Introducción a la física de la ventilación mecánica. En S. B. A. Net, *VENTILACIÓN MECÁNICA*.
- ME, G. (2007). Ventilación Mecánica Básica, Procedimientos Respiratorios. En *Tratado de Enfermería de Cuidados Críticos y Neonatales*. Obtenido de <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion5/capitulo82/capitulo82>.

- Moreno, G. E. (23 de 04 de 2020). *Análisis de los ventiladores adquiridos en México para la atención de la emergencia sanitaria publicados en medios de comunicación*. CD. MÉXICO: CENETEC.
- Muñoz, F. G. (2011). Ventilación mecánica. *Acta Médica Peruana v.28 N. 2*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172011000200006
- Nadar S, P. N. (2005). Positive pressure ventilation in the. *Int J Cardiol*, 99:171-185.
- Nava S, B. C. (1997). Patient-ventilator interaction and inspiratory effort during pressure support ventilation in patients with different pathologies. *Eur Respir J*, 10:177-83.
- OMS, O. W. (11 de 03 de 2020). *Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19-11 March 2020*. Obtenido de <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
- OMS, W. H. (s.f.). *Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Reports situation reports*. Obtenido de <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200211-sitrep-22-ncov.pdf>
- Petrova D, P. G. ([Citado 24/03/2020];154:[Aprox. 2 p.]. de 2020). *Implicaciones de la pandemia por COVID-19 sobre el cáncer en España*. Obtenido de Medicina Clínica [Internet].: <https://doi.org/10.1016/j.medici.2020.04.011>
- S, M. (1997). Randomized, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med*, 25: 620-628.
- Sánchez-González, M. Á. (2021). HISTORIA Y FUTURO DE LAS PANDEMIAS. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 32(1), 7-13. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2020.12.007>
- Suárez Rodríguez C, C. F. (2020). *Características y tratamiento del paciente oncológico en el marco de la actual pandemia de la COVID-19*. Obtenido de Rev haban cienc méd [Internet]: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3396>
- Tobin, M. J. (2012). *Principles and practice of mechanical ventilation* (Vol. 4). McGraw Hill Professional. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=ed_Bu-aN52QC&q=Principles+and+practice+of+mechanical+ventilation&dq=Principles+and+practice+of+mechanical+ventilation&hl=es&sa=X&redir_esc=y
- Urrutia Illera, I. M. (2006). VENTILACIÓN MECÁNICA. *Fisioterapeuta. Profesora Asistente Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca*.

World Health Organization, N. C.-n.-2. (2020). *Ginebra: World Health*. Obtenido de Ginebra: World Health: :
<https://www.who.int/docs/defaultsource/coronaviruse/situation-reports/20200211-sitrep-22-ncov.pdf>

16 ANEXOS

16.1 ANEXO A "INSPECCIÓN FÍSICAS"

Fecha (dd-mmm-aaaa)	No. de Serie	MODELO

Instrucciones: Realizar la inspección y marcar con una "V" si se acepta en la casilla de "Aprobado" o con una "X" si se rechaza en la casilla de "Rechazado".

REVISIÓN DE ACCESORIOS					
CANTIDAD	No. Parte	DESCRIPCIÓN	Dictamen		
MANGUERAS PARA SUMINISTRO DE GASES DE GRADO MÉDICO			Valor	Aproba do A	Rechaza do X
		Brazo porta circuito de paciente	N.A.		
		Manguera de 5m, oxigeno con conexión diss c/regulador	N.A.		
		Manguera de 5m, AIRE con conexión, c/regulador y trampa de agua	N.A.		
		Humidificador	N.A.		
		Blender de alto flujo	N.A.		
		Sensor de Flujo Adulto reusable/desechable	N.A.		
		Manguera p/sensor de flujo de 3m/7ft con sensor desechable	N.A.		
		FILTRO BACTERIAL /VIRAL C/HEPA	N.A.		
		Nariz artificial	N.A.		
INSPECCIÓN FÍSICA					
DESCRIPCIÓN			Dictamen		
SUMINISTRO DE GASES DE GRADO MÉDICO			Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
Verificar etiqueta en la conexión correspondiente.			N.A.		
Revisar Conexión Diss O2 en la entrada de suministro de gases			N.A.		

VENTILADOR MECÁNICO	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
Verificar que la pantalla del ventilador está centrada y firme y no presente daños.	N.A.		
Verificar las conexiones a la pantalla	N.A.		
Verificar la fijación de los puertos inspiratorio, espiratorio, sensor de paciente y exhaust	N.A.		
Sujeción al carro porta equipo con 4 tornillos.	N.A.		
BATERÍA	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
Verificar separaciones de caja porta batería	N.A.		
Sujeción al carro porta equipo con 4 tornillos.	N.A.		
Sujeción de tapa de batería con 4 tornillos.	N.A.		
CUBIERTA DE VENTILADOR	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
Verificar sistema de tapa de lámina y tornillos de fijación.	N.A.		
Verificar estado físico de la tapa del ventilador	N.A.		
Verificar fijación de soporte de pantalla	N.A.		
PANEL DE SUMINISTRO ELÉCTRICO	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
Verificar colocación del interruptor principal de encendido	N.A.		
Revisar etiquetas indicadoras de encendido, espiga equipotencial y fusibles	N.A.		
FILTROS	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
Verificar el estado físico de los filtros que se encuentren colocados	N.A.		
DESCRIPCIÓN	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
Verifique el funcionamiento de los frenos de las ruedas	N.A.		
SISTEMA DE EVACUACIÓN DE GASES	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X

Verificar el correcto estado de las mangueras de gases	N.A.		
GENERAL	Valor	Aprobado ü	Rechazado X
Revisar que el equipo esté limpio.	N.A.		
Verificar estado de serigrafía y/o etiquetas de todos los puertos.	N.A.		
Revisar colocación de rieles porta accesorios.	N.A.		
PRUEBAS ELÉCTRICAS-ELECTRÓNICAS			
Equipo y/o material requerido para las pruebas			
	1) Multímetro		
	2) N. A.		
DESCRIPCIÓN	Dictamen		
	Valor	Aprobado ü	Rechazado X
Clavija desconectada. Verificar continuidad desde la espiga equipotencial hasta la terminal de tierra física de contactos de grado médico.	N.A.		
Verificar que no exista continuidad entre los polos (neutro, tierra y línea) de la clavija.	N.A.		
MODO LÍNEA	Valor	Aprobado ü	Rechazado X
Verificar que el voltaje de la línea CA sea >95 y <150 VCA.	v		
Verificar encendido del led indicador de carga de batería en pantalla.	N.A.		
Presionar botón primario, verificar el encendido del equipo. Se debe escuchar una alarma e inicializar el sistema.	N.A.		
Presionar el interruptor primario (OFF) y verificar que el equipo se apague (<20 segundos).	seg		
Presionar el interruptor primario (ON) y verificar que el equipo se encienda (<20 segundos).	seg		
MODO BATERÍA	Valor	Aprobado ü	Rechazado X
Desconectar el cable de alimentación, verificar mensaje de batería de respaldo	N.A.		

Verificar alarma sonora de modo respaldo de batería.	N.A.		
--	------	--	--

PRUEBAS DE DESEMPEÑO DE VENTILACIÓN

DESCRIPCIÓN	Dictamen		
	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
La prueba de desempeño de ventilación realizada en el ventilador fue satisfactoria. Nota: Si la prueba fue aprobada adjuntar el " Reporte de pruebas de desempeño de ventilación " correspondiente a esta Hoja de Inspección.			

PRUEBAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

DESCRIPCIÓN	Dictamen		
	Valor	Aproba do ü	Rechaza do X
La prueba de seguridad eléctrica realizada en el ventilador se realizó de manera satisfactoria. Nota: Si la prueba fue aprobada adjuntar el " Reporte de pruebas de seguridad eléctrica " correspondiente a esta Hoja de Inspección.	N.A.		

OBSERVACIONES:	
-----------------------	--

	ELABORÓ:	SUPERVISÓ:	REVISÓ:
Nombre:			
Puesto:			
Fecha:			
Firma:			

16.2 ANEXO B “REPORTE DE PRUEBAS DE DESEMPEÑO DE VENTILACIÓN”

Modelo:		Fecha:	
No. De Serie		Modelo	
Marca		Área usuaria	

Prueba	Cumple	No cumple
Auto test inicial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prueba de fugas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Equipo de referencia

Analizador de gases	No. serie	Fecha prox. calibración
Modelo:		

Condiciones de prueba para volumen corriente adulto:

- **A/VCV adulto**
- Complianza del pulmón de prueba: 30 ml/mBar
- Resistencia de vías aéreas: 5 mbar/l/s.
- Frecuencia respiratoria: 12 BPM. PEEP: 3 cmH₂O. P. lim: 50cmH₂O I:
E 1:2

Volumen corriente (ml)	HMI Ventilador	Error ±10% (Rango ml)	Cumple		Analizador (ATP)	Error ±10% (Rango ml)	Cumple	
			SI	NO			SI	NO
300		270-330	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		270-330	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
500		450-550	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		450-550	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
600		540-660	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		540-660	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Condiciones de prueba para volumen corriente/ PEEP:

- **A/VCV adulto**
- Volumen corriente: 250ml
- Complianza del pulmón de prueba: 30 ml/mBar
- Resistencia de vías aéreas: 5 mbar/l/s.
- Frecuencia respiratoria: 20 BPM. P. lim: 50cmH₂O I: E 1:2

PEEP (cm H ₂ O)	HMI Ventilador	Analizador (ATP)	Error ±1 cmH ₂ O	Cumple	
				SI	NO
5			4-6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10			9-11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20			19-21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30			29-31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Condiciones de prueba para volumen corriente pediátrico:

- **A/VCV pediátrico.**
- Complianza del pulmón de prueba: 20 ml/mBar
- Resistencia de vías aéreas: 5 mbar/l/s.
- Frecuencia respiratoria: 22 BPM. PEEP: 3 cmH₂O. P. lim: 35cmH₂O I: E 1:2

Volumen corriente (ml)	HMI Ventilador	Error ±10% (Rango ml)	Cumple		Analizador (ATP)	Error ±10% (Rango ml)	Cumple	
			SI	NO			SI	NO
70		63-77	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		63-77	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
200		180-220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		180-220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:								

Condiciones de prueba para Control Presión:

- **AVCP**
- Complianza del pulmón de prueba: 30 ml/mBar
- Resistencia de vías aéreas: 5 mbar/l/s.
- Frecuencia respiratoria: 12 BPM. PEEP: 3 cmH₂O. I: E 1:2

Presión Inspiratoria (cmH ₂ O)	HMI Ventilador	Error ±2 cmH ₂ O	Cumple		Analizador (ATP)	Error ±2 cmH ₂ O	Cumple	
			SI	NO			SI	NO
10		8-12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		8-12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20		18-22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		18-22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30		28-32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		28-32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40		38-42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		38-42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones								

Prueba de celda de oxígeno

Prueba celda de oxígeno	%FIO ₂	CUMPLE	
		Error ±3	
		SI	NO
21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TIPO DE ALARMA	VISUAL	AUDIBLE
Presión inspiratoria alta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEEP bajo o desconexión del paciente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volumen minuto o corriente alto y bajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frecuencia respiratoria alta y baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FiO2 alta y baja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baja presión del suministro de gases	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Falta de alimentación eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Alarmas visibles y audibles

Criterio de aprobación: **Todas las casillas** de cumplimiento con **respuesta afirmativa** (si) así como **todas** las casillas de tipo de alarma (**visual y audible**)

APROBADO	<input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO

Pruebas realizadas por:

Vo.Bo. de responsable:

16.3 ANEXO C “ETIQUETA DE IDENTIFICACION”

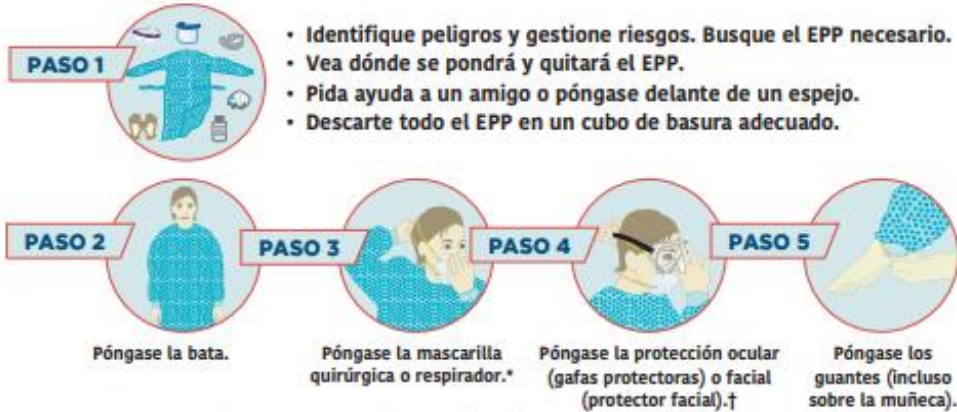
ZONA COVID-19				
FECHA:	<input type="text"/>	EQUIPO:	<input type="text"/>	
NO.SERIE:	<input type="text"/>			
MARCA:	<input type="text"/>	MODELO:	<input type="text"/>	
SERVICIO:	<input type="text"/>			
RESPONSABLE:	<input type="text"/>			

16.4 ANEXO D “EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL”

COVID-19

Enfermedad por coronavirus 2019

CÓMO PONERSE EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)



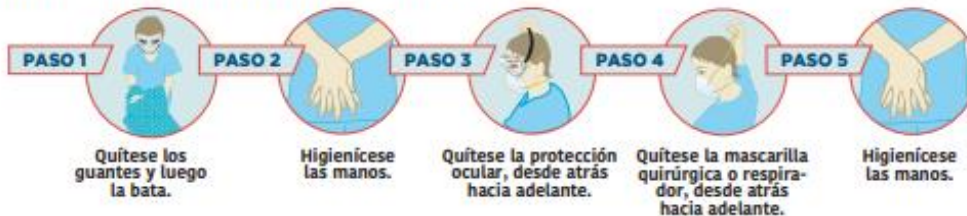
*Puede ser una mascarilla quirúrgica o un respirador (N95 o similar), según el nivel de atención.

En el procedimiento generador de aerosoles (PGA), use un respirador (N95 o similar).

†Por ejemplo, visor, careta o gafas protectoras (considere la posibilidad de usar gafas antiempañante o un líquido antiempañante).

CÓMO QUITARSE EL EPP

- Evite la contaminación para usted mismo, los demás y el entorno.
- Quítese primero los elementos más contaminados.



Nivel de atención	Higiene de las manos	Bata	Mascarilla quirúrgica	Respirador (N95 o similar)	Gafas protectoras (protección ocular) o protección de cara (protección facial)	Guantes
Triaje						
Recogida de muestras para diagnóstico de laboratorio						
Caso sospechoso o confirmado de COVID-19 que requiera ser admitido en el establecimiento de salud, pero no requiera ningún procedimiento generador de aerosoles						
Caso sospechoso o confirmado de COVID-19 que requiera ser admitido en el establecimiento de salud y que requiera algún procedimiento generador de aerosoles†						

16.5 ANEXO E “COLLAGE FOTOGRAFICO”

