



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

**Implementación de ventiladores mecánicos para
mejora de la capacidad de atención del Hospital
Regional Hermilio Valdizan Medrano en Huánuco**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Edwar Antonio ZAMORA VARGAS

ASESOR

Teófilo Matías HUABLOCHO PÉREZ

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Zamora, E. (2021). *Implementación de ventiladores mecánicos para mejora de la capacidad de atención del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano en Huánuco*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Edwar Antonio Zamora Vargas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46722455
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Teófilo Matias Huablocho Pérez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25420840
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3357-8055
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Nicanor Raúl Benites Saravia
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10189914
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Rejis Renato Paredes Peñafiel
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06758404
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.6.3 Instrumentación Biomédica
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Hospital Regional Hermilio Valdizán Medrano País: Perú Departamento: Huánuco Provincia: Huánuco Distrito: Amarilis Centro poblado: La Esperanza

	Latitud: -9.89726 Longitud: -76.22307
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2021 - Febrero 2021
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01 Robótica, Control automático https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.02 Ingeniería médica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.06.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 050/FIEE-EPIE/2021

Los suscritos Miembros del Jurado, nombrados por la Comisión Ejecutiva del Programa de Perfeccionamiento Profesional de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, bajo La Presidencia Del **Dr. Benites Saravia, Nicanor Raul** integrado por **Ing. Huablocho Perez, Teofilo Matias** y **Mg. Paredes Peñañiel Rejis Renato**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. ZAMORA VARGAS, EDWAR ANTONIO** con código **Nº 09190097** que para optar el Título Profesional de Ingeniero de Electrónico sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **IMPLEMENTACIÓN DE VENTILADORES MECÁNICOS PARA MEJORA DE LA CAPACIDAD DE ATENCIÓN DEL HOSPITAL REGIONAL HERMILIO VALDIZAN MEDRANO EN HUÁNUCO**.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió **aprobar** otorgándole el calificativo de dieciséis (16)

Ciudad Universitaria, 11 de diciembre del 2021

Dr. Benites Saravia, Nicanor Raul
Presidente de Jurado

Ing. Huablocho Perez, Teofilo Matias
Miembro de Jurado

Mg. Paredes Peñañiel, Rejis Renato
Miembro Jurado



DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios y a mis padres, Edwar y Nelly, por su infinito amor y apoyo, por su persistencia y confianza en mi persona, en los momentos más difíciles.

A mis hermanos que día a día me demostraron que con esfuerzo y dedicación se pueden lograr grandes cosas, por su apoyo en mi formación académica y profesional.

RESUMEN

En febrero del 2020, se desato una pandemia que afecto a nivel mundial a la población existente, esta pandemia se debe a causa del nuevo coronavirus conocido como SARS COV-2, causando la enfermedad denominada como COVID 19. En nuestro Territorio Peruano ha causado innumerables perdidas no solo humanas, sino económicas, y sociales. Una de las principales consecuencias de esta enfermedad es la afección a nuestro sistema respiratorio, con consecuencias graves en ella. Los pacientes afectados, presentan una disnea grave, impidiendo que nuestro sistema respiratorio, pueda tomar el oxígeno necesario, para el desarrollo funcional de nuestro organismo. En el presente informe se detalla la implementación de ventiladores mecánicos, realizados por la empresa MEDSTEP SAC, para mejorar la atención en el hospital regional de contingencia Hermilio Valdizán Medrano. con la finalidad de mejorar la atención a los pacientes en el área de UCI-COVID. Los ventiladores mecánicos implementados, permitió incrementar de un 80% a 90% la atención a pacientes y de un 60 a 80% la recuperación de pacientes que necesitaron asistencia ventilatoria. Así también se desarrolla la implementación de los ventiladores bajo el enfoque de la gestión de proyectos, descritos en la guía del PMBOOK 6ta Edición.

Palabras Clave: Ventilador Mecánico, Implementación, Equipamiento Hospitalario, Asistencia Ventilatoria, COVID 19.

ABSTRACT

In February 2020, a pandemic was unleashed that affected the existing population worldwide, this pandemic is due to the new coronavirus known as SARS COV-2, causing the disease called COVID 19. In our Peruvian territory has caused countless losses not only humans but economic and social. One of the main consequences of this disease is the affection to our respiratory system, with serious consequences in it. Affected patients present severe dyspnea, preventing our respiratory system from taking the necessary oxygen for the functional development of our organism. This report details the implementation of mechanical ventilators, made by the company MEDSTEP SAC, to improve care in the regional contingency hospital Hermilio Valdizán Medrano to improve patient care in the ICU-COVID area. The mechanical ventilators implemented allowed to increase from 80% to 90% the attention to patients and from 60% to 80% the recovery of patients who needed ventilatory assistance. The implementation of the ventilators was also developed under the project management approach, as described in the PMBOOK 6th Edition guide.

Keywords: Mechanical Ventilator, Implementation, Hospital Equipment, Ventilatory Assistance, COVID 19.

INDICE

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
INDICE	III
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II	5
INFORMACIÓN DEL LUGAR DE DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD	5
2.1 INSTITUCIÓN DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	5
2.2 PERIODO DE DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	5
2.3 FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ENTIDAD	7
2.4 RAZÓN SOCIAL	7
2.5 DIRECCIÓN POSTAL	8
2.6 CORREO ELECTRÓNICO DEL PROFESIONAL A CARGO	8
CAPITULO III	9

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	9
3.1 ORGANIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD	9
3.2 FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD	10
3.2.1 Finalidad.	10
3.2.1.1 <i>Justificación Social:</i>	10
3.2.1.2 <i>Justificación Tecnológica</i>	11
3.2.1.3 <i>Justificación Legal</i>	11
3.2.1.4 <i>Justificación Económica</i>	11
3.2.2 Objetivos.	12
3.2.2.1 <i>Objetivo general.</i>	12
3.2.2.2 <i>Objetivos específicos.</i>	12
3.3 PROBLEMÁTICA	12
3.3.1 Problemática General	12
3.3.2 Problemas específicos	13
3.3.3 Importancia del informe	13
3.4 METODOLOGÍA	14
3.4.1. Metodología del Desarrollo del Informe	14
3.4.1.1 <i>Inicio:</i>	14
3.4.1.2 <i>Planificación Del Proyecto:</i>	14
3.4.1.3 <i>Ejecución Del Proyecto</i>	14
3.4.1.4 <i>Supervisión Y Control De Proyectos</i>	15
3.4.1.5 <i>Cierre Del Proyecto</i>	15
3.4.2 Bases Teóricas	15
3.4.2.1 <i>Ventilador Mecánico</i>	15
3.4.2.2 <i>Ventilador Invasivo</i>	16
3.4.2.3 <i>Ventilador No Invasivo</i>	16
3.4.2.4 <i>Circuito Neumático del Ventilador</i>	16
3.4.2.5 <i>Circuito Espiratorio</i>	16
3.4.2.6 <i>Pruebas EST o AutoTest Largo</i>	17
3.5 PROCEDIMIENTO	17
3.5.1 Evaluación del Equipo	17
3.5.2 Instalación del Equipo	19
3.5.2.1 <i>Instalación y conexión de módulos GUI y BDU</i>	19
3.5.2.2 <i>Conexión del Respirador a la alimentación CA</i>	20
3.5.2.3 <i>Conexión de los suministros de gases</i>	20

3.5.2.4 <i>Instalación de Filtros del Ventilador</i>	21
3.6 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	23
3.6.1 Calibración	23
3.6.2 Auto Prueba Extendida (EST)	24
3.6.3 Revisión y Verificación del Equipamiento	26
3.6.4 Capacitación del Equipo	26
CAPITULO IV	27
CONCLUSIONES	27
4.1 JUSTIFICACIÓN	27
4.2 METODOLOGÍA APLICADA	28
4.2.1 Evaluación Técnica	28
4.3 DESCRIPCIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN	29
4.3.1 Diagrama de Bloque	29
4.3.2 Diagrama de Bloques Circuito Neumático	33
4.3.2.1 <i>Subsistema de Suministro de Gas</i>	33
4.3.2.2 <i>Subsistema de Control de Flujo</i>	33
4.3.2.3 <i>Subsistema de Válvula de Seguridad</i>	34
4.3.2.4 <i>Conjunto de Espiración</i>	35
4.3.3 Subsistema Eléctrico de la Unidad Principal	36
4.3.3.1 <i>Tarjeta de Control Principal</i>	37
4.3.3.2 <i>Módulo De Monitoreo y Tarjeta del Controlador Mixer</i>	37
4.3.3.3 <i>Tarjeta de Modulo de Inspiración y Expiración</i>	37
4.3.3.4 <i>Módulo de Energía o Alimentación</i>	37
4.3.4 Descripción Funcional del Ventilador Mecánico	38
4.3.5 Curvas Principales y Métodos de Control	39
4.3.5.1 <i>Curvas de Presión - Tiempo</i>	40
4.3.5.2 <i>Curvas de Flujo - Tiempo</i>	40
4.3.5.3 <i>Curvas de Volumen - Tiempo</i>	40
4.3.6 Respiraciones Mandatorios	40
4.3.7 Evolución de los Ventiladores Mecánicos	41

	vi
CAPITULO V	46
RECOMENDACIONES	46
CAPITULO VI	48
BIBLIOGRAFÍA	48
CAPITULO VII	49
ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1:</i> Presiones y Flujo Nominal para el Ventilador. Fuente: Propia	21
<i>Tabla 2:</i> Opciones de Calibración del Ventilador. Fuente: Propia.....	23
<i>Tabla 3:</i> Pantalla de Prueba ATC y Calibración Realizado. Fuente: Propia Trabajo de Campo	25

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Ubicación Geográfica del Hospital de Contingencia Hermilio Valdizán M. Fuente: Google Earth.....	53
<i>Figura 2:</i> Organización Administrativa - Medstep Perú SAC	53
<i>Figura 3:</i> Organización Operativa de Medstep Perú SAC.....	53
<i>Figura 4:</i> Extracto de la Justificación de la Adquisición de Equipamiento. Fuente: Oficina de Economía del Gobierno Regional de Huánuco.....	54
<i>Figura 5:</i> Extracto de Especificaciones Técnicas del Ventilador Mecánico. Fuente: Oficina de Economía del Gobierno Regional de Huánuco.....	54
<i>Figura 6:</i> Interfaz Gráfica del Usuario (GUI). Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980	55
<i>Figura 7:</i> Unidad Neumática BDU (Vista Frontal). Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980	55
<i>Figura 8:</i> Unidad Neumática BDU (Vista Posterior). Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980	56
<i>Figura 9:</i> Pantalla de Estado, ubicado en la BDU. Fuente: Propio Trabajo de Campo	56
<i>Figura 10:</i> Ventiladores Armados y Ensamblados. Fuente: Propia Trabajo de Campo	57
<i>Figura 11:</i> Conexionado de Ventiladores. Fuente: Propia Trabajo de Campo	57
<i>Figura 12:</i> Conexionado de Alimentación CA. Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980	58
<i>Figura 13:</i> Conexionado y Ubicación de Baterías. Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980	58
<i>Figura 14:</i> Nota Adicional sobre el Suministro de Gas en el Hospital. Fuente: Especificaciones Técnicas del Ventilador	59
<i>Figura 15:</i> Entrada de Suministro de Gases (Aire y Oxígeno). Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980	59
<i>Figura 16:</i> Ubicación de filtros en el BDU. Fuente: Propia Trabajo de Campo	59
<i>Figura 17:</i> Filtro Espiratorio. Fuente: Propia Trabajo de Campo.....	60

<i>Figura 18:</i> Filtro Inspiratorio. Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980.....	60
<i>Figura 19:</i> Pantalla de Auto Prueba Extendida (EST). Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	61
<i>Figura 20:</i> Revisión de Ventiladores con Personal de Salud. Fuente: Propia Trabajo de Campo	61
<i>Figura 21:</i> Revisión del Equipo Instalado con Personal Técnico y Especialistas del GOREHCO. Fuente: Propia	62
<i>Figura 22:</i> Capacitación Técnica al Personal de Mantenimiento del Hospital. Fuente: Propia Trabajo de Campo.....	62
<i>Figura 23:</i> Capacitación Usuario al Personal de Salud. Fuente: Propia Trabajo de Campo	63
<i>Figura 24:</i> Diagrama de Bloque Típico de un Ventilador. Fuente: Propia ...	64
<i>Figura 25:</i> Módulos del Ventilador Mecánico; Color Azul (Compresor), Color Rojo (Bloque Inspiratorio), Color Verde (Bloque Espiratorio). Fuente: Manual Técnico Ventilador Puritan Bennett 980.....	64
<i>Figura 26:</i> Sub módulos del Bloque Inspiratorio: (1) Subsistema de Suministro de Gases; (2) Subsistema Válvula de Seguridad y Mixer; (3) Subsistema de Seguridad. Fuente: Manual Técnico Ventilador Puritan Bennett 980.....	65
<i>Figura 27:</i> Esquema Electroneumático de Entrada de Suministro de Gases. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980.....	65
<i>Figura 28:</i> Componentes del Subsistema de Entrada de Suministro de Gases. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	66
<i>Figura 29:</i> Esquema Electroneumático de Control de Flujo Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	66
<i>Figura 30:</i> Componentes del Subsistema de Control de Flujo. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	66
<i>Figura 31:</i> Diagrama Electroneumático de Control de la Válvula de Seguridad. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	67
<i>Figura 32:</i> Componentes del Subsistema de la Válvula de Seguridad. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980.....	67
<i>Figura 33:</i> Ubicación del Sensor de flujo y Válvulas Solenoides a la Válvulas de Seguridad. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	68
<i>Figura 34:</i> Tarjeta de Conexionado de la etapa o bloque Inspiratorio. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	68
<i>Figura 35:</i> Esquema Neumático del Sistema de Espiración. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	69
<i>Figura 36:</i> Componentes del Sistema de Espiración. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	69

<i>Figura 37:</i> Válvula de Espiración o Exhalación. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	70
<i>Figura 38:</i> Componentes del Módulo de Exhalación. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	70
<i>Figura 39:</i> Tarjeta de Control del Ventilador. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980	71
<i>Figura 40:</i> Sistema de Control Óptimo en Lazo Cerrado. Fuente: Propia...	71

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivos del Informe

El presente informe tiene como objetivo la implementación de ventiladores mecánicos para mejorar la capacidad de atención de pacientes en el área de UCI COVID del Hospital Regional de Contingencia Hermilio Valdizán Medrano.

La implementación de este equipamiento se da mediante la ejecución de un IOARR por parte del Gobierno Regional de Huánuco. Esta implementación ayudara a mejorar el equipamiento del área UCI COVID, así como el de brindar una mejor atención a los pacientes graves, internados en el Hospital de Contingencia, víctimas de la COVID 19.

La implementación de estos ventiladores consta de las siguientes etapas:

1. **Análisis Técnico del Equipamiento:** La etapa de Análisis técnico de un equipamiento es vital en todo proyecto de equipamiento, pues en esta etapa, el equipo de trabajo asignado corroborará las especificaciones técnicas solicitadas por el Gobierno Regional de Huánuco. En esta etapa se analiza punto a punto cada requisito solicitado y se compara con el equipamiento que se adecue con lo solicitado. Se hace un informe donde se da un sustento técnico punto a punto del equipo que se requiere y las características necesarias para ello. Posterior al análisis el sustento técnico es elevado al área de requerimientos para que se realice la gestión de recursos que se requieren para la entrega. Asimismo, se eleva el informe de análisis con la propuesta económica ofertada por el proveedor hacia la

entidad que lo requiera, esto ayudará a que el comité evaluador, tengo un sustento técnico y poder corroborar que el equipo ofertado cumple con lo solicitado. Aprobado, y adjudicado la buena pro u orden de servicio, se procede a la etapa de implementación.

2. **Implementación del Equipamiento:** en esta etapa se ejecuta el armado, instalación, calibraciones y protocolos necesarios para garantizar el buen funcionamiento del equipo. Por lo general el equipo de trabajo que realiza esta actividad está conformado por un ingeniero supervisor, cuya función es realizar las coordinaciones respectivas como son: lugar de recepción, área de armado, coordinar la presencia del comité de recepción, garantizar la entrega al área de almacén, así como también realizar las coordinaciones de capacitación con el personal usuario y técnico, al ingeniero supervisor lo acompaña un personal técnico o especialista del equipo, que realiza todas las actividades en el sitio que concierne al armado y pruebas para el funcionamiento del equipo, asimismo, también esa persona es la encargada de ejecutar las actividades de capacitación al usuario y/o técnicos. El personal técnico varía dependiendo del volumen de equipamiento a instalar, así como también de las fechas de entrega,
3. **Protocolos de Pruebas:** Esta etapa es la parte culminante de todo proceso de implementación, pues en esta etapa se verificará el correcto funcionamiento, así como también de afinara los parámetros adecuados según las características de la zona (existen equipos que sus parámetros de funcionamiento varían de acuerdo a la altitud y humedad de la zona). En esta etapa se ejecutará las pruebas o testeo del equipo, por lo general los equipos ventiladores vienen incorporado en su menú técnico, las auto calibraciones necesarias para garantizar el óptimo funcionamiento del equipo. Posterior se realiza los protocolos necesarios y/o solicitados por el cliente. Estos protocolos pueden variar dependiendo de lo que se mencione en el manual usuario o manual técnico del equipo.

La necesidad del requerimiento de ventiladores es el resultado de análisis situacional del hospital de contingencia por parte del Gobierno Regional de Huánuco (GOREHCO).

1.2 Estructura del Informe

La implementación de los ventiladores se desarrolla básicamente en el área de UCI COVID, situado dentro del Hospital de Contingencia del Hospital Hermilio Valdizán Medrano, ubicado en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco departamento de Huánuco. (*Véase Figura 01 – Anexo 03*)

El área de UCI COVID, cuenta con limitada atención a los pacientes en estado crónico por falta de equipamiento, así como también el equipo utilizado actualmente no es el más óptimo. La implementación de estos equipos ventiladores beneficiará la atención de pacientes en estado crónico en UCI COVID, así como también a los pacientes del Área de UCI General, dicha distribución será determinado por el área Usuaría según los requerimientos y necesidad que tengan.

El informe está estructurado de una manera descriptiva.

En el capítulo II, constará de una breve descripción de la empresa que ejecuto la implementación, datos referenciales, así como también datos de la persona responsable de la ejecución del proyecto.

En el capítulo III, se menciona la finalidad y objetivos que se quieren lograr con la implementación de los ventiladores, se detallan los objetivos y problemas generales y específicos.

También se da el análisis del equipamiento biomédico, solicitado por el Gobierno Regional de Huánuco, donde se plasma las especificaciones técnicas o requerimientos mínimos general que solicita el Hospital Regional Hermilio Valdizán Medrano.

Seguido de ello, se hace una pequeña descripción del ventilador seleccionado (Puritan Bennett 980), para luego proceder a describir el proceso de armado de dicho equipo.

A continuación, se procede a mencionar la etapa de Puesta en marcha que incluye los procedimientos de Calibración del equipo y los Protocolos respectivos.

Posterior a ello, se describe el proceso de capacitación al usuario y área de mantenimiento, como etapa final del proceso de implementación.

En el capítulo IV, se menciona las conclusiones del informe, se da una explicación técnica del funcionamiento del ventilador, así como se describe los diagramas de bloque funcional y neumáticos que conforman el ventilador.

CAPITULO II INFORMACIÓN DEL LUGAR DE DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

2.1 Institución donde se desarrolló la actividad

La empresa que ejecuta las actividades que se detallan en el presente trabajo es la empresa MEDSTEP PERU SAC, empresa transnacional de equipamiento de hospitales, tiene participación en el rubro de Equipamiento Hospitalario, brindado atención integral a proyectos llave en mano. Asimismo, brinda atención de Servicio de Atención Técnica a Clínica y Hospitales.

Actualmente brinda asesoría en la ejecución de Diseño de hospitales, así como el equipamiento de diversos Hospitales a lo largo del territorio peruano.

La institución donde se desarrolló la actividad fue en el Hospital Regional de Contingencia Hermilio Valdizán Medrano, específicamente en el área de UCI COVID, área que fue construido a raíz de la pandemia que desarrolla hasta la fecha a nivel mundial, dicha área UCI COVID, se ubica en el terreno asignado para contingencia, dado que durante la ejecución de esta actividad se realizaba la construcción del moderno Hospital de categoría III-1.

2.2 Periodo de duración de la Actividad

El desarrollo de la actividad fue del 25/01/2021 al 15/03/2021

2.3 Finalidad y Objetivos de la Entidad

A) Finalidad:

- ✓ Liderar soluciones tecnológicamente innovadoras en materia de equipamiento médico y servicios, superando expectativas de nuestros clientes, contribuyendo a la eficiencia en la atención medica global

B) Objetivos:

- ✓ Realizar el análisis de equipamiento para hospitales.
- ✓ Realizar la instalación de equipamiento médico según la normativa técnica de salud vigente.
- ✓ Garantizar el óptimo funcionamiento del equipamiento instalado.

2.4 Razón Social

La razón social de la empresa es MEDSTEP PERU SAC.
CC

2.5 Dirección Postal

Dirección Legal: Av. Javier Prado Este 492, Interior. 1203, Torre Las Orquídeas.

Distrito: San Isidro.

Provincia: Lima.

Departamento: Lima.

2.6 Correo Electrónico del Profesional a Cargo

Se indica los datos del ingeniero a Cargo: Ing. Jorge Documet Celis.

Correo Electrónico: jedocumet@medstep.com

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la actividad

MEDSTEP PERU SAC, es una empresa con sede en Miami y que proporciona equipos médicos, tecnología de la información y suministros médicos a Hospitales, Centros de Salud Comunitarios, Residencias Médicas y Clínicas en los Estados Unidos y América Latina.

La empresa ha venido desarrollando en Perú, proyectos Hospitalarios, en diferentes regiones del país, realizando el equipamiento, la implementación, el diseño y estudios de ingeniería básica.

La empresa cuenta con equipamiento de última generación, moderna y a la vanguardia tecnológica. Así como también brinda la asesoría necesaria a sus diversos clientes, realizando el acompañamiento durante las diferentes etapas de la ejecución del proyecto.

La empresa está organizada en dos áreas: área administrativa y área operativa.

El área administrativa de la empresa está constituida por las sub áreas de gerencia de finanzas y sub área de gerencia de recursos humanos. En estas áreas, se desarrolla toda la parte administrativa y económica de la empresa, se administran los recursos económicos, así como también se lleva a cabo la importación de equipamiento y las facturaciones de cobro de ventas, proyectos y servicios. (*Véase Figura 02 – Anexo 03*)

El área operativa de la empresa está constituida por las sub áreas de gerencia de operaciones y sub área de gerencia de proyectos. En estas

áreas se desarrollan las actividades operativas y esenciales que se relacionan directamente con proyectos y servicios. (Véase *Figura 03 – Anexo 03*)

En la gerencia de proyectos de la empresa encontramos las sub áreas de Implementación y Sub área de Análisis Técnico, estas dos sub áreas, son vitales para el desarrollo de los proyectos que constituyen el 70% de ingresos a la organización, los otros ingresos están distribuidos en ventas menores y en servicios de mantenimiento.

3.2 Finalidad y objetivos de la Actividad

3.2.1 Finalidad.

En el presente trabajo de suficiencia profesional, tiene como finalidad lograr la implementación de ventiladores mecánicos logrando mejorar la capacidad de atención a pacientes en estado críticos, afectados por la COVID 19. Esta necesidad se da a raíz del incremento de casos de pacientes en estado crítico o con insuficiencia respiratorio aguda, a causa de la COVID 19, que azota la región de Huánuco. Se menciona a continuación la justificación en el cual se sustenta el presente informe

3.2.1.1 Justificación Social:

El desarrollo de la implementación de estos ventiladores, tendrá un impacto significativo en la población pues permitirá mejorar la atención y tratamiento a los pacientes que requieren asistencia ventilatoria, así mismo, también permitirá aumentar la capacidad operativa del área de UCI COVID del Hospital Regional de contingencia Hermilio Valdizán Medrano.

3.2.1.2 Justificación Tecnológica

La implementación de estos equipos ventiladores, permitirá que el área de UCI COVID, cuente con equipos modernos y de tecnología optima de funcionamiento, dado que presenta una moderna interfaz de usuario, muy dinámica e intuitiva, Asimismo, el equipo presenta alternativas tecnológicas que superan a otras tecnologías convencionales, permitiendo al usuario, poder llevar un mejor control del paciente, así como también permitirá suministrar un mejor tratamiento para los diferentes cuadros clínicos que pueda presentar el paciente.

3.2.1.3 Justificación Legal

La implementación de los ventiladores, está elaborado según la normativa vigente, siendo estas la norma técnica de salud 119, así como también la Ley de Contrataciones con el Estado, para la adquisición. También se entiende que la compra de estos ventiladores se elabora según la estructura de un IOARR, es decir, optimizara un servicio, en este caso el área de UCI COVID del Hospital Regional Hermilio Valdizán Medrano.

3.2.1.4 Justificación Económica

La implementación de los ventiladores, se dará según el aprovechamiento del presupuesto de la regional, permitiendo elevar la inversión regional para optimizar un servicio determinado. Esto desarrollado en el marco de la emergencia sanitaria aún vigente.

3.2.2 Objetivos.

3.2.2.1 Objetivo general.

Implementar una solución al problema de deficiencia de equipamiento en el Hospital Regional de Contingencia Hermilio Valdizán Medrano, para poder incrementar la capacidad de atención de dicho establecimiento de salud.

3.2.2.2 Objetivos específicos.

Analizar el Equipamiento Propuesto según los Términos de Referencia.

Elaborar los Protocolos de Pruebas y Calibraciones necesarias para el funcionamiento del equipamiento.

Analizar las causas de posibles fallas a presentarse en el equipamiento.

3.3 Problemática

3.3.1 Problemática General

Área de UCI COVID, no cuenta con equipos ventiladores capaces de satisfacer la demanda de pacientes que se encuentran en estado crítico. Se registra la utilización de ventiladores en mal estado de operatividad, así como también con desfase tecnológico.

Asimismo, esta deficiencia y carencia de equipos para el área de UCI COVID, perjudica directamente a los pacientes que requieren la asistencia ventilatoria, ocasionando daños que podrían culminar en el fallecimiento del mismo.

3.3.2 Problemas específicos

¿Qué tipo de Ventilador sería el más adecuado para mejorar la atención de pacientes críticos en el área de UCI COVID?

¿Cuál es el procedimiento que debe seguirse para implementar un ventilador mecánico, en el área de UCI COVID?

3.3.3 Importancia del informe

La importancia del desarrollo del presente trabajo de suficiencia profesional, permitirá describir desde un enfoque técnico, el análisis, instalación y pruebas necesarias que todo proceso de equipamiento requiere, asimismo, la finalidad del informe permite informar las experiencias aprendidas para con futuros proyectos de la misma envergadura.

La importancia de implementar los equipos ventiladores, se justifica en la necesidad que tiene el Hospital Hermilio Valdizán Medrano, de mejorar y brindar una atención optima a los pacientes que requieren asistencia ventilatoria o se encuentren en estado crítico.

3.4 Metodología

3.4.1. Metodología del Desarrollo del Informe

La metodología que se aplicó en el desarrollo de este proyecto es la metodología de Project Management, según el enfoque del PMI. El desarrollo de esta actividad de implementación se orientó según la guía de administración de proyectos. Teniendo en cuenta que como definición teórica un proyecto se define como un conjunto de actividades que crean un producto único con características particulares que tiene un inicio y un fin. El desarrollo de la implementación de estos presenta las siguientes etapas que se describen a continuación.

3.4.1.1 Inicio:

Esta etapa se da en el inicio o punto de partido de cualquier proyecto. En ella podemos evaluar y analizar la viabilidad del proyecto.

3.4.1.2 Planificación Del Proyecto:

En esta etapa se desarrolla o planifica todas las actividades que engloban al proyecto, esto permitirá al equipo de trabajo, analizar las rutas críticas o analizar los riesgos que puedan existir en toda la etapa, asimismo, esta etapa ayudará a elaborar planes de mitigación de los riesgos existentes.

3.4.1.3 Ejecución Del Proyecto

Es la etapa que la mayoría de los profesionales se encuentran familiarizados. En esta etapa se ejecutan las actividades programadas y se verifica el cumplimiento de estas según los plazos acordado o

establecidos, muchas de estas actividades requieren la asignación de recursos, como recursos materiales y recursos humanos.

3.4.1.4 Supervisión Y Control De Proyectos

Etapa pocas veces identificada de manera particular pues en la mayoría de casos va de la mano con la etapa de ejecución del proyecto. La importancia de esta etapa permitirá verificar el avance correcto de la actividad, así como de la calidad del producto entregado. En esta etapa es de importancia pues se supervisa el avance y el estado del proyecto, monitoreando de esta manera, el estado situacional del proyecto, de esta manera, de existir algún retraso según lo planeado se ejecuta la mitigación al riesgo existente.

3.4.1.5 Cierre Del Proyecto

Es la etapa final de todo proyecto, cerrando su ciclo de vida. Esta etapa se da cuando se ha cumplido lo planeado obteniendo el producto final. Para el cierre del proyecto se evalúa el producto y comunica a los interesados e involucrados para que puedan dar su conformidad final

3.4.2 Bases Teóricas

3.4.2.1 Ventilador Mecánico: Un ventilador mecánico es un equipo electrónico, que facilita o alivia el respirar de una persona que presenta insuficiencia respiratoria y no puede respirar por sus propios medios. Las circunstancias y razones por las que un paciente debe ser ventilado con uno de estos dispositivos son múltiples, como, por ejemplo:

- Para introducir aire en los pulmones y facilitar el oxígeno necesario a las células de nuestro organismo.

- Para ayudar a los pulmones a eliminar del dióxido de carbono.
- Para ayudar a realizar la respiración. En algunos casos, el paciente se queda sin aliento y le resulta muy difícil respirar.
- Para que un paciente que tenga dificultades para respirar, debido a una lesión o daño cerebral o en la médula espinal, pueda hacerlo.

3.4.2.2 Ventilador Invasivo: Equipos que se utilizan en pacientes que requieren de intubación o demandan traqueotomía presentando normalmente situación grave o Insuficiencia Respiratorio Aguda.

3.4.2.3 Ventilador No Invasivo: Su utilización se da con pacientes a través de una mascarilla que se aplica en el área nasal del rostro. La situación clínica del paciente es leve y puede respirar sin dificultad.

3.4.2.4 Circuito Neumático del Ventilador: Subsistema del Ventilador en el cual está constituido por válvulas electrónicas, válvulas de seguridad, válvula solenoide y sensores. El circuito neumático del ventilador es el corazón del funcionamiento del equipo ventilador, en ella ubicamos el circuito inspiratorio, encargado de suministrar la mezcla de aire y oxígeno adecuado al paciente a tratar. Compuesto por los siguientes subsistemas: Subsistema de Suministro de Gas, Subsistema de Control de Flujo, Subsistema de válvulas de seguridad.

3.4.2.5 Circuito Espiratorio: Subsistema del Ventilador que recibe la espiración del paciente, lo filtra y desecha al exterior. Este subsistema está compuesto por un conjunto de válvulas, filtro espiratorio, sensor de flujo de las válvulas y una trampa de agua, que recolectara las gotas de agua que recoge el circuito espiratorio.

3.4.2.6 Pruebas EST o AutoTest Largo: Prueba que se ejecuta al ventilador de manera exhaustiva. Este procedimiento, ayuda a configurar al ventilador para una correcta evaluación y funcionamiento de parámetros adecuados de operatividad. Su ejecución se realiza por el personal de Servicio Técnico.

3.5 Procedimiento

Para el desarrollo de la implementación se ha dividido de la siguiente manera:

3.5.1 Evaluación del Equipo

En esta etapa se identificó lo siguiente:

El requerimiento de Equipamiento Médico por parte del Gobierno Regional de Huánuco (GOREHCO), cliente, para aumentar la capacidad de atención del Hospital Regional Hermilio Valdizán M. de Huánuco. (*Véase Figura 04 – Anexo 03*)

Se analizó los Términos de Referencia (TDR) y Especificaciones Técnicas solicitadas por el cliente. (*Véase Figura 05 – Anexo 03*)

El análisis de la ficha técnica se realizó en conjunto con el equipo de Análisis Técnico para poder escoger y brindar un correcto equipamiento según los requerimientos solicitados.

Como resultado del análisis de las especificaciones Técnicas solicitadas por el Cliente (GOREHCO), se escogió el ventilador mecánico de la marca Puritan Bennett modelo 980.

El ventilador mecánico Puritan Bennett 980, es un equipo biomédico que da soporte de vida a pacientes que requieren asistencia ventilatoria.

El modelo asiste a pacientes adultos, pediátricos y neonatales con pesos corporales previstos de entre 0,3 kg y 150 kg, y con volúmenes corrientes para respiraciones obligatorias controladas por el volumen de 2 mL a 2500 mL.

Este equipo podemos identificar las siguientes partes que se describirán a continuación:

A) Interfaz Gráfica del Usuario (GUI)

El profesional de la salud, introduce los parámetros de ventilación a través de la pantalla táctil de la GUI, también denominada pantalla principal del respirador.

La GUI incorpora una pantalla de 15" que gira 170° sobre un eje vertical en cualquier dirección. La GUI también puede inclinarse 45° hacia arriba respecto a la vertical. *(Véase Figura 06 – Anexo 03)*

La GUI muestra la siguiente información en función del estado del respirador:

- ✓ Configuración del respirador, apnea y alarma
- ✓ Datos del paciente
- ✓ Formas de onda
- ✓ Titulares de las alarmas actuales

B) Unidad Neumática (BDU)

La unidad neumática contiene el hardware y el software para permitir que el respirador proporcione soporte al paciente. *(Véase Figura 07 y Figura 08 – Anexo 03)*

C) Pantalla de Estado

La pantalla de estado es una pantalla independiente situada en la BDU. La pantalla de estado proporciona la siguiente información según el estado del respirador. *(Véase Figura 09 – Anexo 03)*

Durante la respiración normal, la pantalla de estado muestra lo siguiente:

- Fuente de alimentación actual (CA o CC)

- Estado de seguridad Válvula de seguridad abierta (SVO) o Ventilador. inoperativo
- Presencia de baterías principales y extendidas y su estado de carga
- Nivel de carga de la batería disponible relativa
- Gráfico de presión del circuito que muestra las unidades de presión, ajuste de alarma de PPEAK y valores actuales de PPEAK y PEEP.
- Conexión de aire y oxígeno
- Horas de funcionamiento del respirador
- Indicación visual del ajuste de volumen de la alarma actual

3.5.2 Instalación del Equipo

Dentro del proceso de Instalación de Equipamiento se tiene definido lo siguiente:

- a) Instalación y conexonado de módulos GUI y BDU.
- b) Conexonado del Respirador a la alimentación de CA.
- c) Conexonado de los suministros de Gas.
- d) Instalación del filtro

3.5.2.1 Instalación y conexonado de módulos GUI y BDU

El respirador se coloca en posición vertical sobre sus ruedas al lado de la cabecera del paciente. (Véase *Figura 10 – Anexo 03*)

Posterior a ello se procedió al conexonado del GUI con el BDU, el conexonado de estos módulos es importante para que ambos módulos puedan funcionar de manera conjunta, así como también el GUI, pueda transmitir los parámetros médicos al módulo neumático (BDU). (Véase *Figura 11 – Anexo 03*)

Se ejecuto el armado de los ventiladores según lo planificado, así como también, considerando lo solicitado en las especificaciones técnicas.

3.5.2.2 Conexionado del Respirador a la alimentación CA

Para esta actividad se hizo la verificación de las fuentes de energía destinadas para cada ventilador.

Se pudo constatar que el área destinada presenta las siguientes deficiencias:

- Sistemas eléctricos de tomacorriente no cuentan con línea estabilizada.
- Red de Energía no posee sistemas de pozo a tierra.

Una vez verificado la tensión de trabajo, 220 VAC, se procedió a instalar el cable de alimentación eléctrica del ventilador. (*Véase Figura 12 – Anexo 03*)

Realizado el conexionado del cable de alimentación eléctrica, se procede a conectar el equipamiento, dejando cargar por un tiempo mínimo de 6 horas.

Ello nos permitirá cargar el sistema de baterías de nuestro ventilador. El sistema de batería está conformado de la siguiente manera:

- Batería Principal: Para el Sistema Compresor y Sistema Neumático (BDU)
- Batería de Duración Prolongada o Secundaria: Para el Sistema Compresor y Sistema Neumático (BDU) (*Véase Figura 13 – Anexo 03*)

3.5.2.3 Conexionado de los suministros de gases

El respirador puede conectarse al suministro de aire y oxígeno murales o embotellados de tipo hospitalario.

Se pudo constatar que el área destinada presenta las siguientes deficiencias:

- No presenta Tomas Murales de Oxígeno Medicinal.
- No presenta Tomas Murales de Aire Medicinal.

Se tomó en consideración la siguiente solicitud o requerimiento descrito en las Especificaciones Técnicas (*Véase Figura 14 – Anexo 03*)

Los intervalos de presión de suministro de aire y O₂ deben ser de los mostrados en la siguiente Tabla:

Tabla 1: Presiones y Flujo Nominal para el Ventilador. Fuente: Propia

Suministro	Intervalo de Presión	Flujo Medio
Oxígeno (O ₂)	35 a 87 psig	60 L/min
Aire Medicinal		

Al tener en cuenta las deficiencias de suministros, se procedió a conectar las mangueras de oxígeno y aire, a la entrada de suministro de cada ventilador. (Véase Figura 15 – Anexo 03)

3.5.2.4 Instalación de Filtros del Ventilador

El respirador se suministra con los filtros inspiratorios interno y externo. Para evitar infecciones y riesgos de contaminación, los filtros inspiratorio y espiratorio deben utilizarse con el respirador.

Los filtros son unos de los componentes importantes del ventilador mecánico, dado la coyuntura actual que estamos pasando el virus de la COVID 19, y teniendo en cuenta que el equipamiento a implementar será usado en pacientes que se encuentran en estado crítico y requieran asistencia ventilatoria, se es recomendable que estos filtros sean desechables

El ventilador presenta 04 filtros internos; estos filtros vienen ya instalados por el fabricante y son de uso permanente con el equipo. (Véase Figura 16 – Anexo 03)

En el ventilador se instaló los siguientes filtros:

- Filtro Espiratorio. (Véase Figura 17 – Anexo 03)

- Filtro Inspiratorio (*Véase Figura 18 – Anexo 03*)

3.6 Resultados de la Actividad

Se desarrollaron las siguientes actividades en esta etapa:

3.6.1 Calibración

La calibración se realiza ante cualquiera de las condiciones que se mencionaran a continuación:

- Como parte de la instalación inicial.
- Durante el mantenimiento preventivo
- Después de cualquier reemplazo de componentes principales.

Las funciones de calibración son las siguientes (Ver Tabla 2):

Tabla 2: Opciones de Calibración del Ventilador. Fuente: Propia

Funciones de calibración	Propósito
Presión Atmosférica	Calibra la presión atmosférica en el Transductor.
Pantalla Táctil	Calibra la pantalla táctil y el controlador al sistema de destino.
Sensor de Flujo	Calibra ambos sensores de oxígeno y de flujo de aire contra el sensor de flujo de exhalación.
Válvula de Exhalación	Calibra la válvula de exhalación.

3.6.2 Auto Prueba Extendida (EST)

Es una prueba más completa, está diseñado para detectar los fallos del sistema. El EST también comprueba los subsistemas de ventilación incluyendo la memoria, sistema de seguridad, controles del panel frontal y los indicadores, electrónica digital y analógica, fuentes de alimentación, transductores y la batería principal del ventilador. Las pruebas EST tarda unos 15 minutos.

Las EST, se realiza ante cualquiera de las condiciones que se mencionaran a continuación:

- Antes de la instalación de un nuevo ventilador inicial.
- Cada seis meses.
- Antes y después de cualquier mantenimiento preventivo
- Después de servicio del ventilador o la reparación.

Durante la EST, el ventilador muestra el estado actual de la prueba, incluyendo las pruebas en curso, los resultados de pruebas realizadas y los datos medidos.

Para la ejecución del EST se requiere la participación del operador.

Se requiere entrar al Modo de Servicio. (*Véase Figura 19 – Anexo 03*)

Se puede visualizar en cada equipo que se realizaron las 02 pruebas correspondientes ATC (SST) y EST, para la ejecución de estas pruebas fueron requerido las siguientes herramientas: (*Ver Tabla 03*)

- Herramientas: Circuito de Prueba Estándar de Oro; Un (01) Tapón para bloquear el circuito o filtro interno.
- Suministros: Fuente de Aire y Oxígeno de 35 a 87 psi.
- Condiciones: No exista fugas en el circuito o en el sistema del ventilador.

Tabla 3: Pantalla de Prueba ATC y Calibración Realizado. Fuente: Propia Trabajo de Campo

 Ventilador N° 01: 35B2014787	 Ventilador N° 02: 35B2005593
 Ventilador N° 03: 35B2005708	 Ventilador N° 04: 35B2005734
 Ventilador N° 05: 35B2005541	 Ventilador N° 06: 35B2005705
 Ventilador N° 07: 35B2005730	 Ventilador N° 08: 35B2005700



3.6.3 Revisión y Verificación del Equipamiento

En esta etapa, el personal especialista del Hospital y del Gobierno Regional de Huánuco (GOREHCO) hicieron acto de presencia para la revisión del equipamiento y verificación tanto técnica como funcional del equipamiento, teniendo en ambas partes conformidad del equipamiento instalado. (Véase *Figura 20 y 21 – Anexo 03*)

3.6.4 Capacitación del Equipo

En esta actividad se realizó las capacitaciones usuarias y técnicas. Estas capacitaciones se realizaron en los ambientes del hospital de contingencia Hermilio Valdizán Medrano. (Véase *Figura 22 y 23 – Anexo 03*)

CAPITULO IV CONCLUSIONES

4.1 Justificación

La implementación descrita en el presente informe tiene su justificación en la necesidad que tiene el Hospital de Contingencia Hermilio Valdizán de optimizar la atención a los pacientes en estado crítico en plena cúspide de la segunda ola que azotó nuestro país.

En vista a esta necesidad el Gobierno Regional de Huánuco, evalúa la necesidad de la adquisición de ventiladores para mejorar la capacidad de atención y mitigar de esta manera los fallecimientos que el Hospital presentaba a causa de la insuficiencia de equipamiento.

Mediante la generación de un IOARR, se hace la convocatoria de *“Adquisición De Ventilador Mecánico, Monitor De Funciones Vitales Y Bomba De Infusión En el EE. SS Hospital Regional Hermilio Valdizán Medrano, Huánuco, Distrito De Huánuco, Provincia De Huánuco, Departamento De Huánuco”*, con la finalidad de convocar a los proveedores existentes para poder satisfacer esta necesidad existente.

4.2 Metodología Aplicada

4.2.1 Evaluación Técnica

Para la selección del equipo ventilador Puritan Bennett 980, este fue evaluado por el comité de selección por parte del Gobierno Regional de Huánuco. Los criterios de evaluación fueron:

- ✓ Análisis de proveedores
- ✓ Análisis técnico de la oferta
- ✓ Análisis de la oferta económica
- ✓ Tiempos de Garantía
- ✓ Plan de Mantenimiento y servicio Post Venta

Teniendo estos criterios establecidos por el especialista de parte del Gobierno Regional de Huánuco, así como también el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas en la IOARR, se determinó a la empresa MEDSTEP PERU, como la empresa que se adjudica el servicio de instalación de equipamiento ventilador mecánico. Se adjunta en el Anexo 01, la documentación de evaluación por parte del Gobierno Regional.

Así mismo, para la recepción del equipamiento, este fue evaluado por el comité de recepción, donde se tuvieron los siguientes criterios de evaluación:

- ✓ Protocolo de prueba y operatividad
- ✓ Cumplimiento de las Especificaciones Técnicas
- ✓ Capacitación al área usuaria y área de mantenimiento
- ✓ Conformidad de recepción de equipamiento del área de almacén.

Verificado el cumplimiento de los criterios de evaluación, el comité de recepción, emite el acta de conformidad del equipamiento. Se adjunta en el Anexo 02, la documentación de conformidad de la recepción del equipamiento.

4.3 Descripción de la Implementación

4.3.1 Diagrama de Bloque

Se muestra a continuación un diagrama de bloque básico de un ventilador mecánico. Los ventiladores comerciales, existentes en el mercado, rigen bajo este principio de funcionamiento que se explicara a continuación.

Se puede observar que el ventilador consta de 06 grandes bloques de funcionamiento: (*Véase Figura 24 – Anexo 03*)

1. **Bloque 01 - Sistema de Control:** Se definiría como el “cerebro” del equipo, porque interactúa con todos los sistemas o subsistemas existentes del equipo. Este Bloque o Sistema procesa toda la información que recibe de los sensores, GUI, actuadores, válvulas, alarmas, y los transforma en acciones reflejadas en el ventilador, también dependiendo de la complejidad del equipo, decide si es necesario brindar algún tipo de ventilación de respaldo y/o de emergencia.
2. **Bloque 02 - Suministro de Energía:** Brinda la energía necesaria para el óptimo funcionamiento del ventilador, este suministro de energía puede ser de la red eléctrica del hospital como también de las baterías solicitadas para el equipo. Las baterías cumplen un papel importante en la autonomía del equipo porque brindan respaldo en las situaciones donde la red eléctrica puede verse afectada.
3. **Bloque 03 - Sistema de suministro de Gases:** Es común encontrar en los ventiladores dos entradas de gases, una entrada para el suministro de oxígeno y la otra entrada es para el suministro de aire.

Ambos suministros requieren una presión de ingreso, esta presión oscila entre los 2 a 5 bar.

Así mismo en este bloque encontramos lo que se denomina Blender, que es un dispositivo, que realiza la mezcla de los dos gases (Oxígeno y Aire), esta mezcla permite el enriquecimiento del oxígeno con el aire, para suministrar al paciente, según la concentración indicada por el especialista. Esta concentración puede oscilar desde un 21% a un 100%.

Otro dispositivo importante dentro de este bloque, es el control del flujo de aire y oxígeno que se le suministra al paciente. Es por ello que todo ventilador consta de válvulas de flujo. Estas válvulas son controladas según el parámetro introducido por el especialista en el GUI o pantalla de configuración del ventilador.

- 4. Bloque 04 - Sistema de Monitorización:** Este bloque es el que se encargada de monitorizar todos los parámetros importantes del paciente y sistemas, para poder tener un correcto control en la ventilación del paciente.

Este bloque entrega información al sistema de control (bloque 01), para que este pueda tomar decisiones que están alineadas en concordancia con la configuración realizada por el operador o especialista, así también, brinda información de problemas existentes como alarmas, avisos, etc.

Los parámetros que siempre están en constante monitoreo son el flujo y volumen de aire suministrado al paciente, así también monitoreo la presión en las vías aéreas. También tenemos el monitoreo de la concentración de oxígeno, etc.

El monitoreo del flujo, lo realiza en diferentes puntos, este monitoreo se puede dar en la salida de la válvula de flujo (flujo inspiratorio), así como también en la salida de la válvula de exhalación (flujo espiratorio). En muchas ocasiones se utiliza un sensor conectado en la pieza en Y del circuito respiratorio. Se resumen que los sensores de flujo más utilizados y comerciales son los transductores

Neumotacografos, ultrasonido, anemómetros de hilo caliente y turbinas.

Al igual que se realizan mediciones de flujo también se mide la presión, para esto se utilizan transductores que pueden estar ubicados en la salida de la “Y” del circuito respiratorio, donde es conectado el tubo endotraqueal, que constituye la interfaz con el paciente. Cuanto más cerca estos transductores se encuentren de las vías aéreas más representativa va ser la medida.

El gran inconveniente es que el paciente puede expulsar fluidos por el tubo endotraqueal hacia el circuito respiratorio “ensuciando” los transductores. Dado este problema algunos fabricantes optan por colocar los transductores a la salida de la válvula de control de flujo y la de exhalación, pero se debe tener en cuenta la caída de presión en los tubos del circuito respiratorio. Los transductores de presión más utilizados son los piezoresistivos.

Para la medición de concertación de oxígeno se utilizan celdas de oxígeno y para la temperatura del aire se utilizan tanto RTDs como termistores.

5. **Bloque 05 - Interfaz de Operador:** este bloque es el encargado de realizar la comunicación de manera bidireccional entre el usuario y el sistema de control del ventilador. Mediante este bloque se nos es posible configurar los diversos parámetros que son necesarios para que pueda lograrse una adecuada ventilación al paciente.

Los parámetros principales que se programan son: la frecuencia respiratoria (f), el tiempo de inspiración (T_i), la relación entre el tiempo de inspiración y el de espiración ($I:E$), el volumen corriente (V_c), la Presión máxima admitida ($P_{m\acute{a}x}$), la presión espiratoria positiva (PEEP2), el trigger, etc.

6. **Bloque 06 - Interfaz con el Paciente:** también denominada GUI, en ella se selecciona el modo ventilatorio con el cual el equipo desarrollará sus funciones de manera autónoma

4.3.2 Diagrama de Bloques Circuito Neumático

En el equipo Ventilador Puritan Bennett 980, está constituido por los siguientes módulos: Compresor, Bloque Inspiratorio, Bloque Espiratorio. (Véase Figura 25 – Anexo 03)

Así mismo, en el bloque inspiratorio encontramos los siguientes Sub módulos o Sub Sistemas: Subsistema de Suministro de Gases, Subsistema de Válvula de Seguridad y Mixer y el Subsistema de Seguridad. (Véase Figura 26 – Anexo 03)

Se describe a continuación cada submódulo del bloque Inspiratorio. Siendo estos los siguientes:

4.3.2.1 Subsistema de Suministro de Gas

El subsistema de suministro de gas es la parte inicial del circuito neumático del ventilador.

Para proteger la válvula de solenoide y el sensor de flujo de precisión en el módulo de control de flujo, se incluyen válvula de regulador y filtro en el módulo de suministro de gas para procesar el gas suministrado que es de presión alta e inestable y contiene algunas sustancias extrañas.

Un interruptor de presión está configurado para supervisar la presión de suministro de gas y la válvula de retención para evitar que el flujo de gas en el interior del ventilador regrese de nuevo a otros suministros de gas externos. (Véase Figura 27 y 28 – Anexo 03)

4.3.2.2 Subsistema de Control de Flujo

El subsistema de control de flujo se utiliza principalmente para llevar a cabo un control preciso (por la válvula proporcional) y supervisar (por el sensor de flujo inspiratorio) el flujo inspiratorio y la concentración de O₂. En correspondencia con el subsistema de suministro de gas, el subsistema de control de flujo también tiene dos ramas paralelas: aire y O₂. (Véase Figura 29 y 30 – Anexo 03)

Cuando el ventilador está funcionando, el gas, después de pasar del subsistema de suministro de gas, se encuentra bajo una presión de valor de ajuste correspondiente. Fluye a través de la de la entrada de aire / O₂ del subsistema de control de flujo y entra en el submódulo de control de flujo.

A continuación, el sistema abre las válvulas proporcionales PSOL Aire y PSOL O₂, y el gas fluye a través de la pantalla de filtro y llega a los sensores de flujo. La presión del gas desde el sensor de flujo está cerca de la presión de aire. A continuación, el gas entra en el subsistema de válvula de seguridad, donde se mezclan el aire y O₂.

4.3.2.3 Subsistema de Válvula de Seguridad

El subsistema de la válvula de seguridad se utiliza principalmente para controlar la presión inspiratoria y asegurarse de que la presión en la rama de inspiración está dentro del rango seguro. También mide la cantidad de O₂ en el gas inspiratorio y mantiene la inspiración espontánea cuando el sistema está apagado. (Véase *Figura 31 – Anexo 03*)

Los componentes del subsistema de la válvula de seguridad. que fluye del subsistema de control de flujo, el aire y el O₂ pasan a través del sensor de flujo y el conector de la válvula de seguridad, e ingresan al subsistema de la válvula de seguridad.

Luego el aire y el O₂ primero fluyen a través del silenciador y se mezclan, y entonces el gas mezclado ingresa a los dos extremos. (Véase *Figura 32 – Anexo 03*)

Uno conectado con la válvula de alivio que se abre para liberar el gas cuando la presión interna es mayor a 110 cmH₂O; y el otro, como una extremidad principal, conduce el gas al depósito, donde se instala una célula de oxígeno para controlar la concentración de O₂ del gas de salida. En el extremo frontal del depósito, hay un electroimán, una válvula de retención en el puerto inspiratorio espontáneo y una válvula de alivio de 10 cmH₂. El electroimán se utiliza para liberar la presión activamente.

Cuando la presión dentro del ventilador alcanza un valor fijado, el electroimán se abre y el gas se libera a través de la válvula de alivio 10 cmH₂O.

Cuando se realiza una inspiración, se genera la presión negativa en el subsistema de la válvula de seguridad y hace que la válvula de retención en la entrada de la inspiración espontánea se abra al lado interno, conduciendo el gas al subsistema de la válvula de seguridad y luego a través del depósito de gas a los pulmones del paciente y así completan un proceso de inspiración. (*Véase Figura 33 – Anexo 03*)

La tarjeta de control de la etapa inspiratoria y sus conexiones hacia los diferentes sensores y válvulas que se conectan a la tarjeta, permiten tener un control electrónico, óptimo para esta etapa. Dicha tarjeta de control, recoge la información de estado de las válvulas y actuadores de la etapa inspiratoria, lo analiza, y ejecuta la acción correspondiente. (*Véase Figura 34 – Anexo 03*)

4.3.2.4 Conjunto de Espiración

El módulo de espiración se utiliza principalmente para realizar el control de la presión y supervisión, y el monitoreo del flujo. Se diferencia con el módulo de inspiración en que el gas que pasa a través es el gas espiratorio de los pacientes, lo que resulta en la necesidad de limpiar y desinfectar los componentes después de su uso. (*Véase Figura 35 y 36– Anexo 03*)

La entrada del gas del módulo de espiración es un conector cónico coaxial de 22 mm.

El extremo del paciente está conectado al módulo de espiración con la manguera del paciente. Cuando el ventilador está en funcionamiento, el gas espiratorio fluye a través de las mangueras y entra al módulo espiratorio.

En la entrada del módulo espiratorio, hay una trampa de agua usada para recoger el agua condensada en las mangueras y en la válvula de espiración.

La válvula de retención en la trampa de agua, cuando la trampa de agua está instalada, se abre para conducir el agua condensada a la trampa de agua. Cuando el agua recogida llega a una cierta cantidad, la trampa de agua debe ser retirada del ventilador (que cierra la válvula de retención para evitar la fuga del gas) y drenada para evitar el bloqueo de las vías aéreas.

Cuando el gas espiratorio entra en la válvula de espiración, el sistema cambia el valor PEEP en la válvula proporcional PEEP a un nivel establecido, lo que hace que el gas de control de la válvula PEEP fluya a través del silenciador y luego fuera del ventilador a través de la salida de gas de control PEEP. Dado que el gas de control PEEP es del módulo de inspiración y por lo tanto limpio y no contaminado, no necesita mayor limpieza o desinfección.

El gas espiratorio pasa a la válvula de espiración y entra en el sensor de flujo espiratorio, un sensor de flujo de diafragma que, con el punto de muestra de presión, introduce la diferencia de presión entre el extremo frontal y posterior en la diferencia de presión del sensor. (*Véase Figura 37 y 38 – Anexo 03*)

4.3.3 Subsistema Eléctrico de la Unidad Principal

El subsistema eléctrico del ventilador consiste en la tarjeta de control principal, el módulo de supervisión que consta de: (*Véase Figura 39 – Anexo 03*)

- ✓ Tarjeta de comunicaciones
- ✓ Tarjeta del Controlador Mixer
- ✓ Tarjeta del módulo de inspiración o Modulo Neumático
- ✓ Tarjeta del módulo de espiración
- ✓ Tarjeta de Interfaz Gráfica Usuario (GUI)

Los módulos de energía que incluye:

- ✓ Tarjeta de alimentación AC-DC

- ✓ Tarjeta de alimentación DC-DC

4.3.3.1 Tarjeta de Control Principal

La tarjeta de control principal es el núcleo de control del ventilador. Su función es:

- ✓ Procesar la medición y el estado de la información de varios módulos y la interfaz de usuario (visualización, botones, codificador, y la pantalla táctil y así sucesivamente).
- ✓ Controlar los módulos del parámetro;
- ✓ Control, recibir y procesar solicitudes de comunicación;
- ✓ Intercambiar datos con dispositivos externos;
- ✓ Actualizar diversos programas de módulos

4.3.3.2 Módulo De Monitoreo y Tarjeta del Controlador Mixer

Se utiliza principalmente para controlar las válvulas (válvula solenoide, válvula proporcional, etc.), adquiere y calcula los parámetros, y maneja los calefactores y los ventiladores.

4.3.3.3 Tarjeta de Modulo de Inspiración y Expiración

La tarjeta del módulo de inspiración y la tarjeta del módulo de espiración son principalmente para el preprocesamiento de señales analógicas de preprocesamiento y para cambiar la señal de control de la válvula y la señal de control del calentador.

4.3.3.4 Módulo de Energía o Alimentación

El módulo de Energía se compone de una tarjeta de alimentación AC-DC y una tarjeta de alimentación DC-DC.

El módulo de alimentación AC-DC de la tarjeta de alimentación cambia el ingreso de corriente alterna en voltaje de corriente continua y transmite a

la tarjeta de alimentación DC, que luego cambia el voltaje en varios voltajes DC que cumplen con los requisitos del ventilador.

La tarjeta de alimentación DC-DC, puede realizar el control de encendido/apagado de la alimentación y las funciones del controlador del indicador de batería/AC.

Adicionalmente, una tarjeta de carga de batería está configurada en la tarjeta de alimentación DC-DC para proporcionar carga y manejo de las baterías de litio.

La tarjeta de alimentación AC-DC y la tarjeta de alimentación DC-DC también puede proteger los voltajes principales del exceso de presión y el exceso de corriente.

4.3.4 Descripción Funcional del Ventilador Mecánico

El principio de funcionamiento del Ventilador Mecánico, que se ha implementado, se describe a continuación:

1. La administración del gas comienza con el respirador conectado al aire y al oxígeno mural (o embotellado).
2. El gas se desplaza hasta el módulo de mezcla donde se regulan las presiones del gas gracias a las respectivas válvulas solenoides proporcionales (PSOLs).
3. Las PSOLs miden los gases de acuerdo con los parámetros introducidos en el respirador, después los gases fluyen a través de los sensores de flujo de aire y oxígeno individuales hasta el colector y el acumulador de mezcla para su mezcla.
4. Las presiones de cada gas se supervisan continuamente, tanto antes como después de que se mezclen en el colector y el acumulador de mezcla.
5. El gas mezclado se desplaza a continuación hacia el sistema neumático inspiratorio desde donde fluye, a través del sensor de administración de

respiración y, a continuación, de la PSOL inspiratoria, hasta su administración al paciente.

6. Antes de que el gas llegue al paciente, atraviesa un filtro anti bacterias inspiratorio interno y después un filtro anti bacterias inspiratorio externo conectado a la salida del gas del respirador (el puerto Hacia paciente) a la que está conectado el circuito respiratorio para la administración del gas al paciente.
7. Cuando el gas regresa desde el paciente, fluye a través del ramal espiratorio del circuito respiratorio, hacia el puerto Desde paciente por el filtro anti bacterias espiratorio (que incluye un vial de condensado) antes de atravesar el sensor de flujo de la válvula de espiración y la válvula de espiración (EV).
8. Un puerto de escape de gas permite que el gas espirado salga del respirador y fluya hasta la habitación.

4.3.5 Curvas Principales y Métodos de Control

Las curvas de función respiratoria, son la representación gráfica de los cambios que presenta una variable fisiológica determinada durante un ciclo respiratorio.

Estos cambios pueden mostrarse respecto al tiempo o de una variable respecto a la otra. Pueden ser útiles:

1. Para analizar la fisiopatología de un proceso determinado.
2. Para detectar cambios en el estado clínico.
3. Optimizar una estrategia ventilatoria.
4. Valorar la respuesta a un determinado tratamiento o cambio de modo ventilatorio.
5. Evitar complicaciones y iatrogenia.
6. Evaluar el curso del weaning.
7. Establecer un pronóstico en la evolución del paciente.

4.3.5.1 Curvas de Presión - Tiempo

Representan la modificación de la presión en la vía aérea medida en el circuito del respirador, durante el ciclo respiratorio. La presión se representa en el eje de ordenadas y el tiempo en abscisas.

La morfología de la curva es distinta en las modalidades cicladas a volumen, de las cicladas por presión.

4.3.5.2 Curvas de Flujo - Tiempo

Expresan los cambios en el flujo medido en el circuito del respirador. El flujo se representa en el eje de ordenadas y el tiempo en el de abscisas. Las curvas de flujo son distintas en las modalidades cicladas a volumen (Flujo Constante) de las cicladas a presión (Flujo Decreciente).

4.3.5.3 Curvas de Volumen - Tiempo

Control de volumen es el esquema que controla el flujo con el fin de suministrar un volumen predeterminado (definido por el médico) al paciente.

Hay dos formas de onda básicas para administrar este volumen: la “cuadrada” que garantiza un flujo constante durante el tiempo de inspiración o la “rampa descendente” cuya pendiente y valor inicial se determinan para proporcionar el objetivo de volumen requerido

4.3.6 Respiraciones Mandatorios

El ventilador Puritan Bennett 980, ofrece tres tipos de respiración mandatorio:

- a) **Control de volumen (VC):** que basa la administración de respiración en el volumen corriente inspiratorio administrado
- b) **Control de presión (PC):** que basa la administración de respiración en el logro del mantenimiento de una presión objetivo durante un periodo establecido de tiempo
- c) **Volumen control plus (VC+):** que consiste en una respiración controlada por la presión basada en un volumen corriente objetivo. VC+ se puede utilizar en situaciones en las que los pulmones del paciente se vuelven más distensibles debido al tratamiento, ya que reduce la presión objetivo (reduciendo las fuerzas en los alvéolos) para conseguir el volumen corriente objetivo.

El sistema de control que se tiene presente para el control de las diferentes variables del ventilador, observamos como el sistema de control en lazo cerrado, actúa dependiendo de la variable a querer controlar (presión, flujo y volumen). (Véase Figura 40 – Anexo 03)

4.3.7 Evolución de los Ventiladores Mecánicos

En el año 1543 d. C. Vesalio describió lo que actualmente se entiende como ventilación mecánica.

El profesor de Padua creó el concepto y lo definió de la siguiente manera en su famoso libro *De humani corporis fabrica libri septem*: «La vida puede ser restaurada al animal, efectuando una apertura en el tronco de la tráquea, colocando un tubo de junco o mimbre, entonces se insuflará en él, de modo que los pulmones puedan levantarse nuevamente y tomar aire»; para ello realizó múltiples experimentos en cerdos. Éste fue el primer intento de ventilación con presión positiva intermitente (IPPV, intermittent positive pressure ventilation))

A su vez, ambos tipos pueden ventilar suministrando una presión de aire determinada (presiométricos o barométricos) o un volumen prefijado (volumétricos).

Los estudios de Vesalio no fueron bien reconocidos por sus colegas, ya que se dedicó durante muchos años a disecar cadáveres para describir la anatomía humana en siete tomos, lo que le llevó a ser visto por algunos como sospechoso de homicidio.

En 1775, el médico inglés John Hunter desarrolló un sistema ventilatorio de doble vía que permitía la entrada de aire fresco por una de ellas y la salida del aire exhalado por otra, el cual utilizó sólo en animales.

Hasta la segunda mitad del siglo XIX todo fue experimentación y hechos anecdóticos; el paso fundamental fue la creación de los primeros ventiladores mecánicos, aunque la mayoría de ellos funcionarían con presión negativa.

El primero de ellos fue el creado por Alfred Jones en 1864. El principio básico de estos aparatos era que un cambio de presión dentro del ventilador provocara que el aire se moviera dentro y fuera del paciente. Basado en esta mecánica, el Dr. Woillez de París diseñó el espiróforo, cuyo fin sería resucitar a las víctimas de ahogamiento del río Sena, pero nunca llegó a pasar de un prototipo.

Los diseños de Jones y Woillez fueron considerados los antecedentes del pulmón de acero, que pronto se convertiría en el referente en materia de respiración artificial

En 1880 se diseñó por Macewen el primer tubo endotraqueal, y en 1895 el Dr. Chevalier inventó el laringoscopio; ambos artilugios resultaron imprescindibles para la ventilación mecánica desde entonces hasta nuestros tiempos.

En 1911, Dräger ya había creado un dispositivo de ventilación a presión positiva, que fue conocido como el Pulmotor éste utilizaba un cilindro de oxígeno o aire comprimido como fuente de energía para su funcionamiento y

entregaba una mezcla de estos gases y de aire ambiente al paciente, a través de una mascarilla nasobucal.

El famoso pulmón de acero fue inventado en el año 1929 por P. Dinker, un ingeniero estadounidense de la New York Consolidated Gas Company, que diseñó un tanque en el cual se introducía al paciente, quedando fuera únicamente su cabeza; éste aplicaba sobre el cuerpo presiones negativas intermitentemente, de manera que posibilitaba la respiración.

La mecánica del aparato consistía en crear movimientos respiratorios causados por cambios de presión: se aplicaba presión positiva en la vía aérea (IPPV) y, además, se generaba una presión negativa en el tórax con respecto a la boca. Fue creado para usarse en pacientes que tenían lesionada la pared muscular.

En 1931 surgió una versión mejorada del pulmón de acero, creada por John Haven Emerson: su pulmón de acero, más barato, ligero, silencioso y fiable que el de Dinker, tuvo mayor aceptación. Este ventilador ya contaba con velocidades variables de ventilación y repuestos intercambiables y permitía operar manualmente en caso de fallo eléctrico; se convirtió en el buque insignia de los ventiladores de presión negativa y su mayor uso se alcanzó durante la epidemia de poliomielitis que arrasó América del Norte y Europa.

La fuerte prevalencia de poliomielitis en Dinamarca y el uso del respirador con presión positiva en Copenhague, y posteriormente en el resto del mundo, constituyó lo que se podría denominar el nacimiento de las unidades de cuidados intensivos y respiratorios, así como de la ventilación mecánica moderna. Las salas con los pacientes que presentaban esta ventilación se convirtieron en el antecedente de las modernas unidades de cuidados intensivos (UCI), donde se llevaba una monitorización continua de los volúmenes y parámetros de los pacientes, contribuyendo al nacimiento de la medicina moderna.

Los pulmones de acero se fueron abandonando paulatinamente hasta casi desaparecer en la década de 1960. Pronto aparecieron nuevos respiradores de presión positiva, ciclados por presión y por volumen. Entre los

volumétricos destacaron los modelos Engstrom, Beaver, Cape, Emerson, Fournier

A partir de los años setenta se generalizan las UCI en la mayoría de hospitales y se implanta como modo ventilatorio la IPPV. El siguiente paso en la ventilación mecánica vino con la creación de nuevos modos ventilatorios: ventilación mecánica intermitente (IMV), ventilación mecánica sincronizada intermitente (SIMV), etcétera que fueron incorporándose a los nuevos ventiladores y cuyas peculiaridades se verán en capítulos posteriores. Durante esta década también se impuso la ventilación por volumen a la ventilación por presión; además, cabe destacar la creación de la presión positiva al final de la espiración (PEEP).

Durante los siguientes años entrarían a jugar un papel importante las nuevas tecnologías y la informatización. Los nuevos respiradores funcionarían con un microprocesador, al cual se accedería a través de los mandos del respirador y que permitiría innumerables modos ventilatorios y opciones. Así, hasta la década de 1990 los principales avances se realizan gracias al avance de la tecnología y la incorporación de microprocesadores más modernos a los respiradores, los cuales brindan un abanico de opciones cada vez mayor para poder adaptar el modo ventilatorio a las necesidades del paciente.

Se pueden separar los ventiladores en dos grandes categorías, los ventiladores de presión negativa y los ventiladores de presión positiva.

El ventilador de presión negativa o mejor conocido como “pulmón de acero”, es un tanque cilíndrico de acero que encierra el cuerpo del paciente exceptuando el cuello y la cabeza, este cilindro es un compartimiento hermético.

Periódicamente se bombea un flujo de aire que reduce o incrementa la presión dentro del cilindro, cambiando de esta forma la presión sobre el pecho del paciente. Cuando el ciclo se encuentra en la etapa inspiratoria, dentro del cilindro se genera una presión por debajo de la atmosférica, haciendo que los pulmones se expandan y el aire del exterior de la cámara

ingrese a través de la nariz. En la etapa de exhalación la presión dentro del cilindro vuelve a ser la atmosférica haciendo que el paciente exhale el aire inspirado en la etapa anterior.

Los ventiladores de presión positiva son dispositivos que, mediante un ducto conectado a las vías aéreas del paciente, “bombean” aire a presión superior a la atmosférica, realizando de esta forma la etapa de inspiración. Para lograr la etapa de espiración lo que hace este dispositivo es dejar las vías aéreas liberadas a la atmósfera, de esta forma la diferencia de presión entre los pulmones y la atmosfera hace que se expela el aire.

El informe presente se centra en los ventiladores de presión positiva, ya que son los más comunes y contemporáneo.

CAPITULO V

RECOMENDACIONES

Dentro del desarrollo de las actividades de la implementación, se realizó las siguientes recomendaciones y/o sugerencias.

Se recomendó que los módulos contruidos para la atención de los pacientes con Covid 19, deben tener tomas murales de oxígeno y aire, con una presión constante, esto para dar un mejor soporte a los pacientes y los equipos implementados no presenten problemas en su funcionamiento por caídas o falta de presión.

Así mismo se recomendó que el personal tenga el conocimiento básico y necesario para el manejo de ventiladores, programando capacitaciones de reforzamiento, así como utilización de plataformas informáticas (Webinars, Conferencias, etc.)

Otra recomendación que se tuvo, fue la implementación de pozos a tierra para los módulos contruidos, así como también la mejora del sistema eléctrico, dado que hospital no cuenta con línea estabilizada, la ausencia de línea estabilizada puede ocasionar problemas técnicos en los ventiladores, dañando sus tarjetas electrónicas siendo esto perjudicial mientras el equipo este operativo con el paciente.

Otro punto importante que se pudo observar durante el acompañamiento de operatividad del equipo ventilador, se observó, que el personal usuario, no llevaba una correcta limpieza de los filtros del equipo, esto se dio debido a la falta de capacitación y al poco interés que mostraba el personal usuario, así como también la mala de practica dentro del área UCI COVID, de limpieza posterior al uso del paciente.

Como solución se recomendó que los filtros bactericidas que se ubican en la rama espiratoria, filtros reusables, sean esterilizados después del término de uso de cada paciente o también se recomendó el usar filtros desechables para evitar la contaminación cruzada.

Otra recomendación importante que se dio a los usuarios, es la verificación constate que se tiene que dar al ventilador en referencia a los puntos de conexión, dado que, al no tener las condiciones de infraestructuras adecuadas, así como también las condiciones energía correctas, constantemente durante el uso del equipo, presentaba desconexión de la red eléctrica y uso de la batería. Esta recomendación ayuda a minimizar los problemas que se reportaban los usuarios, que presentaban molestias por las constantes alarmas de desconexión en la red eléctrica.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Covidien, (2019). *Manual de Usuario Puritan Bennett Respirador Serie 980*

Covidien, (2019). *Manual Tecnico Puritan Bennett Respirador Serie 980*

Covidien (2020). *Simulador de Respirator Serie 980.*

M. Péreza, J. Mancebob (Dic 2016). *Monitorización de la mecánica ventilatoria*. Obtenido de:

<https://medintensiva.org/es-monitorizacion-mecanica-ventilatoria-articulo>

Project Management Institute Project Management Institute. (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 6ta Edición.

Gutiérrez Muñoz, Fernando. (2011). Ventilación mecánica. Acta Médica Peruana, 28(2), 87-104. Recuperado de

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172011000200006&lng=es&tlng=es.

Dr. David Barreto (2013). Curvas de Ventilación. Obtenido de:
[https://es.slideshare.net/drdauidbarreto/curvas-de-ventilacin-](https://es.slideshare.net/drdauidbarreto/curvas-de-ventilacin)

CAPITULO VII ANEXOS

ANEXO 01 – APROBACIÓN TÉCNICA DE ADQUISICIÓN DE EQUIPO VENTILADOR PURITAN BENNET 980

 GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO 	
<i>"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"</i>	
INFORME N°001-2021-GRH-ORA/HGTM	
SERVIDO Doc.02268849 Exp.01465838	
Señor :	LIC. ADMIN. ELVIZ EUCEVIO GARAY CORREA DIRECTOR DE LA OFICINA DE LOGÍSTICA Y SERVICIOS AUXILIARES
De :	ING. HERBERT GEORGE TERREROS MIGUEL ESPECIALISTA DE EQUIPAMIENTO BIOMÉDICO
Asunto :	REMITO VALIDACIÓN DE COTIZACIONES
Ref. :	(1) INFORME N° 0266 – 2021 -GRH-ORA/OLSA (2) INFORME N° 010-2021-GRH-GRDS/SGDHIS-DEJM-EA (3) MEMORANDO N° 073-2021-GRH/GRDS
Fecha :	Huánuco, 25 de enero del 2021.
Por medio de la presente me dirijo a usted, para saludarle cordialmente e informar que mediante el documento de la referencia (1), el Lic. Admin. Elviz Eucivio Garay Correa, solicita la validación de cotizaciones, de la cual se emite opinión sobre: "ADQUISICIÓN DE BIENES VENTILADORES MECANICOS ESTATICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IOARR: ADQUISICIÓN DE VENTILADOR MECÁNICO, MONITOR DE FUNCIONES VITALES Y BOMBA DE INFUSIÓN; EN EL (LA) EESS HOSPITAL REGIONAL HERMILO VALDIZAN – HUÁNUCO DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO" CUI: 2485482.	
I. <u>MARCO LEGAL</u> - Ley N°30225 – Ley de Contrataciones del Estado, modificado mediante D.L. N°1444. - DS N°350-2015-EF – Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, modificado mediante DS N°344-2015-EF.	
II. <u>ANTECEDENTES</u> - Con fecha 15.01.2021, el área usuaria Gerente Regional de Desarrollo Social con MEMORANDUM N° 073-2021-GRH/GRDS, requiere ADQUISICIÓN DE BIENES VENTILADORES MECANICOS ESTATICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IOARR: ADQUISICIÓN DE VENTILADOR MECÁNICO, MONITOR DE FUNCIONES VITALES Y BOMBA DE INFUSIÓN; EN EL (LA) EESS HOSPITAL REGIONAL HERMILO VALDIZAN – HUÁNUCO DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO" CUI: 2485482 - Con fecha 19.01.2021, el Lic. Admin. Elviz Eucivio Garay Correa, solicita la validación de cotizaciones.	
Calle Callesito 145 - Amaris - Huánuco Teléfono: 09791 889106 Dirección regional de Gestión	



GOBIERNO REGIONAL
HUÁNUCO



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

III. ANÁLISIS

El documento en referencia (7) adjuntó cotizaciones de las cuales se emite la siguiente opinión:

a) De la empresa "Bascat y CIA S.A.C.":

La empresa brindó dos cotizaciones con diferente presupuesto, no encontrándose diferencia en las especificaciones técnicas del brochure presentado.

Sobre el equipo: el equipo propuesto cuenta con un sistema de turbina, el cual es similar y cumple la misma función que un ventilador con compresor (generación de aire); sin embargo, el equipo no es adecuado para las instalaciones a trabajar, la acumulación de partículas o sustancias que se levantan en el aire, generan desgaste inmediato del filtro, sobrecalentamiento en el sistema (por turbina), datos erróneos y por ende, deficiencia en el funcionamiento pudiendo afectar gravemente, al paciente en estado crítico.

Además, según la documentación enviada, el proveedor no adjuntó en su brochure, la descripción ni el humidificador, equipo esencial y solicitado según las características técnicas.

b) De la empresa "ROCA S.A.C.":

La empresa proporcionó dos cotizaciones, ambas cumpliendo con las características generales y componentes solicitados según las características técnicas; sin embargo, la cantidad de accesorios no cumple con lo requerido y el apartado 14, del plazo de entrega, especifica que la entrega será en un máximo de 15 días calendario, lo cual según la necesidad y la situación en la que nos encontramos debido a la pandemia por COVID-19 no cumple, pues la empresa hace mención a un plazo de entrega de 30 días (sujeito a previa venta).

c) De la empresa CPB MEDICAL:

La empresa ha adjuntado en su documentación dos hojas, las cuales hacen referencia al cumplimiento de las características específicas "A08", "A15" Y "A23", tales documentos presentan el aval del gerente del servicio al cliente, Nicolás Homazabal, de los documentos en mención, no hay coincidencia en las firmas y al ser un documento simple, se consideraría un riesgo muy alto el adquirir los equipos por parte del mencionado proveedor. Adicionalmente, el proveedor cumple

d) De la empresa MEDSTEP:

La empresa ha adjuntado la documentación requerida según las especificaciones técnicas solicitadas, habiendo, también, analizado cada componente solicitado en las características técnicas en el brochure del equipo ofertado.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Existe una necesidad en la adquisición del equipamiento solicitado debido a la situación de emergencia en la que nos encontramos por lo que se requiere la adquisición de equipos aptos para un funcionamiento constante.



GOBIERNO REGIONAL
HUÁNUCO



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Según las funciones asignadas, se visualiza que de las cotizaciones presentadas para "ADQUISICIÓN DE BIENES VENTILADORES MECANICOS ESTATICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IOARR: ADQUISICIÓN DE VENTILADOR MECÁNICO, MONITOR DE FUNCIONES VITALES Y BOMBA DE INFUSIÓN; EN EL (LA) EESS HOSPITAL REGIONAL HERMILO VALDIZAN - HUÁNUCO DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO" CUI: 2485462", es la empresa MEDSTEP, quien propone un equipo adecuado según las especificaciones técnicas requeridas, por lo que según la opinión emitida, se recomienda, continuar con el procedimiento correspondiente.

Sin otro en particular, se despide.


FERNANDO TURRENT BOLOG
PRL MECATRONICO
CIP 248430

ANEXO 02 – ACTA DE RECEPCIÓN INSTALACIÓN Y PRUEBAS OPERATIVAS EN CONFORMIDAD A LO SOLICITADO

ANEXO 2

ACTA DE RECEPCIÓN, INSTALACIÓN Y PRUEBA OPERATIVA

Siendo las 13.00 horas del día 24/03/2021, el proveedor MEDSTEP hizo efectivo el acto de entrega en el Servicio, Unidad o Departamento de U.C.I., los equipos que a continuación se detallan:

DESCRIPCION	CANT.	MARCA	MODELO	N° SERIE
VENTILADOR VOLUMETRICO	01 UND.	PURITAN BENNETT	980	3582005705

Dicho acto contó con la presencia del Comité de Recepción de Equipos y Usuario Final (Jefe de Servicio, Unidad o Departamento).

En la recepción del citado equipo se pudo constatar:

1. Integridad física y estado de conservación óptimo de los equipos médicos.
2. Instalación y prueba operativa del equipo médico, teniendo en consideración el protocolo de pruebas (ANEXO 2A y 2B).
3. Perfecto estado de funcionamiento de cada equipo, incluyendo todos los accesorios necesarios para su instalación.
4. Entrega de 1 juego de Manuales (Operación y Servicio Técnico).
5. Entrega de un Certificado de Garantía de 24 meses (que rige a partir de hoy).
6. Entrega de la ficha técnica correspondiente.
7. Programa de Mantenimiento Preventivo y su correspondiente Procedimiento de Mantenimiento Preventivo.
8. Entrega de Registro Sanitario o Certificado de Registro Sanitario, emitido por la Autoridad de Salud competente y vigente a la fecha, a nombre del proveedor y relativo al equipo principal entregado. (En caso de que los equipos no requieran Registro Sanitario, se deberá presentar un Certificado de No Necesidad de Registro Sanitario emitido por la DIGEMID).



NOMBRE, CARGO, SELLO Y FIRMA
Usuario Final: Jefe de
Servicio, Unidad o Departamento



MEDSTEP PERU SAC
NO NECESIDAD DE REGISTRO FIRMA
El Proveedor

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
Dirección Regional de Salud
Hospital Regional "Francisco de Paula Martínez"

Berth, Dionisio A. Julio Toranzo
Jefe AREA ASESORIA CENTRAL - LOGISTICA

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
Dirección Regional de Salud
Hospital Regional "Francisco de Paula Martínez"

Dr. Johnny R. Sandoval
Médico Cirujano
CNP 82308 - RNE 34888

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO

Dr. Víctor R. Espinoza Porcino
CNP 82308 - RNE 34888
DIRECTOR REGIONAL

ANEXO 03 IMAGENES



Figura 1: Ubicación Geográfica del Hospital de Contingencia Hermilio Valdizán M. Fuente: Google Earth

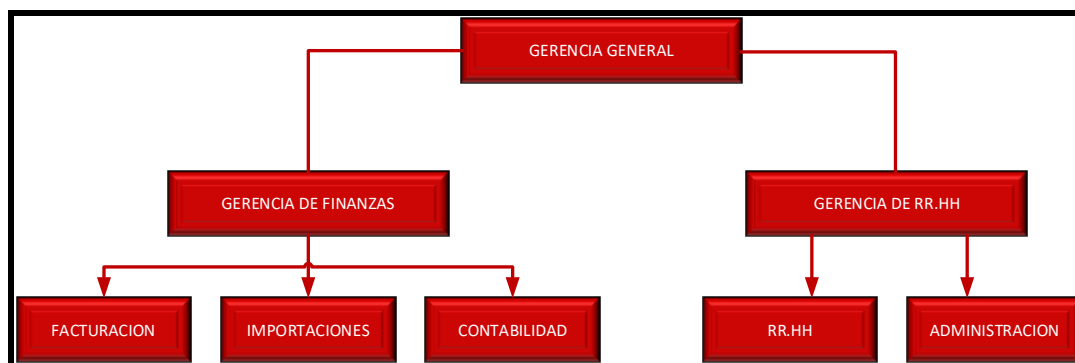


Figura 2: Organización Administrativa - Medstep Perú SAC

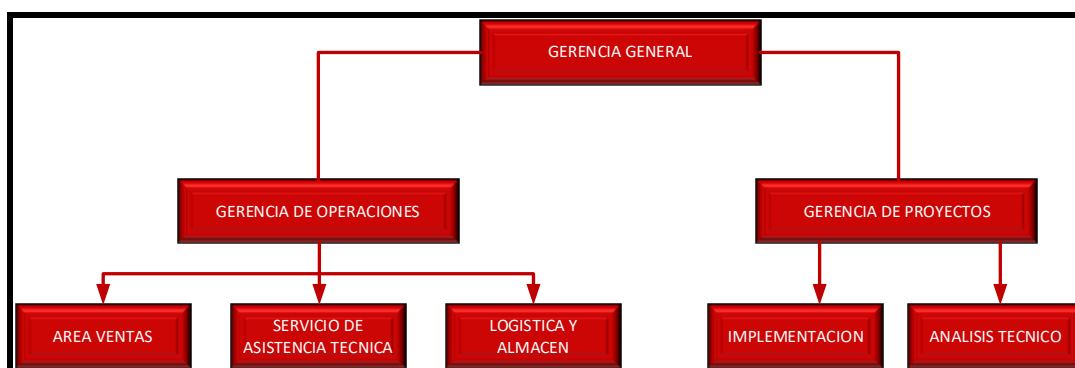


Figura 3: Organización Operativa de Medstep Perú SAC


GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
 Gerencia Regional de Desarrollo Social

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONTRATACIÓN DE BIENES PARA LA ADQUISICIÓN VENTILADORES MECÁNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IOARR "ADQUISICIÓN DE VENTILADOR MECÁNICO, MONITOR DE FUNCIONES VITALES Y BOMBA DE INFUSIÓN; EN EL (LA) EESS HOSPITAL REGIONAL HERMILO VALDIZAN – HUÁNUCO DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO"

- DENOMINACIÓN DE LA CONTRATACIÓN:**
Contratación de bienes para la adquisición ventiladores mecánicos para la implementación de la IOARR "Adquisición de Ventilador Mecánico, Monitor de Funciones Vitales y Bomba de Infusión; en el (la) EESS Hospital Regional Hermilio Valdizan – Huánuco distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco"
- ÁREA USUARIA:**
Sub Gerencia de Desarrollo Humano e Inversión Social
- JUSTIFICACIÓN:**
La presente contratación busca dotar de equipos médicos al Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano, para atender a pacientes afectados por COVID – 19 de la Región de Huánuco.
- ANTECEDENTES**
El Gobierno Regional de Huánuco en virtud al Decreto Supremo N° 008-2020-SA, de fecha 11 de marzo de 2020, que declara Emergencia Sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario y dicta medidas de prevención y control del COVID-19. En merito a la Resolución Directoral N° 157-2020-GRH/DIRESA, de fecha 17 de febrero de 2020, se aprueba el plan de regional de reforzamiento de los servicios de salud y contención del covid-19 y mediante Resolución Directoral N° 260-2020-GRH/DIRESA, de fecha 23 de marzo de 2020, se aprueba el plan de reforzamiento de los servicios de salud y contención de covid-19; y en merito a la RGR N° 202-2020-GRH-GRDS, que aprueba el Plan Regional de Reforzamiento de los Servicios de Salud y Contención del COVID-19, al respecto a la fecha de 14 de Enero de 2021 según datos estadísticos "DIRESA-HUÁNUCO" de la situación del COVID 19 se tiene 2424 casos de pacientes confirmados Hospitalizados 279 casos, 38 pacientes en UCI, Fallecidos 1004, se analiza que el Hospital Hermilio Valdizan, no cuenta con suficientes ventiladores mecánicos por lo que no puede brindar la atención oportuna a pacientes críticos con diagnóstico de COVID-19, poniendo en riesgo el acceso oportuno a la atención y manejo clínico de estos pacientes críticos, así como su oportuna referencia.
- OBJETIVO**
Adquirir VENTILADORES MECÁNICOS para la implementación de la IOARR "ADQUISICIÓN DE VENTILADOR MECÁNICO, MONITOR DE FUNCIONES VITALES Y BOMBA DE INFUSIÓN; EN EL (LA) EESS HOSPITAL REGIONAL HERMILO VALDIZAN – HUÁNUCO DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO" CUI N° 2485482.

Figura 4: Extracto de la Justificación de la Adquisición de Equipamiento. Fuente: Oficina de Economía del Gobierno Regional de Huánuco

8. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS :

CARACTERÍSTICAS GENERALES – COMPONENTES – ACCESORIOS – REQUERIMIENTO DE ENERGÍA: VENTILADOR MECÁNICO

FICHA TÉCNICA	
FAMILIA	EQUIPOS PARA VENTILOTERAPIA
DENOMINACIÓN ESTANDARIZADA EQUIPAMIENTO SALUD	DE VENTILADOR VOLUMÉTRICO
DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	EQUIPO BIOMÉDICO UTILIZADO EN LOS SERVICIOS DE CUIDADOS CRÍTICOS, PARA EL SOPORTE EN LA RESPIRACIÓN A ADULTOS Y PEDIÁTRICOS CON UN RANGO DE PESO AMPLIO, CON PERDIDA PARCIAL O TOTAL DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA, CUENTA CON UN SISTEMA DE PARÁMETROS, VENTILACIÓN A VOLUMEN Y PRESIÓN, MONITOREO EN TIEMPO REAL (INCLUYE UN MONITOR GRÁFICO PRINCIPAL) ALARMAS Y SUMINISTRO DE GASES MEDICINALES: OXÍGENO Y AIRE MEDICINAL.
A. CARACTERÍSTICAS GENERALES	A01 RODABLE. A02 VÁLVULA EXHALATORIA ACTIVA (ELECTRÓNICA O ELECTROMAGNÉTICA). A03 CONTROLADO POR MICROPROCESADOR (ES). PANTALLA TÁCTIL DE 10 PULGADAS O MÁS PARA VISUALIZACIÓN AL A04 MENOS 03 ONDAS GRÁFICAS (EN FORMA INDIVIDUAL Y SIMULTÁNEA) Y LAZOS INTEGRADOS EN EL PANEL DE CONTROL. A05 CON COMPENSACIÓN BAROMÉTRICA MEDIANTE CALIBRACIÓN MANUAL (VER NOTA 1) O AUTOMÁTICA. A06 COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA DE RESISTENCIA DEL TUBO ENDOTRAQUEAL O COMPENSACIÓN DEL COMPLIANCE DEL CIRCUITO. A07 SISTEMA DE SUMINISTRO DE AIRE MEDICINAL DE LA MISMA MARCA (VER NOTA 2) CON CONEXIONES AL EMPOTRADO SEGÚN NORMAL DIS5 o TURBINA A08 CAPACIDAD DE FUNCIONAR CON CIRCUITOS Y SENSORES (SENSOR DE OXÍGENO, SENSOR DE FLUJO, ETC.) DESCARTABLES E LA MISMA MARCA DEL VENTILADOR O COMPATIBLES O APROBADOS POR EL FABRICANTE DEL VENTILADOR. A09 SENSORES DE FLUJO PROXIMAL O DISTAL REUSABLES, ESTERILIZABLES Y AUTOCLAVABLES. MODALIDADES DE VENTILACIÓN A10 VENTILACIÓN CONTROLADA POR PRESIÓN (VCP (ASISTO/CONTROL, SIMV) A11 VENTILACIÓN CONTROLADA POR VOLUMEN (VCV) (ASISTO/CONTROL, SIMV)

Figura 5: Extracto de Especificaciones Técnicas del Ventilador Mecánico. Fuente: Oficina de Economía del Gobierno Regional de Huánuco

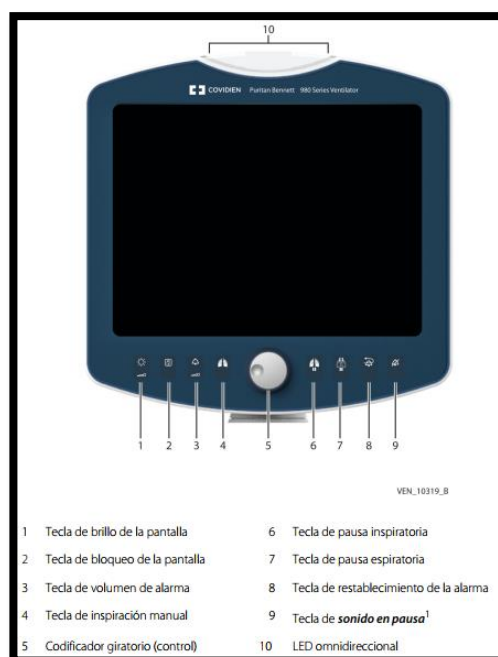


Figura 6: Interfaz Gráfica del Usuario (GUI). Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980

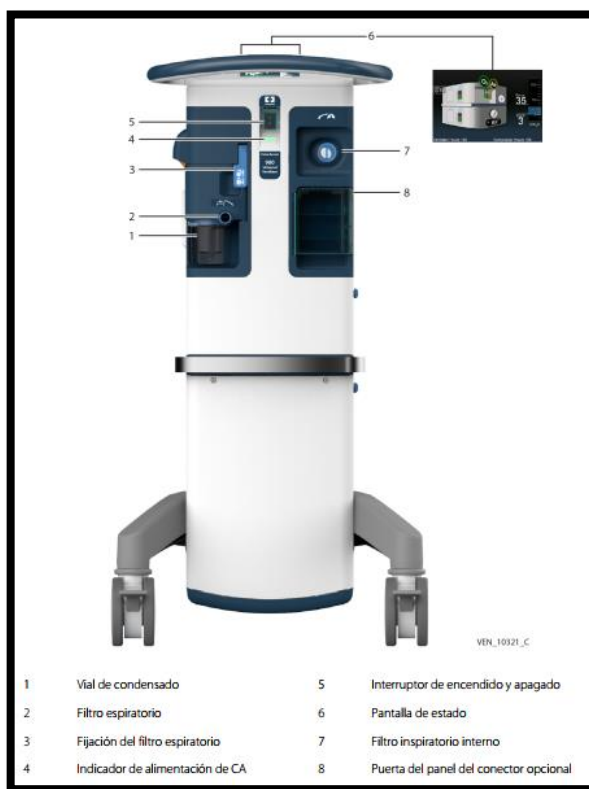


Figura 7: Unidad Neumática BDU (Vista Frontal). Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980

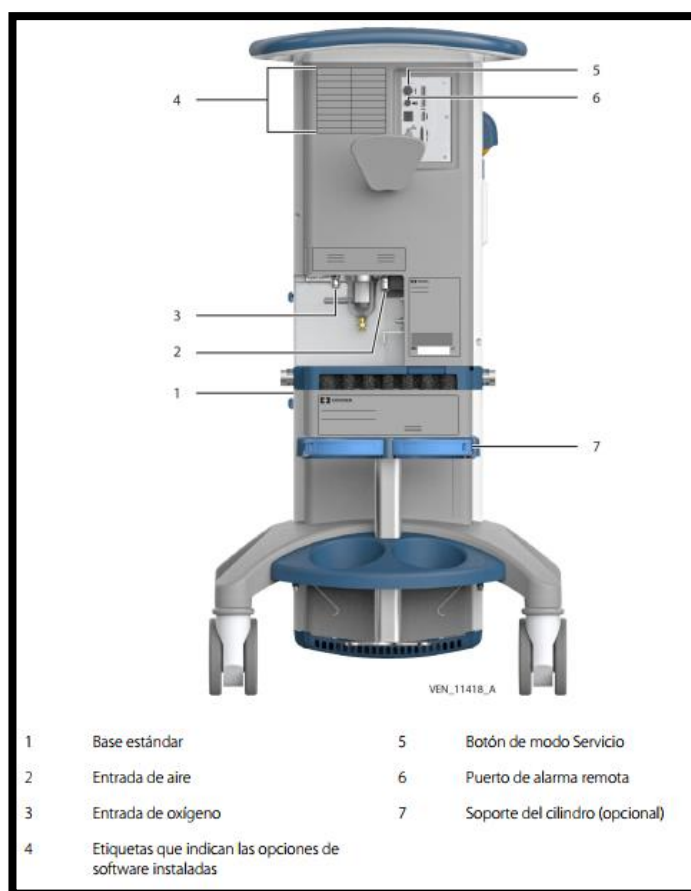


Figura 8: Unidad Neumática BDU (Vista Posterior). Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980



Figura 9: Pantalla de Estado, ubicado en la BDU. Fuente: Propio Trabajo de Campo



Figura 10: Ventiladores Armados y Ensamblados. Fuente: Propia Trabajo de Campo



Figura 11: Conexión de Ventiladores. Fuente: Propia Trabajo de Campo

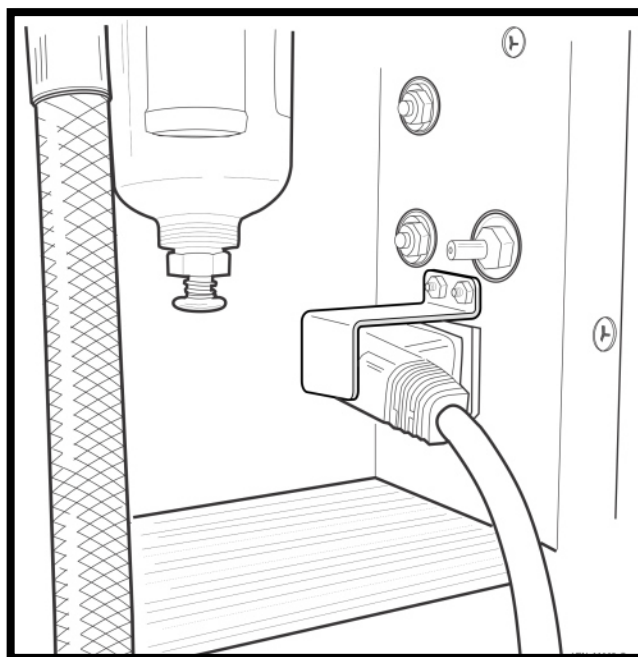


Figura 12: Conexión de Alimentación CA. Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980

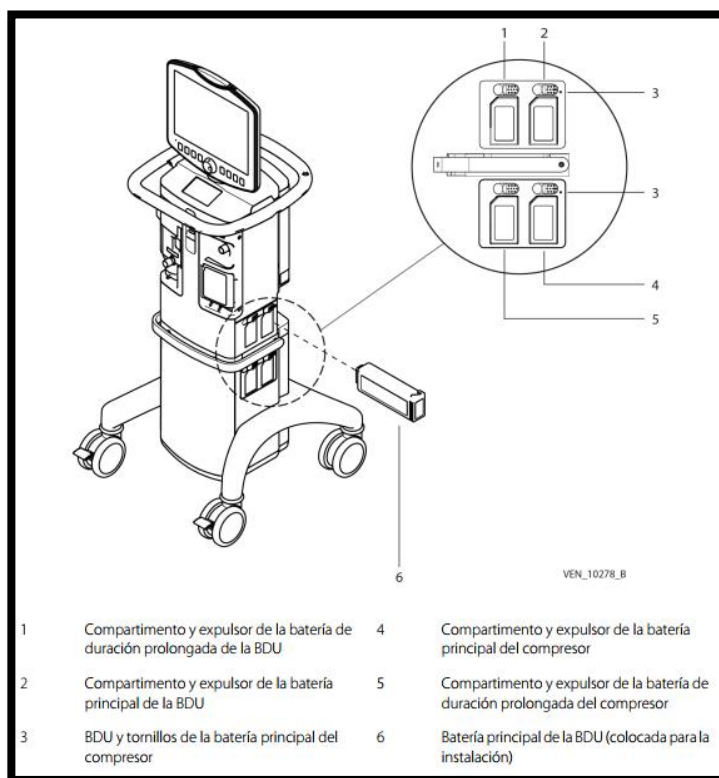


Figura 13: Conexión y Ubicación de Baterías. Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980

NOTA 1: LA CALIBRACIÓN MANUAL SE REALIZA UNA SOLA VEZ EN EL LUGAR E DESTINO NOTA 2: LA ARQUITECTURA DE DISEÑO DEL FABRICANTE DEBE SER TAL QUE SE ENCUENTRE FÍSICAMENTE INTEGRADO DENTRO DEL VENTILADOR.	
E. ADICIONALES	E01 EN LA DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DONDE DESCRIBE QUE EL VENTILADOR MECÁNICO CONTARÁ CON SUMINISTROS DE GASES SÓLO DE OXÍGENO MAS NO DE AIRE MEDICINAL DEBIDO A QUE EL HOSPITAL REGIONAL HERMILO VALDIZAN DE HUÁNUCO NO CUENTA CON SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.
	E02 MEDICIÓN DE CAPNOGRAFÍA.

Figura 14: Nota Adicional sobre el Suministro de Gas en el Hospital. Fuente: Especificaciones Técnicas del Ventilador

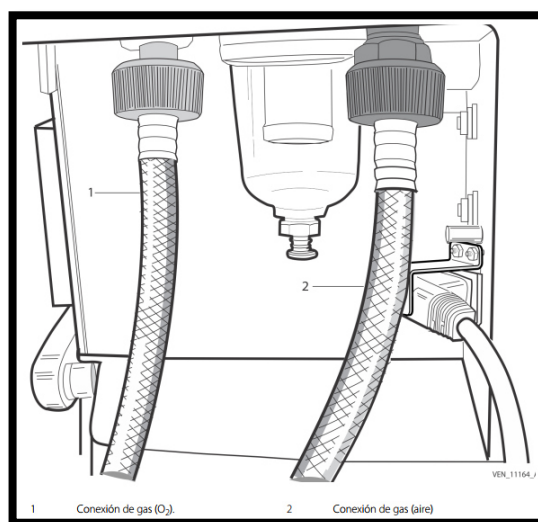


Figura 15: Entrada de Suministro de Gases (Aire y Oxígeno). Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980



Figura 16: Ubicación de filtros en el BDU. Fuente: Propia Trabajo de Campo



Figura 17: Filtro Espiratorio. Fuente: Propia Trabajo de Campo



Figura 18: Filtro Inspiratorio. Fuente: Manual Usuario Ventilador Puritan Bennett 980

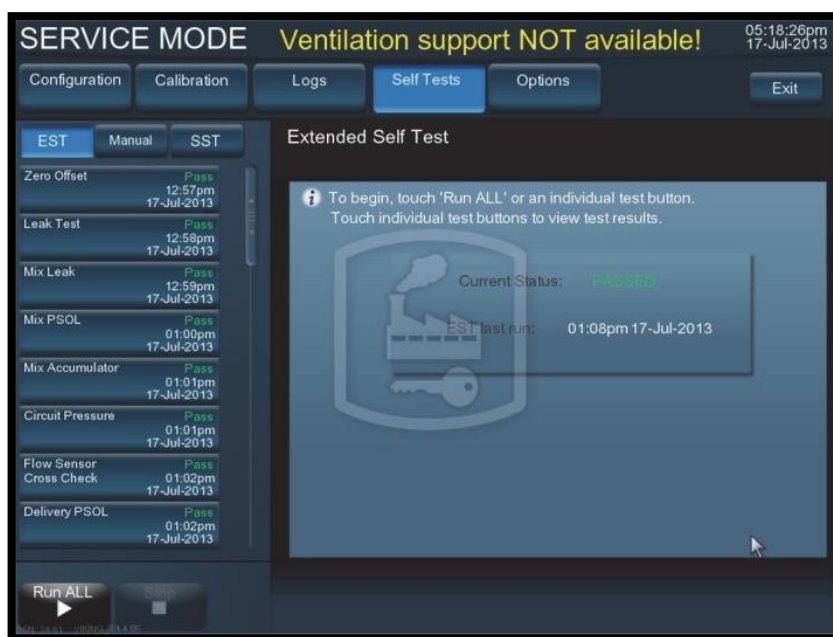


Figura 19: Pantalla de Auto Prueba Extendida (EST). Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980



Figura 20: Revisión de Ventiladores con Personal de Salud. Fuente: Propia Trabajo de Campo



Figura 21: Revisión del Equipo Instalado con Personal Técnico y Especialistas del GOREHCO.
Fuente: Propia



Figura 22: Capacitación Técnica al Personal de Mantenimiento del Hospital. Fuente: Propia
Trabajo de Campo



Figura 23: Capacitación Usuario al Personal de Salud. Fuente: Propia Trabajo de Campo

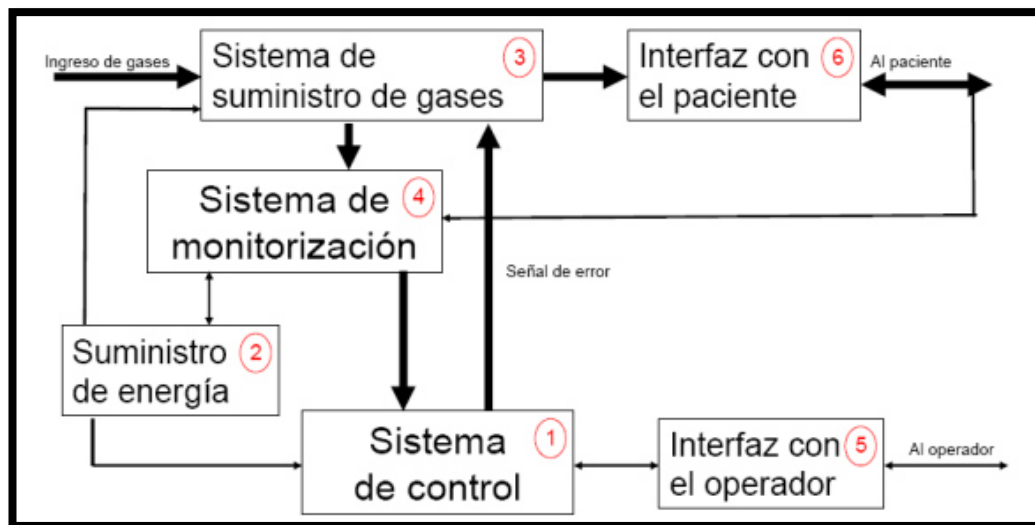


Figura 24: Diagrama de Bloque Típico de un Ventilador. Fuente: Propia

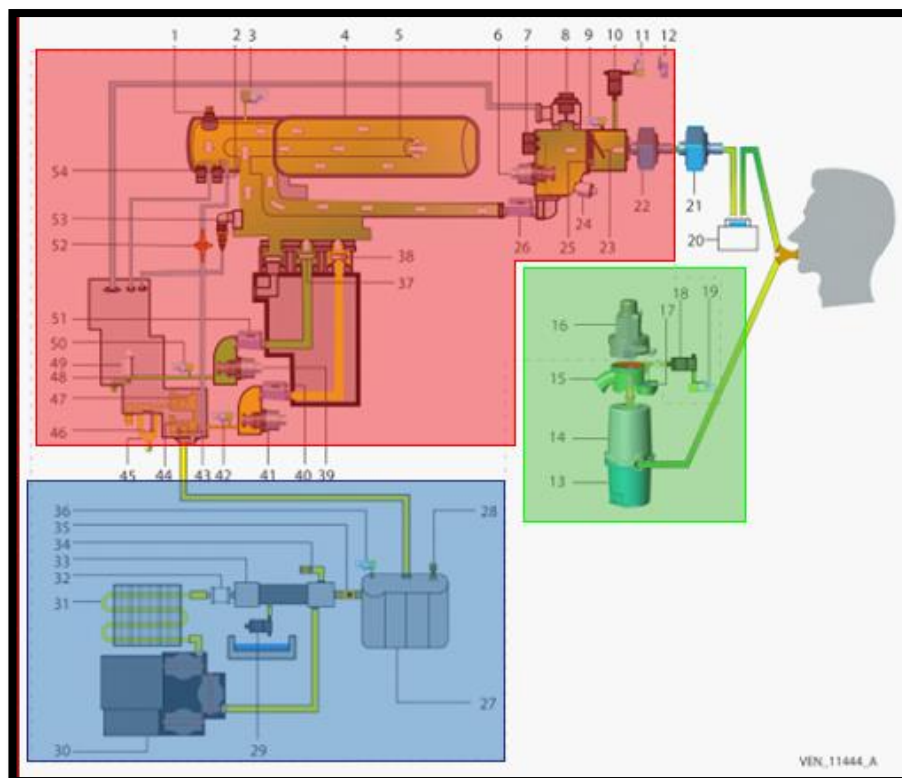


Figura 25: Módulos del Ventilador Mecánico; Color Azul (Compresor), Color Rojo (Bloque Inspiratorio), Color Verde (Bloque Espiratorio). Fuente: Manual Técnico Ventilador Puritan Bennett 980

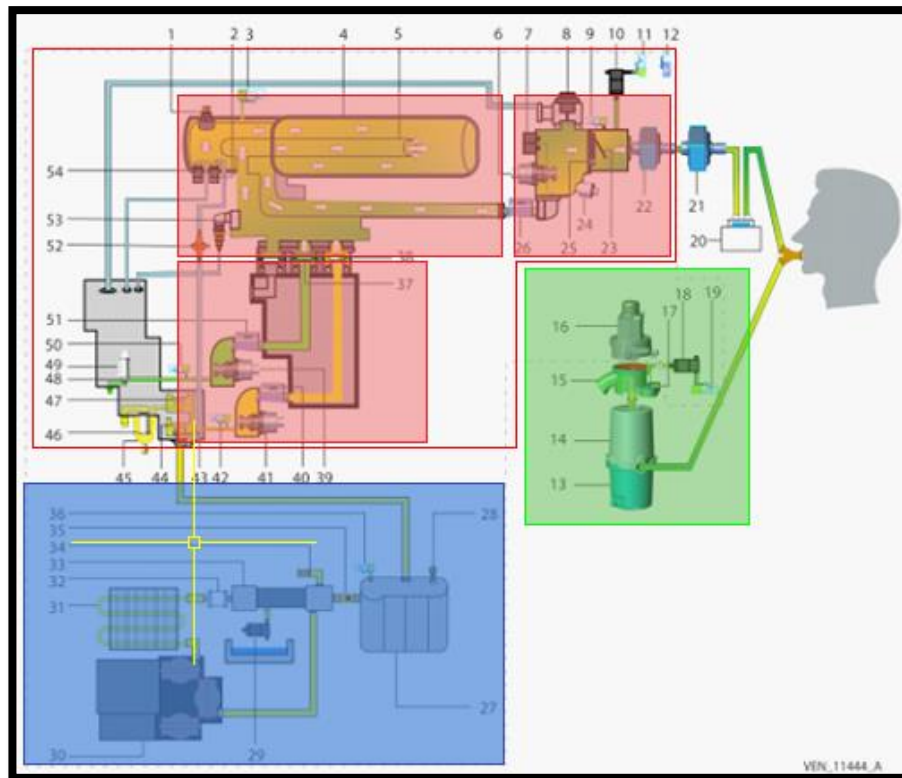


Figura 26: Sub módulos del Bloque Inspiratorio: (1) Subsistema de Suministro de Gases; (2) Subsistema Válvula de Seguridad y Mixer; (3) Subsistema de Seguridad. Fuente: Manual Técnico Ventilador Puritan Bennett 980

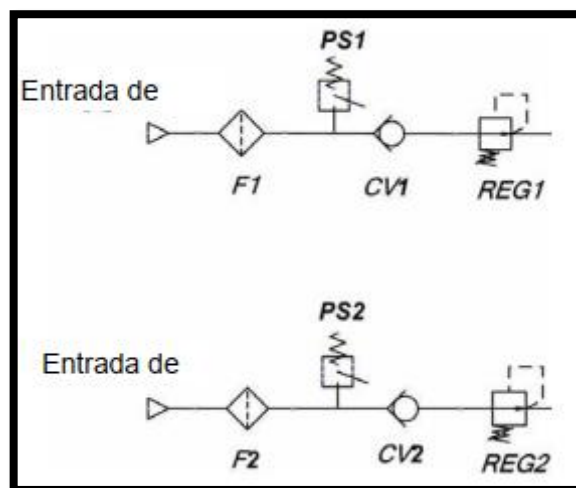


Figura 27: Esquema Electroneumático de Entrada de Suministro de Gases. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

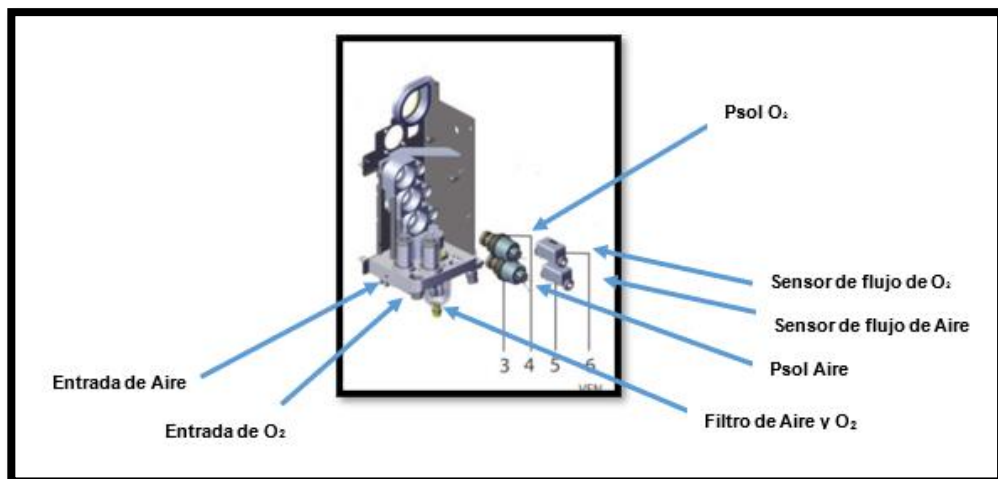


Figura 28: Componentes del Subsistema de Entrada de Suministro de Gases. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

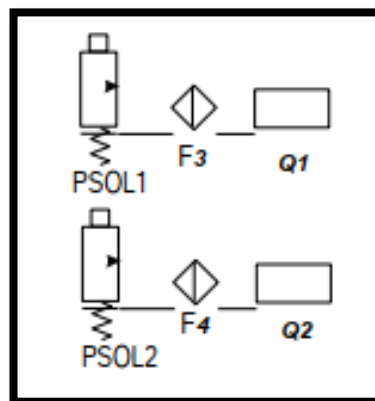


Figura 29: Esquema Electroneumático de Control de Flujo Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

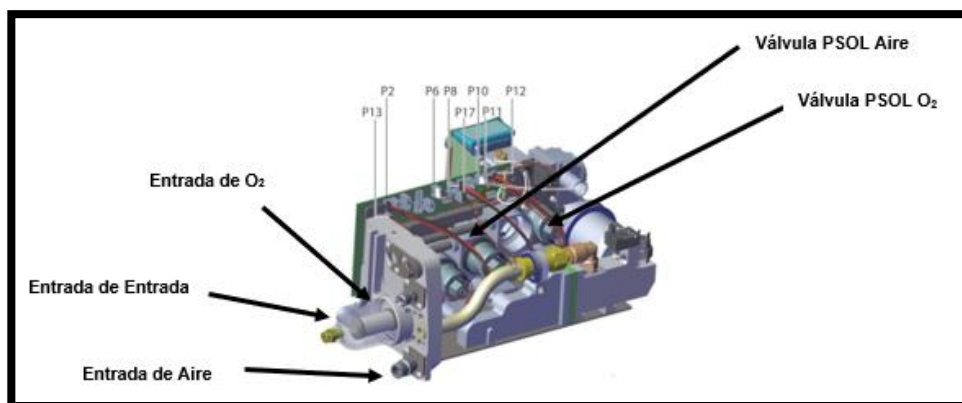


Figura 30: Componentes del Subsistema de Control de Flujo. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

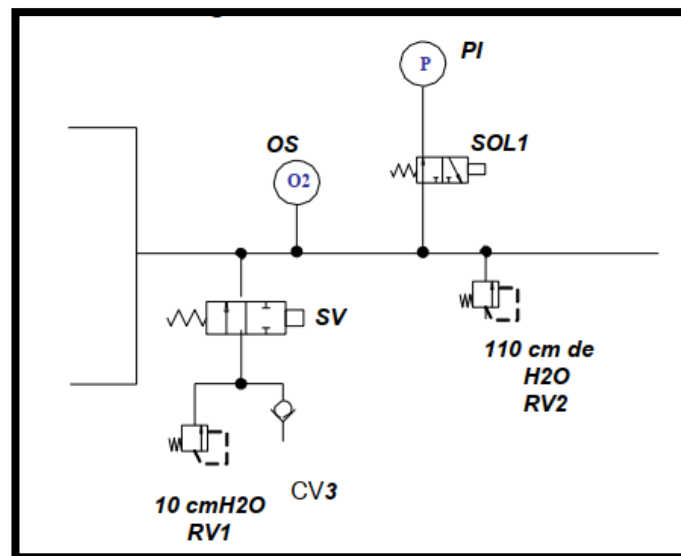


Figura 31: Diagrama Electroneumático de Control de la Válvula de Seguridad. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

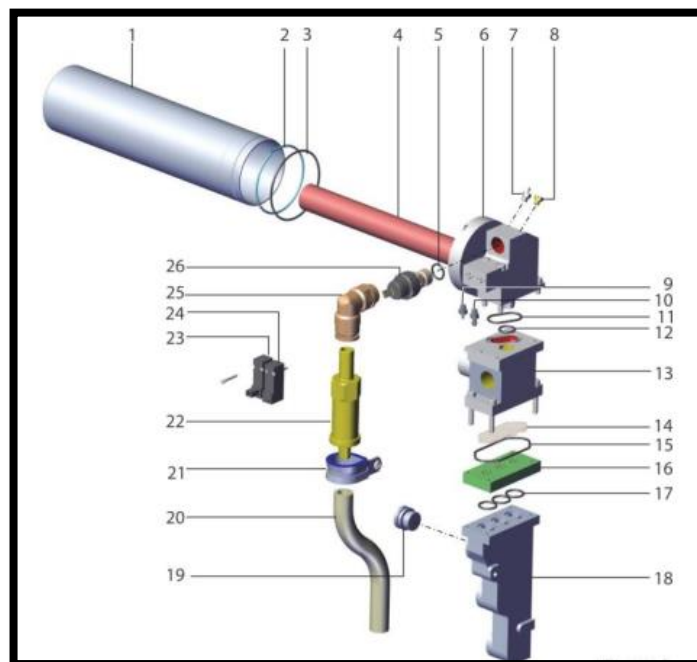


Figura 32: Componentes del Subsistema de la Válvula de Seguridad. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980



Figura 33: Ubicación del Sensor de flujo y Válvulas Solenoides a la Válvulas de Seguridad.
Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

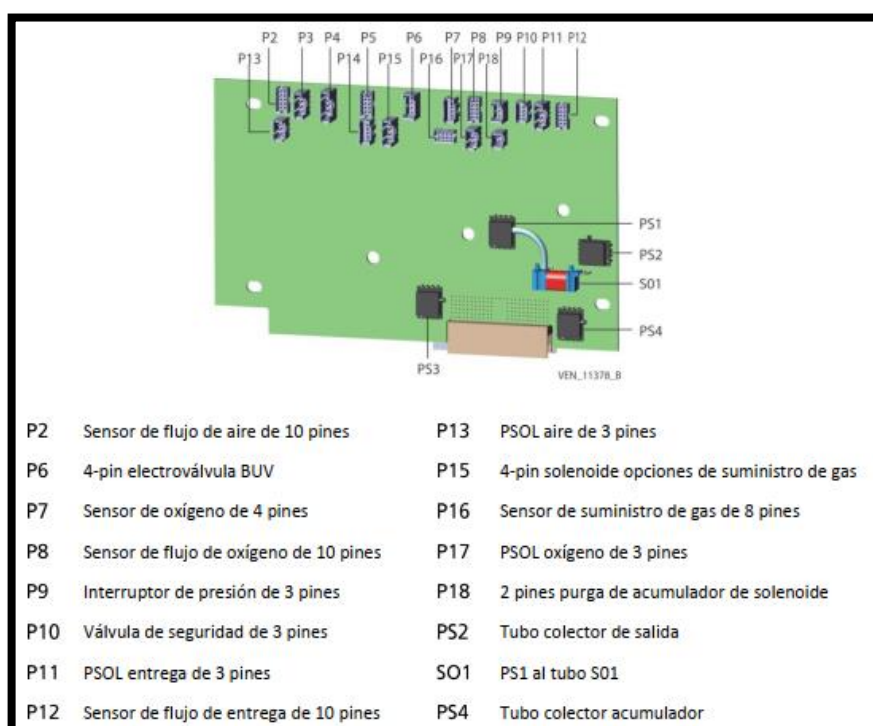


Figura 34: Tarjeta de Conexión de la etapa o bloque Inspiratorio. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

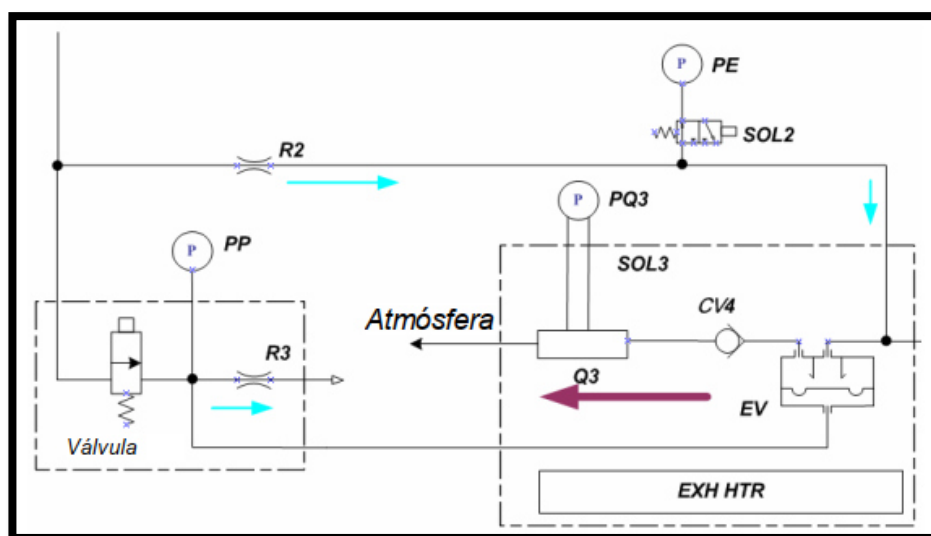


Figura 35: Esquema Neumático del Sistema de Espiración. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

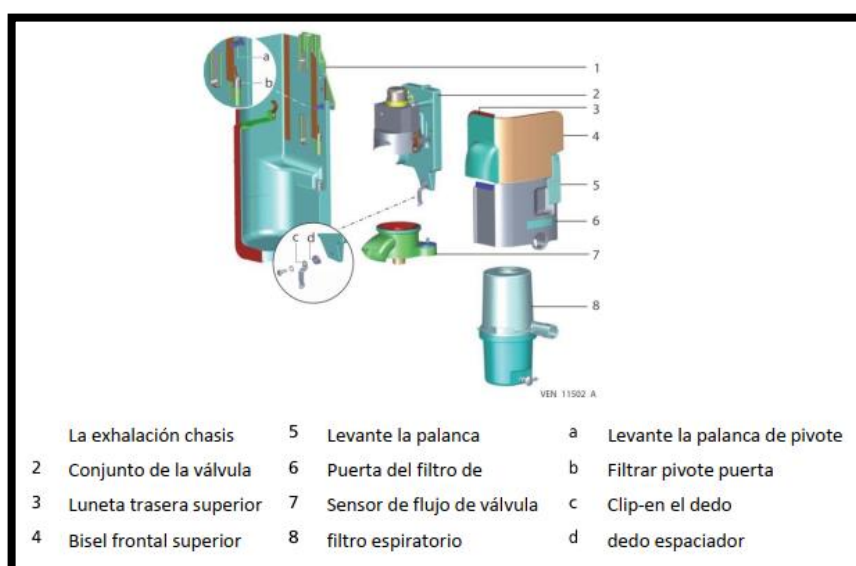


Figura 36: Componentes del Sistema de Espiración. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

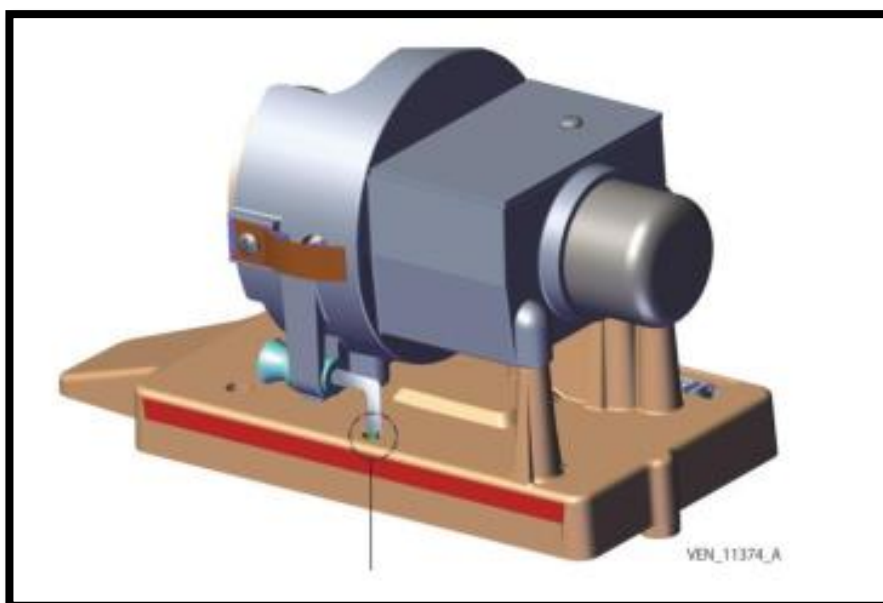


Figura 37: Válvula de Espiración o Exhalación. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

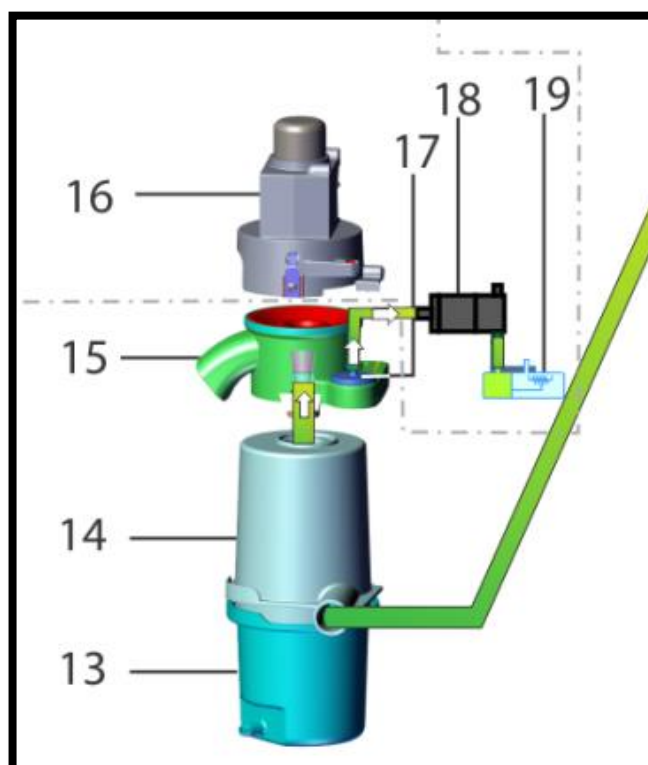


Figura 38: Componentes del Módulo de Exhalación. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

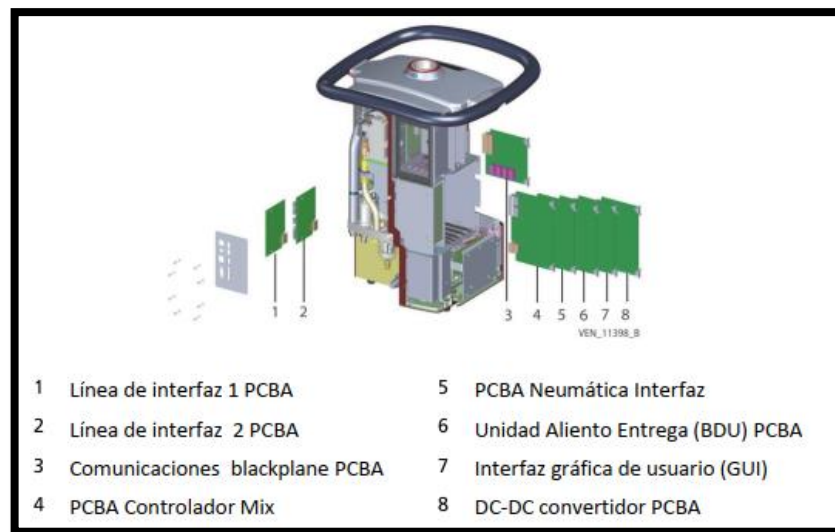


Figura 39: Tarjeta de Control del Ventilador. Fuente: Manual de Servicio Ventilador Puritan Bennett 980

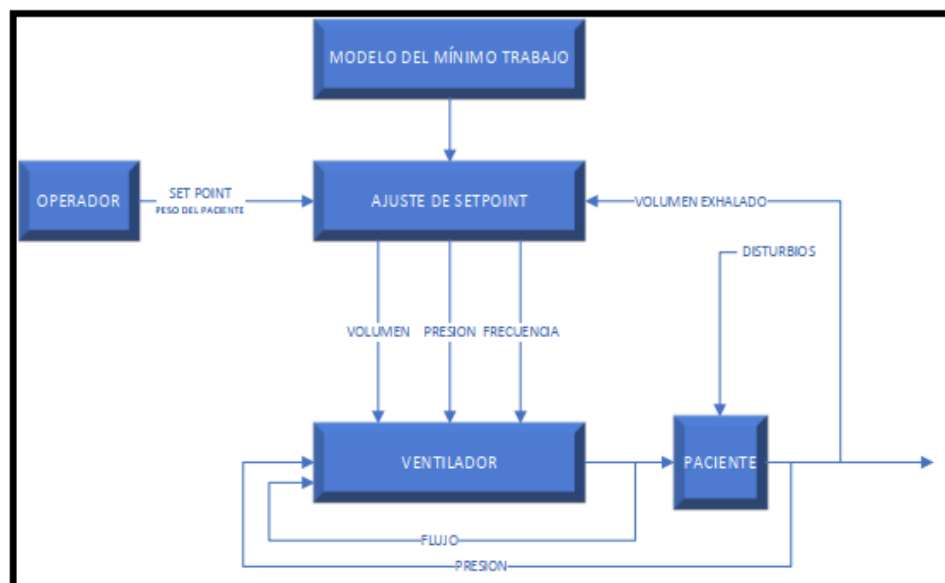


Figura 40: Sistema de Control Óptimo en Lazo Cerrado. Fuente: Propia