



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE FISIOTERAPIA**

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADA EN  
FISIOTERAPIA

**TEMA:**

“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023”.

**AUTOR:** Paillacho Paillacho Karen Lisbeth

**DIRECTOR:** Lic. Cristian Santiago Torres Andrade MSc.

Ibarra, 2023

## Constancia de Aprobación del Tutor de Tesis

Yo, Lic. Cristian Torres Andrade MSc en calidad de tutor de tesis titulada "CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023", de autoría de Paillacho Paillacho Karen Lisbeth

Una vez revisada y hechas las correcciones solicitadas certifico que está apta para su defensa y para que sea sometida a evaluación de tribunales.

En la ciudad de Ibarra, a los 24 días del mes de abril de 2023

Lo certifico

  
Lic. Cristian Santiago Torres Andrade MSc



CI: 1003649686

**DIRECTOR DE TESIS**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### Autorización de Uso y Publicación a Favor de la Universidad Técnica del Norte

#### 1. Identificación de la Obra

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0402001697		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Paillacho Paillacho Karen Lisbeth		
<b>DIRECCIÓN:</b>	El Olivo		
<b>E-MAIL:</b>	<a href="mailto:klpaillachop@utn.edu.ec">klpaillachop@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2973212	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0998834288
DATOS DE LA OBRA			
<b>TÍTULO</b>	“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023”.		
<b>AUTOR (ES):</b>	Karen Lisbeth Paillacho Paillacho		
<b>FECHA:</b>	24 de abril del 2023		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>		
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Licenciada en Fisioterapia		
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	Lic. Cristian Santiago Torres Andrade. MSc		

## 2. Constancia

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 24 días del mes de abril del 2023.

LA AUTORA



Paillacho Paillacho Karen Lisbeth

C.I: 0402001697

## Registro Bibliográfico

**Guía:** FCS -UTN

**Fecha:** Ibarra, 24 de abril del 2023

Paillacho Paillacho Karen Lisbeth "CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023". Trabajo de Grado. Licenciatura en Fisioterapia Universidad Técnica del Norte.

**DIRECTOR:** Lic. Cristian Torres A MSc.

El objetivo general de la presente investigación fue Evaluar la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, en la parroquia San Roque, Antonio Ante 2022-20223, dentro de los objetivos específicos se encuentran: caracterizar a los sujetos de estudio según edad, sexo, IMC y los años de exposición al humo de biomasa, establecer el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo e identificar la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio y su nivel de gravedad, según sexo.

Fecha: Ibarra, 24 de abril del 2023

  
Lic. Cristian Torres A MSc.



**DIRECTOR DE TESIS**

  
Paillacho Paillacho Karen Lisbeth

**AUTORA**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero iniciar agradeciendo a Dios por haberme dado la vida y la salud, agradezco a mi familia, por ser mi impulso y pilar fundamental en este arduo camino, a mis padres por su sacrificio, apoyo y ser mi regazo en mis días altos y bajos, por haberme inculcado valores que los llevo en mí día a día y que han sido primordiales para mi crecimiento personal y profesional.

Sin duda nada de esto también sería posible sin el apoyo de aquellas personas que de una u otra manera estuvieron junto a mí en este camino como mis abuelitos, tíos y primos festejando mis logros y apoyándome siempre en mis adversidades.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte por permitirme formar parte de ella y formarme como profesional. También agradezco a mis docentes quienes han sido la base indispensable para mi formación académica, a mi tutor de tesis por su valioso tiempo, paciencia y por compartir sus conocimientos y guía para el desarrollo de este trabajo investigativo.

Agradezco a la Parroquia San Roque y a sus pobladores por formar parte de mi investigación y darme la oportunidad de desarrollar cada uno de los objetivos planteados en este trabajo.

***Karen Lisbeth Paillacho Paillacho***

## **Dedicatoria**

La presente investigación está dedicada en primer lugar a Dios ya que sin él nada de esto sería posible, es quien me ha permitido llegar donde yo hace años lo veía lejos. A mis padres por ser mi motor, mi fuerza y mi aliento durante este camino educativo, por darme su apoyo imprescindible siempre, su amor infinito, sus consejos, su preocupación día a día y sobre todo por el enorme esfuerzo que hicieron por cumplir mis sueños y permitir mi educación.

A mi padrino Ron, quien ha sido la persona más especial en mi vida y quien me ha acompañado en cada momento de este trayecto formativo con un mensaje, sus sabias palabras, cariño y principalmente por ser quien ha depositado todo su apoyo y confianza en mí durante toda mi formación universitaria.

A mis hermanos que, con su ejemplo de superación y consejos me han motivado durante este recorrido. A mi sobrina por llegar a este mundo y ser mi alegría y motivación durante los últimos semestres de mi carrera, por regalarme sonrisas cuando más lo necesitaba y ser el sol de mi vida. A Isaías por ser incondicional y creer en mí siempre, por haber sido la persona que me acompañó día a día durante este camino, por su tiempo y por escucharme siempre con paciencia y amor.

***Karen Lisbeth Paillacho Paillacho***

## Índice de Contenidos

Constancia de Aprobación del Tutor de Tesis.....	2
Autorización de Uso y Publicación a Favor de la Universidad Técnica del Norte .....	3
1.    Identificación de la Obra .....	3
2.    Constancia .....	4
Registro Bibliográfico .....	5
Agradecimiento .....	6
Dedicatoria .....	7
Índice de Contenidos .....	8
Índice de Tablas.....	11
Resumen .....	12
Abstract .....	13
Tema.....	14
Capítulo I.....	15
Problema de Investigación.....	15
Planteamiento del Problema.....	15
Formulación del Problema.....	19
Justificación .....	20
Objetivos .....	22
Preguntas de Investigación.....	23
Capítulo II.....	24
Marco Teórico.....	24

Sistema Respiratorio .....	24
Capacidad Pulmonar .....	39
Capacidad Aeróbica .....	40
Biomasa <sup>42</sup>	
Espirometría .....	44
Marcha Estacionaria de 2 Minutos.....	52
Marco Legal y Ético .....	53
Constitución de la República del Ecuador .....	53
Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 .....	53
Ley Orgánica de Salud .....	54
Consentimiento Informado.....	54
Capítulo III .....	55
Metodología de la Investigación.....	55
Diseño de Investigación .....	55
Tipo de Investigación.....	55
Localización y Ubicación del Estudio.....	56
Población y Muestra.....	56
Criterios de Selección .....	56
Operacionalización de Variables.....	58
Métodos y Técnicas de Recolección de la Información.....	63
Capítulo IV .....	65
Análisis e Interpretación de Datos. ....	65
Respuestas a las Preguntas de Investigación.....	74

Capítulo V .....	76
Conclusiones y Recomendaciones .....	76
Conclusiones .....	76
Recomendaciones .....	77
Bibliografía.....	78
Anexos.....	92
Anexo 1. Aprobación de anteproyecto .....	92
Anexo 2. Consentimiento informado.....	94
Anexo 3. Oficio dirigido al presidente del GAD parroquial San Roque .....	95
Anexo 4. Oficio de aceptación de la parroquia San Roque .....	96
Anexo 5. Ficha de datos generales.....	97
Anexo 6. Cuestionario de evaluación de espirometría .....	98
Anexo 7. Cuestionario de evaluación test de marcha estacionaria de 2 min .....	99
Anexo 8. Abstract .....	100
Anexo 9. Análisis Turnitin.....	101
Anexo 10. Evidencia fotográfica .....	102

## Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de la limitación del flujo aéreo en la EPOC.....	39
Tabla 2. Variables de caracterización .....	58
Tabla 3. Variables de interés I.....	60
Tabla 4. Variable de interés II.....	61
Tabla 5. Caracterización de la muestra según edad .....	65
Tabla 6. Caracterización de muestra según sexo .....	66
Tabla 7. Caracterización de la muestra según su índice de masa corporal .....	67
Tabla 8. Caracterización de la muestra según años de exposición al humo de biomasa. ....	68
Tabla 9. Capacidad aeróbica en base al test de marcha estacionaria de 2 min. ....	69
Tabla 10. Capacidad pulmonar en función de los patrones espirométricos, según sexo. ....	70
Tabla 11. Nivel de gravedad de patrones espirométricos, sexo femenino.....	72
Tabla 12. Nivel de gravedad de patrones espirométricos, sexo masculino.....	73

“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023”

**Resumen**

La capacidad aeróbica constituye la capacidad máxima para transportar y utilizar oxígeno es por eso que está relacionada con la capacidad pulmonar lo cual es la suma de los volúmenes de aire que pueden contener los pulmones y que se pueden ver afectados por la exposición crónica al humo de leña “biomasa”. El objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, en la parroquia San Roque. La investigación es de diseño no experimental, corte transversal, tipo descriptivo, cuantitativa y de campo. Los datos se recolectaron mediante ficha de datos generales, espirometría y test de marcha estacionaria de 2 minutos, en una muestra de 30 personas mayores de 65 años expuestas al humo de biomasa. Los resultados arrojaron que la media de edad fue de 74 años, con predominio del sexo femenino, en su mayoría presentaron sobrepeso y han estado expuestos entre 60 a 70 años al humo de biomasa. En la capacidad aeróbica se obtuvo que gran parte tanto del sexo femenino como masculino se encuentran en zona de riesgo. Finalmente, la capacidad pulmonar manifestó que, en el sexo femenino predominó el patrón espirométrico obstructivo, con un nivel de gravedad moderado, mientras que en el sexo masculino los valores reflejaron similitud en cuanto al patrón espirométrico normal y obstructivo con nivel de gravedad leve y moderado

**Palabras Clave:** capacidad aeróbica, capacidad pulmonar, humo, exposición, biomasa, espirometría.

“AEROBIC AND PULMONARY CAPACITY IN PEOPLE EXPOSED TO BIOMASS SMOKE, IN SAN ROQUE PARISH, ANTONIO ANTE 2022-2023”

**Abstract**

Aerobic capacity is the maximum capacity to transport and use oxygen, which is why it is related to lung capacity, which is the sum of the volumes of air that the lungs can contain and that can be affected by chronic exposure to secondhand smoke. firewood "biomass". The objective of this research was to evaluate the aerobic and lung capacity in people exposed to biomass smoke, in the San Roque parish. The research is non-experimental, cross-sectional, descriptive, quantitative and field design. The data was collected through a general data sheet, spirometry and a 2-minute stationary walk test, in a sample of 30 people over 65 years of age exposed to biomass smoke. The results showed that the average age was 74 years, with a predominance of females, most of them were overweight and have been exposed to biomass smoke for 60 to 70 years. In the aerobic capacity it was obtained that a large part of both the female and male sex are in the risk zone. Finally, lung capacity showed that the obstructive spirometric pattern predominated in the female sex, with a moderate level of severity, while in the male sex the values reflected similarity in terms of the normal and obstructive spirometric pattern with a mild and moderate level of severity.

**Keywords:** aerobic capacity, lung capacity, smoke, exposure, biomass, spirometry.

**Tema**

“CAPACIDAD AERÓBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023”.

## Capítulo I

### Problema de Investigación

#### *Planteamiento del Problema*

La capacidad aeróbica representa el principal exponente de condición física, constituyendo el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) el parámetro fisiológico que mejor la define (Valero et al., 2018). Es por esto que tiene relación directa con la capacidad pulmonar, la cual es el proceso biológico y suma de los diferentes volúmenes de aire propios de la respiración humana y para su evaluación se emplea la espirometría que es una prueba de función pulmonar que permite el diagnóstico de enfermedades respiratorias la cual se basa en la medición del flujo de aire durante el proceso de inspiración y espiración (Espinoza Quispe et al., 2021).

La biomasa se designa a un conjunto mezclado de materia orgánica, de origen biológico, animal o vegetal y sus derivados que pueden emplearse como fuente de energía (López et al., 2014). El humo producto de la combustión de biomasa está compuesto principalmente por gases de partículas finas respirables, debido a su capacidad de daño a nivel distal de las vías aéreas incluidos los alveolos pulmonares, su inhalación representa un factor de riesgo de enfermedades respiratorias como es la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, bronquitis crónica e insuficiencia respiratoria. (Ramírez, 2021).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), constituye la tercera causa de muerte a nivel mundial con más de 3,29 millones de decesos por año la cual afecta aproximadamente al 10% de la población mundial. En Ecuador según estadísticas del INEC en el año 2013 se reportaron un total de 5.267 pacientes de egresos hospitalarios por bronquitis, enfisema y otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y

un total de 171 personas fallecidas a causa de estas enfermedades (Lugmaña & Yunga, 2013).

En un estudio realizado en China por Bifan Zhu en el año 2018 denominado “Carga de la enfermedad de la EPOC en China” mediante 47 estudios incluidos se documentó como uno de los factores de riesgo importantes de la EPOC la exposición a biomasa, siendo más prevalente en las áreas rurales (7,62%) que en las urbanas (6,09%) y se ubicó a esta enfermedad como una de las tres principales causas de muerte en China (Zhu et al., 2018).

En Uruguay en un estudio realizado por Selene Correa en el año 2019 denominado “Estudio descriptivo de pacientes con EPOC asistidos en medicina interna del Hospital Pasteur de Montevideo: características demográficas y comorbilidades” se identificó que uno de los factores de riesgo de pacientes asistidos con EPOC era el humo de leña que correspondía al 19% de 41 pacientes ubicándose en el tercer lugar de las causas principales de la enfermedad (Correa et al., 2019).

En un estudio realizado en Bolivia por Ingrid Melgarejo en el año 2021, denominado “Caracterización de la función cardiorrespiratoria y su relación con el estrés oxidativo en mujeres expuestas al humo de leña residentes de gran altura (3850 m s. n. m.)” se analizó la concentración de las características físico químicas de partículas de biomasa en 60 mujeres, donde se expresó indirectamente la acción del estrés oxidativo de la combustión de leña y mayor efecto citotóxico en células como macrófagos alveolares y neumocitos causando aumento de la producción de citocinas proinflamatorias, lo que al final daña al conjunto de la estructura pulmonar y el intersticio pulmonar (Melgarejo Pomar et al., 2021).

En un estudio realizado en Colombia por Jhonatan Betancourt en el año 2022 denominado “Condición clínica, capacidad funcional, ansiedad/depresión y calidad de vida en pacientes con EPOC con diferentes rangos de edad” se determinó mediante la aplicación del test

de caminata de 6 minutos y con variable clínica de exposición al humo de leña que los pacientes con EPOC reducen su nivel de actividad debido a la sensación de disnea, que los lleva a un estilo de vida sedentario con una disminución progresiva de la capacidad aeróbica, pérdida de la masa corporal y fuerza muscular (Betancourt et al., 2022).

Dentro de las problemáticas identificadas a causa de la exposición a biomasa en un estudio realizado en Argentina por Andrea Junemann en el año 2007, denominado “Inhalación de humo de leña: una causa relevante pero poco reconocida de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica” se menciona que la inhalación de esta materia genera un problema sanitario elevado causante de tres patologías respiratorias frecuentes como las infecciones agudas del tracto respiratorio inferior en niños menores de 5 años, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el cáncer de pulmón (Junemann & Legarreta, 2007).

En un estudio realizado en Cuba por Idalmi Tortoló en el año 2019 sobre “La enfermedad pulmonar obstructiva crónica es un problema de salud” se menciona que esta patología implica un problema de salud pública de gran magnitud que causa ingresos hospitalarios frecuentes en sus unidades de atención grave y representan el 8% de los pacientes que acuden a una consulta de medicina general y el 35 % de los que son vistos por el neumólogo (Salabert et al., 2019).

En este mismo estudio también menciona que la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) está infradiagnosticada y presenta una elevada morbimortalidad ya que constituye la cuarta causa de muerte en los países del Caribe. En 2014 la EPOC se estableció como la cuarta causa de mortalidad global, responsable de 5,4 millones de defunciones anuales, para el 2030 se espera que cause 8,3 millones de muertes que representa el 10% de la mortalidad general en el mundo (Salabert et al., 2019).

Adicional a esto en el estudio realizado en China por Yanfan Jian, en el año 2018 sobre la “Carga de enfermedad de la EPOC en China” se analizó el costo médico directo de la EPOC lo cual osciló entre 72 y 3565 USD por año, lo que representa el 33,33 % al 118,09 % del ingreso anual promedio local, lo que determinó que la carga de EPOC en China fue alta en términos de carga económica (Zhu et al., 2018).

Finalmente, otro de los problemas identificados en estudio realizado en Colombia por Valencia Cuero en el año 2019 denominado “Combustión de carbón vegetal, enemigo latente del medio ambiente” se determina que el proceso para la obtención de carbón vegetal afecta la flora, la fauna y el medio ambiente ya que promueve la tala indiscriminada de árboles nativos y contaminación de fuentes de agua (Valencia, 2020).

En la parroquia de San Roque del Cantón Antonio Ante no existe algún tipo de investigación que demuestre que los habitantes de este sector presenten alteraciones en la capacidad aeróbica y pulmonar a causa de la exposición crónica al humo de biomasa.

**Formulación del Problema**

¿Cuál es la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, en la parroquia San Roque, Antonio Ante 2022-2023?

## **Justificación**

La presente investigación tuvo como motivo principal identificar la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas al humo de biomasa que residen en la comunidad San Roque, Antonio Ante, ya que permitió otorgar valores referenciales que permitirán posteriores investigaciones más profundas, pues estudios realizados en poblaciones predominantemente rurales afirman que la exposición crónica al humo de biomasa representa un factor de riesgo importante que induce a efectos adversos para el desarrollo de enfermedades respiratorias y disminución de la capacidad aeróbica.

El proyecto fue viable debido a que se contó con la aprobación del presidente de la parroquia San Roque, así como también por la positiva participación de los sujetos de estudio para ser parte de esta investigación mediante el consentimiento informado para la pertinente evaluación de la capacidad aeróbica y pulmonar. Este estudio fue factible ya que se contó con recursos bibliográficos, económicos y test validados necesarios para su desarrollo y recolección de datos.

Esta investigación tuvo un impacto social y en salud, ya que permitió dar a conocer un tema poco estudiado en esta zona rural y desconocido por los habitantes, tomando en cuenta que en su mayoría de las comunidades rurales de esta parroquia usan como recurso principal para la cocción de alimentos y abrigo de sus hogares las cocinas a base de leña pero excluyen los efectos adversos que puede provocar su exposición crónica al humo biomasa en el sistema respiratorio y capacidad aeróbica, por lo que este estudio aportó información relevante mediante un diagnóstico fisioterapéutico sobre las consecuencias que el humo de origen vegetal puede provocar en la capacidad aeróbica y pulmonar de cada participante, con la finalidad de evitar futuras complicaciones de salud, así como también se dirigió a la concientización del daño

ambiental que ocasiona su uso continuo y el alto efecto económico que representan estas enfermedades para pacientes y servicios de salud.

El desarrollo de esta investigación contó con beneficiarios directos lo cual fueron los sujetos de estudio tomados en cuenta para el desarrollo del proyecto ya que se pudo dar una valoración de la capacidad aeróbica y pulmonar de cada uno de los participantes. Además, el investigador ya que contribuyó al desarrollo profesional. Los beneficiarios indirectos fueron la Universidad Técnica del Norte y la carrera de Fisioterapia ya que esta investigación aportó con información bibliográfica relevante que contribuyó a la comunidad universitaria.

## ***Objetivos***

### **Objetivo General**

Evaluar la capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa, en la parroquia San Roque, Antonio Ante 2022-2023.

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar a los sujetos de estudio según edad, sexo, IMC y los años de exposición al humo de biomasa.
- Establecer el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo.
- Identificar la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio y su nivel de gravedad, según sexo.

***Preguntas de Investigación***

- ¿Cuáles son las características de los sujetos de estudio según edad, sexo, IMC y los años de exposición al humo de biomasa?
- ¿Cuál es el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo?
- ¿Cuál es la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio y su nivel de gravedad, según sexo?

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### *Sistema Respiratorio*

El sistema o aparato respiratorio es un conjunto de órganos esenciales para la vida humana que permiten llevar a cabo los distintos procesos de la respiración. Está conformado en mayor proporción por dos pulmones derecho e izquierdo, dentro de cada pulmón se encuentran las vías aéreas que se ramifican en tubos cada vez menores hasta alcanzar los espacios aéreos más pequeños llamados alvéolos pulmonares, también cuenta con una serie de vías aéreas que los comunican con el exterior (Ross & Pawlina, 2015).

El sistema respiratorio cumple tres funciones vitales para el ser humano: conducción del aire, filtración del aire e intercambio de gases (respiración). También participa en la regulación de las respuestas inmunitarias a los antígenos inhalados y en menor grado cumple funciones endocrinas en la producción y secreción de hormonas (Ross & Pawlina, 2015).

**Anatomía del Aparato Respiratorio.** El aparato respiratorio estudiado desde el punto de vista funcional se clasifica en dos subdivisiones principales: porción conductora, formada por conductos que llevan el aire a los pulmones (nariz, faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos) y una porción respiratoria, constituida por estructuras que se encuentran en el interior del pulmón como bronquiolos, conductos alveolares y alvéolos (Willis, 2018).

De manera estructural el sistema respiratorio está compuesto por vías respiratorias superiores, vías respiratorias inferiores y cavidad torácica (Willis, 2018).

**Vías Respiratorias Superiores.** Están formadas por nariz, nasofaringe, bucofaringe, laringofaringe y laringe. Esta vía se encarga de calentar, filtrar y humedecer el aire inhalado para luego enviarlo a la vía respiratoria inferior. Además, permiten a una persona emitir sonidos, percepción del sabor y olor, así como también la masticación y deglución (Woodruff, 2016).

- **Nariz:** es la principal vía de acceso para la entrada y salida de aire de los pulmones, está subdividida por el tabique nasal en cavidad nasal derecha e izquierda. El aire ingresa por las narinas que son las ventanas de la nariz y se abren al vestíbulo. El vestíbulo es la porción inicial de la cavidad nasal, contiene vibrisas, que retienen las partículas grandes del aire inspirado, cada cavidad nasal contiene “repisas” óseas que dan a los cornetes nasales superior, medio e inferior (Gartner & Hiatt, 2015).

La cavidad nasal está tapizada por la mucosa olfatoria, constituida en su tercio más externo por epitelio escamoso estratificado queratinizado rico en células productoras de moco y los dos tercios siguientes por epitelio escamoso estratificado no queratinizado. Sus funciones principales son el olfato, la filtración, humidificación y calentamiento aéreo (Asenjo & Pinto, 2017).

- **Nasofaringe:** denominada también rinofaringe es la única porción puramente aérea de la faringe tiene forma cuboidea y cuenta con una gran suma de glándulas productoras de mucosidad que ayudan a conservar la nariz húmeda. Se ubica superior al paladar blando y representa una prolongación posterior de las cavidades nasales, limita posteriormente con la apófisis basilar del hueso occipital y del axis, cranealmente con el cuerpo del esfenoides. (Arias A et al., 2010).
- **Bucofaringe:** denominada también orofaringe, está constituida funcionalmente por la subdivisión faríngea más compleja. Su límite superior esta dado por el velo del paladar, a

posterior, la columna y los músculos prevertebrales junto con la confluencia de los constrictores, hacia los laterales, las fosas amigdalinas y por debajo, está limitada por un plano imaginario que pasa por el borde superior de la epiglotis. Tiene la capacidad de limitar el reflujo faringe nasal, propulsar el bolo, regular el pasaje de aire y participa en la fonación (J. Rodríguez et al., 2014).

- **Laringofaringe:** denominada también hipofaringe, es la porción más baja de la faringe y se extiende desde el borde superior de la epiglotis hasta el borde inferior del cartílago cricoides, proporciona una vía de paso para el aire y los alimentos. A los laterales se extienden los senos piriformes, como depresiones en la mucosa, su eje mayor es vertical oblicuo y adquiere el aspecto de una semiluna de concavidad medial (J. Rodríguez et al., 2014).
- **Laringe:** estructura que conduce el aire desde la faringe a la tráquea y permite la producción del sonido del habla. Se encuentra sujeta por un complejo conjunto de cartílagos y revestida por epitelio respiratorio pseudoestratificado ciliado. La laringe tiene varias estructuras, entre ellas la epiglotis, las cuerdas vocales y nueve fragmentos de cartílago localizados en su pared. Su principal función es controlar el flujo de aire y facilitar el habla (Cui et al., 2011).

**Vías Respiratorias Inferiores.** Las vías respiratorias inferiores constituyen la tráquea, los bronquios, los bronquiolos y los bronquiolos terminales. Cada porción de las vías respiratorias inferiores tiene componentes tisulares característicos diseñados para facilitar la distribución del oxígeno, el intercambio de gases y los mecanismos de defensa inmunitaria (Cui et al., 2011).

- **Tráquea:** la tráquea es un tubo fibromuscular cuyo tamaño oscila entre 10 y 14 cm de longitud, formada de 14 a 22 anillos en forma de herradura; cada uno mide, en promedio,

4 mm de longitud y 1 mm de grosor. Inicia en el borde inferior del cartílago cricoides y se extiende a nivel del manubrio esternal donde se bifurca a la altura de la cuarta o quinta vértebra dorsal en los dos bronquios principales. Su función principal es conducir el aire desde la laringe hasta los bronquios principales, además por su recubrimiento mucoso se encarga de retener sustancias extrañas y regular la temperatura del aire inhalado (Che et al., 2014).

- **Bronquios extrapulmonares:** denominados «extrapulmonares» porque comienzan en la bifurcación de la tráquea y se sitúan fuera de los pulmones derecho e izquierdo. Están tapizados por epitelio respiratorio cilíndrico pseudoestratificado y tienen cartílago hialino en forma de C. El bronquio primario izquierdo es más estrecho y menos rectilíneo que el derecho, y da lugar a dos bronquios secundarios lobulares. El bronquio primario derecho es más ancho, corto y más rectilíneo que el izquierdo; da lugar a tres bronquios secundarios lobulares (Cui et al., 2011).
- **Bronquios intrapulmonares:** denominados también bronquios secundarios y terciarios. A medida que los bronquios primarios (extrapulmonares) entran en los hilios pulmonares, se convierten en bronquios secundarios (lobulares), que finalmente se dividen en bronquios terciarios (segmentarios). Están tapizados por epitelio respiratorio, el sostén estructural de cada bronquio intrapulmonar lo proporcionan varias placas de cartílago hialino, en lugar de los anillos cartilagosos con forma de C. (Cui et al., 2011).
- **Bronquiolos:** son vías aéreas de conducción que derivan de los bronquios terciarios, están revestidos por epitelio cúbico ciliado y células de Clara. Los bronquiolos continúan ramificándose para dar origen a bronquiolos terminales más pequeños últimos de la porción conductora del aparato respiratorio que también se ramifican. En ellos no se

produce intercambio de gases, pero dan lugar a los bronquiolos respiratorios, que se conectan con los conductos alveolares, los sacos alveolares y los alvéolos. Así, la unidad funcional más pequeña de la estructura pulmonar es la unidad bronquiolar respiratoria (Ross & Pawlina, 2015).

- **Células de Clara:** son células progenitoras en caso de lesión del parénquima bronquiolar. Su principal función es la producción de la proteína secretora de la célula de Clara, un polipéptido con función antiinflamatoria e inmunosupresora (Donado et al., 2013).
- **Alveolos:** los alvéolos son el sitio de intercambio gaseoso, se estima que el pulmón posee entre 300 y 480 millones de alvéolos, envueltos entre 500 y 1000 capilares por alvéolo, tienen forma hexagonal y se caracterizan por compartir paredes planas y no esféricas. Dado que en la zona respiratoria ya no hay cartílago, es el tejido elástico de los septos alveolares lo que evita el colapso de la vía aérea distal. Están rodeados por neumocitos tipo I y II (T. Sánchez & Concha, 2018).
  - **Neumocitos tipo I:** se caracterizan por ser planos, de 0,1 a 0,5  $\mu\text{m}$ , constituyen el 95% de la superficie alveolar y es donde ocurre el intercambio gaseoso (Sánchez & Concha, 2018).
  - **Neumocitos tipo II:** son cuboidales y se caracterizan por presentar cuerpos lamelares, constituyen el 5% de la superficie alveolar y son los encargados de producir surfactante. El surfactante es el encargado de disminuir la tensión superficial alveolar aire-líquido y evitar el colapso de los bronquiolos terminales y la zona alveolar (Sánchez & Concha, 2018).

- **Pulmón:** los pulmones están ubicados uno en cada hemitórax, tienen la forma de cono con base amplia y ápice que alcanza por delante 2 cm por arriba de la primera costilla y por detrás a nivel de la séptima vértebra cervical. Se encuentran protegidos por una membrana denominada pleura; una que se adhiere íntimamente al pulmón (pleura visceral) y otra que reviste el interior de la cavidad torácica (pleura parietal). Entre ambas se encuentra el líquido pleural que actúa como lubricante y permite el deslizamiento de ambas hojas pleurales (García & Gutiérrez, 2015).

El pulmón derecho está dividido por dos fisuras que forman tres lóbulos que son:

- **Lóbulo superior:** apical, posterior y anterior.
- **Lóbulo medio:** lateral y medial.
- **Lóbulo inferior:** superior basal, anterior basal, medial basal, lateral basal y posterior basal (Asenjo & Pinto, 2017).

El pulmón izquierdo es dividido por una fisura que conforma dos lóbulos:

- **Lóbulo superior:** apical, posterior, anterior, superior e inferior.
- **Lóbulo inferior:** basal anterior, posterior y lateral (Asenjo & Pinto, 2017).

**Cavidad Torácica.** La caja torácica es un compartimento cerrado, delimitado en su parte superior por los músculos del cuello y en la inferior, por el diafragma. Está formada por 12 pares de costillas, el esternón, las vértebras torácicas y los músculos intercostales que se sitúan entre las costillas. Los pulmones y vías respiratorias principales comparten la cavidad torácica interna con el corazón, los grandes vasos y el esófago (Porth, 2015).

La ventilación o acto de respirar depende de que la cavidad torácica sea un compartimento cerrado cuya única abertura hacia el exterior sea la tráquea ya que, debido al

cambio de tamaño y presión de la caja torácica, el aire se mueve hacia los pulmones durante la inspiración y sale de éstos durante la espiración (Porth, 2015).

**Músculos que participan en la respiración:** los músculos respiratorios son morfológica y funcionalmente, músculos estriados esqueléticos que participan de manera continua en el proceso de la respiración. Su funcionamiento óptimo involucra diversas estructuras que deben funcionar de forma armónica y coordinada ya que implica mover una estructura elástica compleja, el tórax con el fin de lograr el ingreso de aire hacia los pulmones y favorecer el intercambio gaseoso (Puppo et al., 2021).

- **Músculos inspiratorios.** El diafragma es el músculo inspiratorio más sustancial tiene forma de cúpula y está situado entre la caja torácica y la cavidad abdominal, recibe ayuda en la función respiratoria de los intercostales externos. Cumple el rol principal de generar el flujo de aire inspiratorio (Haro et al., 2002). Diafragma costal (anterior y lateral): opera como un émbolo y es el responsable directo de generar el gradiente de presión respiratoria. Diafragma crural (localización posterior): se encarga de fijar las diferentes estructuras para admitir la óptima función de los demás músculos respiratorios (Puppo et al., 2021).
- **Músculos inspiratorios secundarios:** conformados por escalenos, dorsal ancho y esternocleidomastoideo, ayudan a los antes mencionados. Si el esfuerzo inspiratorio es mayor (enfermedades pulmonares, ejercicio, respiración bajo cargas), los músculos auxiliares desempeñan un papel progresivamente mayor (Salazar, 2014).
- **Músculos espiratorios:** luego de la expansión de la caja torácica en el proceso de la inspiración los músculos inspiratorios inician a relajarse para dar paso de forma pasiva a la espiración. En situaciones donde es preciso facilitar la salida de aire (esfuerzo,

enfermedad pulmonar, tos), el organismo acude a la contracción de los músculos de prensa abdominal (oblicuo externo, oblicuo interno, transverso y recto del abdomen) y los intercostales internos (Puppo et al., 2021).

### **Fisiología de los componentes del sistema respiratorio.**

- **Sistema nervioso:** es el control de la respiración, comprende un componente automático involuntario y un componente voluntario con centros de control en el tronco encefálico, principalmente en la médula oblonga, el puente y en la corteza cerebral, lo cual reciben aferencias provenientes de sensores que detectan señales químicas y no químicas e interactúan entre sí para generar respuestas que llegan a las neuronas motoras inferiores a nivel de médula espinal, por lo que estos procesos determinan el funcionamiento de los músculos implicados en la respiración y permiten garantizar que los niveles de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> se mantengan en forma óptima (Abara & Cepeda, 2022).
- **Bomba ventilatoria:** los músculos respiratorios ejecutan, de modo que el trabajo de estos músculos sea capaz de superar las cargas elásticas y resistencias del aparato respiratorio durante la inspiración, por tanto, desplazan una cantidad de volumen suficiente para expandir el pulmón. Se encargan de disminuir la presión en el espacio pleural entre la caja torácica y el pulmón durante la inspiración, lo cual establecen un gradiente de presión entre la apertura de la vía aérea y el compartimiento alveolar que hace que el gas fluya en el pulmón (Gutiérrez, 2010).
- **Vías aéreas:** las vías respiratorias cumplen un papel primordial en la respiración y es mantener las vías aéreas abiertas con el fin de permitir el paso de aire hacia los alvéolos y desde los mismos sin interrupciones. Para impedir que la tráquea se colapse, múltiples anillos cartilagosos se extienden aproximadamente 5/6 del contorno de la tráquea. En

las paredes de los bronquios, placas curvas de cartílago menos extensas también mantienen una rigidez razonable lo cual permiten un movimiento suficiente para que los pulmones se expandan y se contraigan (Guyton & Hall, 2011).

- **Unidades alveolares:** este sistema proporciona un área suficiente para realizar el intercambio gaseoso rápido y eficiente y cuentan con la elasticidad suficiente para expandirse en la inspiración y generar la presión de retroceso adecuada para vaciar el pulmón pasivamente durante la espiración (Gutiérrez, 2010).
- **Red vascular:** La red vascular consiste en la red pulmonar capilar, asociada íntimamente con las unidades alveolares, está constituida por una red de conductos capaces de transportar gases disueltos hacia y desde los órganos que funcionan en todas partes del cuerpo (Gutiérrez, 2010).

**Fisiología Respiratoria.** El conocimiento de la fisiología respiratoria es de gran importancia para el adecuado manejo de la vía aérea, la respiración realiza el transporte de oxígeno (O<sub>2</sub>) desde la atmósfera hasta los alveolos pulmonares y la eliminación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) desde los alveolos hacia el exterior (García & Gutiérrez, 2015).

- **Ventilación pulmonar:** hace referencia al proceso mediante el cual el aire, a causa de la diferencia de presión que existe dentro y fuera de los pulmones, se moviliza hacia el interior y el exterior de estos con el fin de conservar las concentraciones adecuadas de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en los alveolos pulmonares, para lo cual el proceso mecánico se realiza en dos etapas como son: la inspiración y espiración (Costanzo, 2015).
- **Inspiración:** la inspiración es la entrada de aire hacia los pulmones, donde el músculo diafragma se contrae y empuja el contenido abdominal hacia abajo y hacia delante provocando aumento de la dimensión vertical de la cavidad torácica, de la misma manera

los músculos intercostales externos, por su parte cuando se contraen empujan las costillas hacia arriba y hacia delante, haciendo que aumenten los diámetros lateral y anteroposterior del tórax (West & Luks, 2016).

- **Espiración:** proceso pasivo de la respiración en reposo, que gracias a las propiedades del pulmón y pared torácica regresan a sus posiciones tras expandirse en la inspiración. Los músculos de la pared abdominal se contraen, aumentando la presión intraabdominal y el diafragma sufre un empuje hacia arriba. Los músculos intercostales internos auxilian la espiración activa empujando las costillas hacia abajo y hacia dentro (acción opuesta a la intercostales externos), disminuyendo así el volumen torácico (West & Luks, 2016).

En la ventilación pulmonar se intercambian una serie de volúmenes de aire entre los que se incluyen los siguientes:

- Volumen de ventilación (VVP) o basal: es el aire inspirado y espirado en cada respiración normal (0,5 litros). Se denomina también volumen corriente (Pérez & Fernández, 2011).
- Volumen de reserva inspiratoria (VRI): es el volumen máximo más allá del volumen normal, que puede ser inspirado en una respiración profunda o forzada (2,5 litros) (E. Pérez & Fernández, 2011).
- Volumen de reserva espiratoria (VRE): es el volumen máximo que puede ser espirado, después de una espiración normal, mediante una espiración forzada (1,5 litros) (E. Pérez & Fernández, 2011).
- Volumen residual (VR): es el volumen de aire que queda en los pulmones después de una respiración forzada (1,5 litros) (E. Pérez & Fernández, 2011).
- Volumen respiratorio por minuto (VRM): es la cantidad de aire que entra en los pulmones por minuto (6 litros) (E. Pérez & Fernández, 2011).

- Espacio muerto (EM): es aire que rellena las vías respiratorias con cada respiración. No colabora en el intercambio gaseoso (0,15 litros) (Pérez & Fernández, 2011).

Se habla de capacidades pulmonares cuando hay una combinación de diferentes volúmenes

- Capacidad inspiratoria (CI): es la cantidad máxima de aire que una persona puede inspirar tras una espiración normal. Equivale al VVP + el VRI (3 litros) (Pérez & Fernández, 2011).
- Capacidad residual funcional (CFR): es la cantidad de aire que permanece en los pulmones después de una espiración normal. Equivale al VRE + el VR (3 litros) (Pérez & Fernández, 2011).
- Capacidad pulmonar total (CPT) es el volumen máximo que los pulmones pueden alcanzar tras un esfuerzo inspiratorio (6 litros). Es la suma de los cuatro volúmenes anteriores (VVP + VRE + VRI + VR) (E. Pérez & Fernández, 2011).
- Capacidad vital (CV): es la cantidad máxima de aire que una persona puede eliminar tras llenar los pulmones al máximo (4,5 litros). Equivale al VRI + VVP + VRE (Pérez & Fernández, 2011).

**Funciones del Sistema Respiratorio.** El sistema respiratorio cumple funciones vitales para el ser humano, entre las que destaca son intercambio de gases, equilibrio ácido-básico, fonación, defensa y metabolismo pulmonares (Raff & Levitzky, 2013).

- **Intercambio de gases:** es el intercambio de dióxido de carbono por oxígeno (O<sub>2</sub>). El aire fresco que contiene oxígeno es inspirado hacia los pulmones a través de las vías aéreas de conducción, para lo cual los músculos respiratorios generan las fuerzas necesarias para

hacer que este aire fluya. El intercambio gaseoso se produce en la unidad acino-alveolar, el ventrículo derecho del corazón bombea hacia los pulmones sangre venosa que regresa desde los diferentes tejidos del cuerpo. Esta sangre venosa mixta contiene alto dióxido de carbono y bajo O<sub>2</sub>, en los capilares pulmonares el dióxido de carbono es intercambiado por oxígeno, así, el lado izquierdo del corazón distribuye hacia los tejidos la sangre que sale de los pulmones y que ahora tiene contenido alto de oxígeno y más bajo de dióxido de carbono, finalmente, durante la espiración, el gas con una concentración alta de dióxido de carbono es expulsado del cuerpo (Raff & Levitzky, 2013).

- **Equilibrio ácido básico:** el sistema respiratorio puede participar en el equilibrio ácido-básico al eliminar CO<sub>2</sub> del organismo, para lo cual los pulmones activan sus receptores cuando estos perciben que los valores del pH se encuentran por debajo de lo normal, lo que permite que aumente la frecuencia respiratoria y así mismo la cantidad de pH en sangre (Raff & Levitzky, 2013).
- **Fonación:** la fonación es la producción de sonidos a través del movimiento de aire y cuerdas vocales. El habla, el canto y otros sonidos son producidos mediante las acciones de controladores del sistema nervioso central sobre los músculos de la respiración, lo que hace que fluya aire a través de las cuerdas vocales y la boca (Raff & Levitzky, 2013).
- **Mecanismo de defensa pulmonar:** la respiración lleva constantemente microorganismos hacia los pulmones ya sea partículas, gases o polvos que son inspirados por las vías respiratorias. Ante ello el pulmón activa sus mecanismos de defensa, la nariz actúa calentado el aire hasta la temperatura corporal y filtrando por medio los vellos nasales y la acción del mucus atrapando partículas y transportándolas desde la vía aérea baja hasta

la faringe para su eliminación por medio del reflejo de la tos y/o deglución de secreciones con el fin de evitar que lleguen a los alvéolos (Raff & Levitzky, 2013).

- **Metabolismo pulmonar:** las células de los pulmones deben metabolizar sustancias para proporcionar energía y nutrientes para su propio mantenimiento y función pulmonar normal lo cual son liberadas en los alvéolos y vías respiratorias. Estas sustancias comprenden surfactante pulmonar, moco, enzimas, proteínas, sustancias con actividad inmunitaria, entre otras. (Raff & Levitzky, 2013).

**Fisiopatología.** La exposición a partículas del humo de biomasa es causa directa de problemas de salud, su amenaza proviene de partículas finas que provoca su humo, llamadas material particulado o PM<sub>2,5</sub> (Ovalle et al., 2015). Estas partículas microscópicas pueden entrar en el sistema respiratorio, y provocar diferentes síntomas como ardor en los ojos, goteo nasal, y enfermedades respiratorias; es por ello que cuando se produce una lesión en los componentes del sistema respiratorio, se interrumpe la función integrada del conjunto respiratorio provocando consecuencias profundas (Hammer & McPhee, 2015).

La lesión o disfunción de la vía aérea produce enfermedades pulmonares obstructivas, como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). La lesión del parénquima pulmonar puede provocar enfermedades pulmonares restrictivas, como fibrosis pulmonar idiopática, síndrome de dificultad respiratoria aguda y enfermedad vascular pulmonar (Hammer & McPhee, 2015).

**Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC).** La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es un proceso frecuente, prevenible y tratable. Se caracteriza por síntomas respiratorios persistentes y limitación del flujo aéreo a causa de anomalías alveolares o de la vía aérea, por lo general progresiva y parcialmente reversible, asociada con una respuesta inflamatoria anómala del pulmón a partículas o gases nocivos que puede estar o no acompañada de síntomas como disnea, tos, expectoración, efectos extrapulmonares y enfermedades concomitantes (Botero Mesa & Restrepo, 2015).

**Etiología.** Es el resultado de una interacción crónica a la exposición acumulada a largo plazo de gases y partículas nocivas como el consumo de cigarrillos, exposición a irritantes, predisposición genética, exposición a polvos orgánicos o inorgánicos. Está influenciada por una variedad de factores del huésped incluyendo el desarrollo anormal de los pulmones (Consejo de dirección de GOLD, 2021).

***Factores de riesgo.***

- Tabaco: el humo de tabaco produce estrés oxidativo, altera el balance proteasas-anti proteasas y activa la respuesta inflamatoria, principalmente la de polimorfonucleares y macrófagos (Saldías et al., 2007).
- Humo biomasa: su inhalación produce difusión fagocítica en macrófagos, alteración de la movilidad mucociliar y reducción de la eliminación de bacterias. Causando infiltración neutrofílica, mayor expresión de genes para metaloproteinasas e incremento de su actividad y desactivación del surfactante pulmonar (López et al., 2014).

- Infecciones: asociado a antecedentes de infección respiratoria grave durante la infancia ya que genera una función pulmonar reducida y un aumento de los síntomas respiratorios en la edad adulta (Consejo de dirección de GOLD, 2021).
- Crecimiento pulmonar: factores que alteren el desarrollo pulmonar durante la gestación o infancia que puedan provocar bajo peso al nacer e infecciones respiratorias. (Consejo de dirección de GOLD, 2021).
- Genética: los trastornos genéticos pueden provocar el desarrollo de EPOC, especialmente la deficiencia de  $\alpha$ 1-antitripsina que es la encargada de inhibir la elastasa derivada de los neutrófilos, una enzima responsable de la destrucción del parénquima pulmonar en el enfisema (Shifren et al., 2018).

**Fisiopatología de la EPOC.** Se caracteriza por cambios inflamatorios y aumento en el número de neutrófilos, macrófagos y linfocitos T en los pulmones, los irritantes inflaman el árbol traqueobronquial y originan la producción creciente de moco y un estrechamiento u obstrucción de las vías respiratorias. A medida que la inflamación continúa, los cambios en las células que revisten las vías respiratorias aumentan la resistencia en las vías pequeñas, y el desequilibrio notorio en el cociente de ventilación-perfusión disminuye la oxigenación arterial (Stewart, 2018).

Las paredes bronquiales se inflaman y engrosan debido al edema y la acumulación de células inflamatorias y el broncoespasmo del músculo liso estrecha aún más la luz. Las vías respiratorias se obstruyen y cierran, sobre todo en la espiración, atrapando el gas en la porción distal del pulmón. La hipoventilación subsiguiente conduce a un desequilibrio, lo que ocasiona hipoxemia e hipercapnia (Stewart, 2018).

**Clasificación de la Gravedad de la Obstrucción del Flujo Aéreo.** Su clasificación está basada en puntos de corte espirométricos específicos para simplificar. De esta manera cuando el cociente entre el volumen espiratorio forzado máximo en el primer segundo y capacidad vital forzada (FEV1/FVC) es inferior al 70% del pronosticado para un control relacionado, indica un defecto obstructivo significativo que debe ser según el porcentaje predicho del FEV1 post-broncodilatador (Stewart, 2018).

**Tabla 1.**

*Clasificación GOLD de la gravedad en la EPOC.*

<b>Clasificación de la gravedad en pacientes con un valor de FEV1 /FVC &lt;0,70</b>		
GOLD 1:	Leve	FEV1 $\geq$ 80% del valor esperado
GOLD 2:	Moderada	50% $\leq$ FEV1, < 79% del valor esperado
GOLD 3:	Grave	30% $\leq$ FEV1, < 49% del valor esperado
GOLD 4:	Muy grave	FEV1, <30% del valor esperado

*Nota.* Severidad de la limitación del flujo aéreo en pacientes con EPOC

**Capacidad Pulmonar**

La capacidad pulmonar representa la combinación de destinos volúmenes de aire característicos de la respiración, por lo que hace referencia a la cantidad total de aire que los pulmones pueden retener. Conocer su estado permite prevenir al organismo enfermedades respiratorias, ya que el tener una buena capacidad pulmonar brinda una mayor elasticidad a este órgano y favorece su resistencia al esfuerzo lo cual hace que aumente la vitalidad del corazón (Redacción, 2021).

**Factores que determinan la capacidad pulmonar.**

- **Edad:** a medida que el proceso de envejecimiento avanza se genera disminución general de la capacidad física que incluye: menor capacidad de transporte de oxígeno

en sangre, menor trabajo cardíaco, compliance de la caja torácica reducida y alteraciones de la percepción del esfuerzo (Valenza et al., 2011).

- **Peso corporal:** el índice de masa corporal (IMC) aumentado influye negativamente en la función ventilatoria, pues la acumulación de tejido graso se asocia a una reducción del FEV1, la FVC, capacidad pulmonar total, capacidad residual funcional y el volumen espiratorio de reserva, esto debido a restricciones torácicas que se atribuyen a los efectos mecánicos de la grasa en el diafragma y la caja torácica (Valenza et al., 2011).
- **Factores musculoesqueléticos:** la postura, la magnitud de la curva, el número de vértebras implicadas, la ubicación de la curva y la disminución en una cifosis torácica contribuyen a la restricción pulmonar. La función pulmonar analizada en pacientes con escoliosis se encuentra asociada a restricción de volúmenes pulmonares, pobre extensibilidad de la caja torácica y movimiento diafragmático con problemas (Valenza et al., 2011).

### ***Capacidad Aeróbica***

La capacidad aeróbica se define como la capacidad del sistema circulatorio y respiratorio de suministrar oxígeno a los músculos y otros órganos durante la actividad física lo cual permite tolerar el esfuerzo físico. Es por ello que, mientras mejor capacidad aeróbica y VO<sub>2</sub>Max tenga una persona, mejor capacidad funcional de su sistema cardiorrespiratorio va a obtener y, por lo tanto, menor riesgo de enfermedades cardio-metabólicas (González & Achiardi, 2016).

**VO<sub>2</sub>max.** El parámetro fisiológico que mejor representa a la capacidad aeróbica es el consumo de oxígeno máximo (VO<sub>2</sub>Max) que se define como la más alta tasa de consumo de oxígeno alcanzado durante una prueba de esfuerzo físico hasta el agotamiento y es el producto del gasto cardíaco y la diferencia arteria-venosa de oxígeno, es por ello que se considera una medida de la capacidad funcional del sistema cardiorrespiratorio (González & Achiardi, 2016).

### **Factores que condicionan la capacidad aeróbica.**

- **Aparato ventilatorio:** la capacidad de una persona para ingresar y sacar aire de los pulmones depende de las vías respiratorias de conducción, capacidad de expansión torácica, permeabilidad, estado funcional y las condiciones de salud de la membrana alveolocapilar (Martínez L, 1985).
- **Sangre:** la cantidad de hemoglobina en el torrente sanguíneo y saturación con este condiciona también la máxima capacidad aeróbica (Martínez L, 1985).
- **Corazón:** cumple la función de propulsar la sangre cargada de oxígeno hacia los tejidos, la suficiencia del corazón para propulsar sangre durante esfuerzos fuertes es uno de los factores más críticos en el consumo máximo de oxígeno (Martínez L, 1985).
- **Sistema neuromuscular:** a medida que el movimiento involucra una mayor masa muscular, el consumo de oxígeno total aumenta, por tanto, la intervención del control neurológico y la coordinación de los movimientos afecta el consumo de oxígeno (Martínez L, 1985).
- **Medio ambiente:** el aire que nos circunda es rico en oxígeno, pero la cantidad de este precioso gas en el aire varía según la altura, la presión atmosférica, la contaminación, la arborización. (Martínez, 1985).

- **Edad:** se inicia un decremento gradual más acentuado a partir de los 30-35 años para hacerse muy marcado el descenso hacia la edad senil (Martínez L, 1985).
- **Entrenamiento físico:** el ejercicio continuo, progresivo y de larga duración incrementa la capacidad aeróbica en un porcentaje variable entre 10 y 35% aproximadamente (Martínez L, 1985).

**Evaluación del VO<sub>2</sub>max.** Representa el principal indicador de las posibilidades aeróbicas de una persona, debido a que integra múltiples funciones orgánicas (ventilatorias, cardiovasculares, sanguíneas, musculares), por lo cual tiene una estrecha relación con el nivel de acondicionamiento y con el estado de salud (B. Sánchez & Salas, 2009). La medición del VO<sub>2</sub>max se refiere a un procedimiento que cuantifica de manera directa o indirecta mediante diferentes pruebas de campo como caminar, correr, subir a un banco o pedalear con el fin de establecer un nivel de capacidad aeróbica (García et al., 2016).

### ***Biomasa***

En procesos energéticos la biomasa es un combustible procedente de productos y residuos naturales, tales como los provenientes de la agricultura (incluyendo sustancias vegetales y animales), provenientes de la actividad forestal e industrias ligadas al bosque, y la fracción biodegradable de los residuos industriales y urbanos (Vignote, 2016).

#### **Tipos de biomasa.**

- **Biomasa forestal:** es la biomasa procedente de los bosques, cuyo uso como energía se remonta al tiempo en el que los humanos comenzaron a quemar madera para cocinar y calentarse (Vignote, 2016).

- **Biomasa sólida:** tiene un aprovechamiento térmico y eléctrico de materia orgánica de origen animal y vegetal, como los cultivos energéticos aquellos en los que las especies cultivadas tienen como uso específico la producción de energía, residuos generados en labores de poda de viñedos y frutales generalmente, y residuos de cultivos en invierno (Vignote, 2016).
- **Biogás:** obtenido mediante un proceso de fermentación anaeróbica de la materia orgánica producida por bacterias en ambientes faltos de oxígeno. Dicha desgasificación de los residuos puede ser de manera natural en vertederos o inducida en biodigestores (Vignote, 2016).
- **Biocarburantes:** combustibles líquidos cuyas propiedades les permiten sustituir la gasolina en su totalidad o por lo menos un porcentaje considerable (Vignote, 2016).

**Uso de la biomasa.** Se estima que cerca de 3 mil millones de personas en el mundo utilizan madera y otros compuestos orgánicos entre los que incluyen hojas de árboles, papel, materia fecal de animales, restos alimenticios con el fin de obtener una fuente de energía para cocción de alimentos y abrigo de los hogares (Ovalle et al., 2015).

La biomasa vegetal más consumida por el hombre es indudablemente la leña procedente de árboles crecidos espontáneamente en tierras no cultivadas. Sin embargo, al ser esto una reserva el aprovechamiento masivo de esta biomasa ocasiona presión sobre los ecosistemas naturales o desertización (A. Romero, 2010).

➤ **Efectos inmunológicos de la exposición al humo de leña**

Las partículas de humo de leña hacen un mayor efecto citotóxico, aumentando la secreción de citocinas proinflamatorias y macrófagos. El humo de leña ha reportado una disminución en la capacidad para activar a los linfocitos y eliminar al patógeno, lo que activa a

los receptores tipo TLR2 y TLR4 mediante el reconocimiento de patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP); una vez activados, producen citocinas proinflamatorias por células del epitelio bronquial y macrófagos alveolares (Ovalle et al., 2015).

### ***Espirometría***

La espirometría es una prueba de función pulmonar que evalúa la mecánica respiratoria y que nos permite el diagnóstico de diferentes enfermedades respiratorias por lo que se base en conocer la velocidad que puede soplar un individuo, es decir, el volumen de aire que puede exhalar una persona en función del tiempo, a partir de una inspiración máxima a la capacidad pulmonar total (Chérrez et al., 2020).

Los principales parámetros fisiológicos que se obtienen con la prueba de espirometría son la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1); a partir de estas dos se calcula el cociente FEV1/FVC (Benítez et al., 2016).

- **Espirometría simple:** Es cuando el paciente realiza una espiración máxima no forzada tras una inspiración máxima, su realización determina los siguientes volúmenes: Volumen corriente, capacidad vital, volumen de reserva inspiratoria, volumen de reserva espiratoria, capacidad inspiratoria, capacidad residual funcional y capacidad pulmonar total (Benítez et al., 2016).
- **Espirometría forzada:** El paciente realiza una espiración máxima forzada en el menor tiempo posible tras una inspiración máxima. Es la técnica más útil y más habitualmente empleada, ya que además del cálculo de volúmenes estáticos, nos aporta información sobre su relación con el tiempo, esto es, los flujos respiratorios. Esa cantidad de aire

exhalada, y la velocidad a la que se mueve, determina los siguientes valores espirométricos: (G. Romero et al., 2013)

- Capacidad vital forzada (FVC): Es la cantidad de aire que se moviliza en una inspiración o espiración máximas forzadas. Su valor normal es de unos 3 – 5 litros, y debe ser mayor del 80 % del valor teórico (G. Romero et al., 2013).
- Volumen espiratorio máximo en el primer segundo (FEV1): Cantidad de aire que se moviliza en el primer segundo de una espiración forzada. Su valor normal es mayor del 80 % (G. Romero et al., 2013).
- Cociente FEV1/FVC: Nos aporta información sobre qué cantidad del aire total espirado lo hace en el primer segundo. Su valor normal es mayor del 70 % (G. Romero et al., 2013).
- Flujo espiratorio máximo (PEF): Cantidad máxima de aire que puede exhalarse por segundo en una espiración forzada. Es el pico máximo de flujo que se obtiene, y se produce antes de haber expulsado el 15 % de la FVC (G. Romero et al., 2013).
- Capacidad vital forzada en 6 segundos (FVC6): Cantidad de aire que se moviliza en los primeros 6 segundos de una espiración máxima forzada (G. Romero et al., 2013).
- Cociente FEV1/FVC: sirve como una buena aproximación al cociente FEV1 / FVC, permitiendo valorar adecuadamente patrones obstructivos (G. Romero et al., 2013).

**Patrones espirométricos:** dentro de la evaluación de espirometría basamos los patrones espirométricos en patrón espirométrico normal, patrón espirométrico obstructivo y patrón espirométrico mixto.

- **Patrón normal:** el paciente va a presentar valores dentro de los rangos normales de su capacidad pulmonar, la relación de VEF1/ CVF es mayor al 70%, la CVF mayor a 80% y la VEF1 mayor a 80% (G. Romero et al., 2013).
- **Patrón obstructivo:** paciente presenta limitación al flujo aéreo, esto es, una obstrucción a la salida del aire, lo que determina que el flujo espiratorio sea menor, compensándolo con un mayor tiempo de espiración (al aire le cuesta salir) (G. Romero et al., 2013).
  - Disminución del cociente FEV1/FVC menor del 70 %, es el dato que define la obstrucción.
  - Disminución del FEV1 menor del 80 %.
  - FVC normal, disminuido, menor del 80 %, en casos avanzados (Gutiérrez et al., 2018).
- **Patrón restrictivo:** paciente presenta una disminución de la capacidad para acumular aire, sin embargo, los flujos son normales, porque no existe ninguna obstrucción a su salida es decir el aire sale con normalidad, pero no hay mucho. La restricción determina que la caja torácica expanda menos, y eso hace que el flujo pueda descender. Aunque la espiración forzada, no depende tanto de esas fuerzas elásticas como de la contracción activa de los músculos implicados, en pacientes con enfermedad restrictiva sí llega a notarse su influencia, y el FEV1 puede disminuir (G. Romero et al., 2013).
  - Disminución de la FVC menor del 80 %, es el dato que define la restricción.

- FEV1 normal o disminuido menor del 80 %.
- Cociente FEV1/FVC normal o aumentado (Gutiérrez et al., 2018).
- **Patrón mixto:** combinación de los anteriores, generalmente por evolución de cuadros que al principio sólo eran obstructivos o restrictivos puros.
  - FEV1 disminuido: asocia el descenso propio de la restricción (por falta de expansión de la caja torácica), con el propio de la obstrucción (por alargamiento del tiempo espiratorio)
  - FVC disminuida: por el componente restrictivo.
  - Cociente FEV1 / FVC normal, aumentado o disminuido (G. Romero et al., 2013).

**Prueba Broncodilatadora.** Es una herramienta fundamental en el estudio de la función pulmonar ya que consiste en realizar una espirometría basal y repetirla un tiempo después de administrar medicación broncodilatadora. Esta medicación habitualmente se administra inhalada en forma de broncodilatador de acción rápida y la prueba se repite 20 o 30 min después. La espirometría forzada informa acerca de la existencia de obstrucción al flujo aéreo intrapulmonar y la PBD aporta datos sobre la reversibilidad de aquella (López et al., 2009).

### **Interpretación de curvas espirométricas.**

#### **Gráficas patrón normal.**

- Gráfica volumen/tiempo: muestra un ascenso vertical rápido, una transición en el volumen y una meseta que describe la duración del esfuerzo (G. Romero et al., 2013).
- Gráfica flujo/volumen: muestra una fase espiratoria de forma triangular y ascenso muy vertical, la generación de un vértice que es el flujo pico (PEF) y una caída progresiva del flujo conforme avanza el volumen hasta llegar a flujo 0 que coincide con la FVC (G. Romero et al., 2013).

**Gráficas patrón obstructivo:**

- Gráfica volumen/tiempo: se caracteriza porque el FEV1 disminuye, es decir se demora en llegar a la meseta normal por la obstrucción a la salida o resistencia de aire (G. Romero et al., 2013).
- Gráfica flujo/volumen: el ascenso se preserva, el pico también se preserva, pero no hay descenso rectilíneo, sino que se forma una curva. Es típica la imagen cóncava en la curva flujo–volumen (G. Romero et al., 2013).

**Gráficas patrón restrictivo:**

- Gráfica volumen/tiempo: el índice de tiffenau, lo único que se mantiene conservado por eso la relación entre los dos parámetros es normal, pero ambos están disminuidos, se mantiene en un volumen de 1000, los volúmenes que espira el paciente son muy pocos ya que hay una restricción para retener un volumen normal (G. Romero et al., 2013).
- Gráfica flujo/volumen: tiene un ascenso en forma de pico, pero es rectilíneo y no alcanza los valores normales (G. Romero et al., 2013).

**Gráficas patrón mixto:**

- Gráfica volumen/tiempo: presenta una dificultad para llegar a la meseta y una meseta baja, tiene todo disminuido (G. Romero et al., 2013).
- Gráfica flujo/volumen: se va a encontrar el ascenso, el pico, descenso es curvo y más pequeño del obstructivo (G. Romero et al., 2013).
- **Niveles de gravedad de la espirometría:** Según normativas de la SEPAR para el patrón obstructivo se fija en el índice FEV1 (G. Romero et al., 2013).

- Leve: VEF1 mayor o igual al 65 %
- Moderado: VEF1 50 – 64 %
- Grave: VEF1 35 – 49 %
- Muy Grave: VEF1 menor del 35 %

Según normativas de la SEPAR para el patrón restrictivo se fija en el índice FVC o CVF (G. Romero et al., 2013).

- Leve: CVF mayor o igual al 65 %
- Moderado: CVF 50 – 64 %
- Grave: CVF 35 – 49 %
- Muy grave: CVF menor del 35 %

### **Indicaciones de Espirometría.**

- Identificar un defecto ventilatorio ya sea obstructivo o restrictivo que es compatible con una enfermedad o graduar la gravedad del defecto ventilatorio (obstrucción leve, moderada, severa) y su relación con la gravedad de la enfermedad y pronóstico (Gaviria et al., 2016).
- Evaluar los cambios con el broncodilatador o con el tratamiento para definir si la obstrucción mejora significativamente o regresa a lo normal (asma).
- Control y prevención de enfermedades que afectan la función pulmonar, espirometría anual a sujetos expuestos a riesgos inhalatorios. (Gutiérrez et al., 2018).

### **Contraindicaciones de la Espirometría.**

**Absolutas.** Inestabilidad hemodinámica, embolia pulmonar hasta adecuada anticoagulación, angina inestable o infarto al miocardio menor a 1 mes, neumotórax reciente (2 semanas tras la resolución), aneurisma aórtico de gran tamaño o que ha crecido, aneurisma

cerebral complicado, desprendimiento de retina reciente (1 mes), síndrome de hipertensión Endocraneana, crisis de hipertensión arterial (Gutiérrez et al., 2018).

**Relativas.** Condiciones que limiten la realización de la técnica adecuada, falta de comprensión del examen, dolor torácico o abdominal, problemas bucodentales o faciales, incontinencia urinaria de esfuerzo, hipoacusia, cirugía torácica, cerebral u otorrinolaringológica reciente, cirugía ocular, embarazo, paciente con signos de insuficiencia respiratoria aguda (Gutiérrez et al., 2018).

#### **Recomendaciones para realizar espirometría:**

- Evitar fumar 2 horas antes de la prueba (Benítez et al., 2016).
- No se recomienda el uso de prendas restrictivas de tórax o abdomen como chalecos, corsés o ropa muy apretada (Benítez et al., 2016).
- Si se va a aplicar broncodilatador y el paciente ya usa medicamentos broncodilatadores, se debe suspender la última dosis previa a la prueba (un mínimo de 4 horas para broncodilatadores de corta duración y 12 a 24 horas para broncodilatadores de larga duración), previa autorización del médico tratante.
- No se requiere de ayuno para la prueba, pero se recomienda alimentación ligera, además se debe evitar ejercicio intenso antes de la prueba (Benítez et al., 2016).
- Aplicar un cuestionario breve para verificar que no existan contraindicaciones (Benítez et al., 2016).

**Maniobra de Espirometría.** Paciente en posición sedente, con la espalda recta y la barbilla elevada, procedemos a colocar la pinza de oclusión nasal e iniciamos. Fases de la espiración forzada: le pedimos al paciente inspire de manera rápida, aunque no forzada, hasta llenar completamente de aire los pulmones, el paciente sujeta la boquilla con los dientes y la

sella con los labios evitando una pausa excesiva en la posición de inspiración máxima. Paciente inicia la espiración de manera brusca y mantiene el esfuerzo todo el tiempo que sea posible (Carvajal & Blanco, 2005).

El evaluador estimula al paciente con palabras y, sobre todo, con lenguaje gestual y corporal que inciten a realizar una inspiración máxima, a iniciar la espiración de manera brusca y a prolongar el esfuerzo espiratorio todo lo posible. Es preciso registrar cualquier tipo de incidencia que acontezca durante la prueba (Carvajal & Blanco, 2005).

**Calibración del Espirómetro.** Validar un espirómetro significa conocer el grado de fiabilidad de los resultados que con él obtenemos en lo que se refiere a repetibilidad, exactitud y precisión. Es imprescindible el validar un espirómetro antes de empezar a trabajar con él, ya que los datos obtenidos van a ser comparados con otros datos sucesivas veces en el tiempo (estudios epidemiológicos, evolución clínica de un mismo sujeto, etc.) (N. Pérez, 1998).

- **Exactitud:** es la correspondencia entre un volumen obtenido con respecto a otro teórico.
- **Precisión:** es la repetibilidad de un mismo resultado, es decir, qué variabilidad presenta cuando efectuamos repetidas veces un mismo volumen (N. Pérez, 1998).

#### **Métodos de calibración del espirómetro.**

- Calibración estática (volumen) y calibración dinámica (descompresor explosivo)
- Calibración de la linealidad (generador de flujos)
- Calibración de la velocidad de registro
- Control de ausencia de fugas en el circuito espirométrico
- Control periódico del perfecto funcionamiento del "software" (N. Pérez, 1998).

### ***Marcha Estacionaria de 2 Minutos***

La prueba conocida como TME2' tiene como propósito evaluar la capacidad aeróbica en población adulta y adulta mayor ya que ha sido utilizado como una medida efectiva de intervenciones con ejercicio en dicha población y en adultos mayores con insuficiencia cardíaca, obesidad, que viven en comunidad, enfermedad de Parkinson y en mujeres de edad avanzada con patologías y sin patologías. (Loteró & Parra, 2020).

Las diversas publicaciones sobre la prueba de marcha estacionaria de 2 minutos aparecen en la década de los noventa e inicialmente con estudios descriptivos sobre la valoración de la capacidad funcional con esta prueba en diferentes poblaciones. En la actualidad se han incrementado las publicaciones y revisiones añadiendo a estos estudios también los efectos de intervención con el TME2 (Loteró & Parra, 2020).

**Materiales.** Para la ejecución de esta prueba se necesita materiales como: cronómetro, cinta métrica, cinta de enmascarar.

**Ejecución.** La altura adecuada para levantar la rodilla está a nivel de un punto intermedio entre la rótula y la cresta ilíaca. Al realizar la señal de inicio de la prueba el participante evaluado comienza a marchar en su lugar lo más rápido posible durante 2 minutos, comenzando con la pierna derecha, y completando tantos pasos como sea posible dentro del período de tiempo establecido. Se debe observar que la rodilla derecha llegue al tope establecido (Loteró & Parra, 2020).

Al final de la prueba, el participante debe caminar lentamente por alrededor de un minuto para realizar la fase de enfriamiento. El puntaje corresponde al número total de veces que la rodilla derecha alcanza la altura mínima establecida al inicio (Loteró & Parra, 2020).

## **Marco Legal y Ético**

### ***Constitución de la República del Ecuador***

**Art. 32.-** *La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional (Constitución de la República del Ecuador, 2008).*

### ***Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025***

**Objetivo 6.-** *Garantizar el derecho a la salud integral, gratuita y de calidad La OMS define a la salud como "un estado de completo bienestar físico, mental y social, no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" y "el goce del grado máximo de salud que se pueda lograr es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano sin distinción de raza, religión, ideología política o condición económica o social". El abordaje de la salud en el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 se basa en una visión de salud integral, inclusiva y de calidad, a través de políticas públicas concernientes a: hábitos de vida saludable, salud sexual y reproductiva, DCI, superación de adicciones y acceso universal a las vacunas. Adicionalmente, en los próximos cuatro años se impulsarán como prioridades gubernamentales acciones como la Estrategia Nacional de Primera Infancia para la Prevención y Reducción de la Desnutrición Crónica Infantil: Ecuador Crece sin Desnutrición Infantil, que tiene como finalidad disminuir de*

*manera sostenible la desnutrición y/o malnutrición infantil que afecta a 1 de 4 menores de 5 años en el país. Como nación existe la necesidad de concebir a la salud como un derecho humano y abordarlo de manera integral enfatizando los vínculos entre lo físico y lo psicosocial, lo urbano con lo rural, en definitiva, el derecho a vivir en un ambiente sano que promueva el goce de las todas las capacidades del individuo (Consejo Nacional de Planificación, 2021).*

### ***Ley Orgánica de Salud***

*Art. 3.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludable (Constitución de la República del Ecuador, 2008).*

### ***Consentimiento Informado***

*La presente investigación se realizó tomando en cuenta la firma del consentimiento informado para la participación de los sujetos de estudio en la cual se detalla los objetivos de la investigación y el procedimiento de evaluación a realizarse en cada uno de los pacientes. El proceso de evaluación se hizo tomando en cuenta las medidas de bioseguridad sanitaria, la instrucción al paciente para que el procedimiento sea lo más viable posible.*

## Capítulo III

### Metodología de la Investigación

#### *Diseño de Investigación*

**No Experimental.** Es aquel estudio que no tiene determinación aleatoria, manipulación de variables o grupos de comparación, es decir el investigador observa lo que ocurre de forma natural, sin intervenir de manera alguna. Por lo tanto, este estudio es no experimental ya que no se manipuló variables y únicamente se basó en la evaluación de la capacidad aeróbica y pulmonar de las personas expuestas a humo de biomasa (Sousa et al., 2007).

**Corte Transversal.** Es aquella que se define en un momento temporal determinado y siguen una tradición eminentemente asociativa donde el interés en el establecimiento de relaciones causa-efecto es secundario. Este estudio es transversal ya que se caracterizó por el análisis de las variables y evaluación a sujetos de estudio en un momento dado (Ato et al., 2013).

#### *Tipo de Investigación*

**Descriptivo.** Esta investigación opera cuando se requiere delinear las características específicas descubiertas por las investigaciones exploratorias, tienen como función esencial medir de la forma más precisa posible las características, propiedades y dimensiones, es por ello que este estudio nos permitió encuestar a los sujetos de estudio y describir si afecta o no el humo de biomasa en el sistema respiratorio y capacidad aeróbica (Díaz & Núñez, 2016).

**Enfoque Cuantitativo.** Es una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, lo que implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados.

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que las variables fueron medibles y obtenidas en términos numéricos a través de instrumentos de medición como el espirómetro para

la capacidad pulmonar y la prueba de marcha estacionaria para la capacidad aeróbica (Neill & Cortez, 2018).

**De Campo.** Se refiere a un estudio donde el investigador puede observar e interactuar con las personas en su “hábitat natural”, puede ser una investigación con un proceso largo de convivencia y de observación-participante o, solamente, una secuencia de visitas. Por lo tanto, este estudio es de campo ya que se interactuó y recolectó datos sobre la capacidad aeróbica y pulmonar de manera directa en el entorno natural de cada participante (Spink, 2007).

### ***Localización y Ubicación del Estudio***

La investigación se realizó en San Roque, parroquia rural perteneciente al Cantón Antonio Ante de la Provincia de Imbabura, ubicada a 4.00 km de la capital Cantonal y a 18 km de la capital Provincial.

### ***Población y Muestra***

**Población.** La población para el presente estudio estuvo conformada por 112 hombres y mujeres mayores de 65 años expuestos al humo de biomasa, pertenecientes a la parroquia San Roque, Cantón Antonio Ante.

### ***Criterios de Selección***

#### **Criterios de Inclusión.**

- Sujetos que estudio que acepten la participación en la investigación a través de la firma del consentimiento informado para ser parte de la investigación.

**Criterios de Exclusión.**

- Sujetos de estudio no pertenecientes a la localidad y que no estén expuestos al humo de biomasa de origen vegetal.
- Sujetos de estudio que no deseen participar en la investigación y no realicen la firma del consentimiento informado.
- Sujetos de estudio con SO<sub>2</sub> inferior al 80%
- Sujetos de estudio con algún tipo de discapacidad física que impida realizar las valoraciones
- Sujetos de estudio fumadores crónicos

***Muestra.***

La muestra para la presente investigación se determinó de forma no probabilística a conveniencia del investigador tomando en cuenta los criterios de selección, la cual se establece en 30 sujetos de estudio pertenecientes a la parroquia San Roque, Cantón Antonio Ante.

*Operacionalización de Variables*

**Variables de Caracterización.**

**Tabla 2.**

*Variables de caracterización*

<b>Variables</b>	<b>Tipos de variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Definición</b>
Edad	Cuantitativa discreta	Grupo etario	Media de edad	> 65 años (OMS)	Ficha de datos generales del paciente	La edad es un indicador del lapso de tiempo, es un concepto lineal que implica cambios continuos en las personas (Rodríguez Ávila, 2018).
Sexo	Cualitativa nominal dicotómica	Sexo	Sexo al que pertenece	Femenino Masculino		Sexo hace referencia a las características biológicas, anatómicas, fisiológicas y cromosómicas que definen a hombres y mujeres (Heidari et al., 2019).

Índice de masa corporal	Cualitativa ordinal politómica	Peso corporal	Bajo peso	< 18.5 kg / m <sup>2</sup>	El IMC es una medida del nivel de la grasa corporal y herramienta de detección para el diagnóstico del estado nutricional y factor de riesgo para el desarrollo o la prevalencia enfermedades (Suárez & Sánchez, 2018).
			Peso Normal	18.5-24.9 kg / m <sup>2</sup>	
		Talla	Sobrepeso	25.0-29.9 kg / m <sup>2</sup>	
			Obesidad grado I	30.0 – 34,9 Kg/ m <sup>2</sup>	
			Obesidad grado II	35.0 – 39,9Kg/ m <sup>2</sup>	
			Obesidad grado III	≥ 40Kg/m <sup>2</sup> (OMS)	
Exposición al humo de biomasa	Cuantitativa discreta	Tiempo de exposición	Media de años de exposición	10- 20 años	La exposición al humo de biomasa es un factor de riesgo asociado al desarrollo de enfermedades respiratorias ya que su inhalación crea un estado inflamatorio crónico y una reducción de la movilidad mucociliar (López et al., 2014).
				20-30 años	
				30-40 años	
				40-50 años	
				50-60 años	
				60-70 años	
	70-80 años				

**Nota.** Descripción de variables incluidas en la investigación con su respectivo instrumento, escala e indicador que permiten la recolección de datos

### VARIABLES DE INTERÉS.

**Tabla 3.**

*Variables de interés I*

Variables	Tipos de variables	Dimensión	Indicador	Escala		Instrumento	Definición	
Capacidad aeróbica	Cualitativa ordinal dicotómica	Edad Sexo	Zona de riesgo  Rango normal	Sexo		Test marcha estacionaria de 2 minutos	La capacidad aeróbica está relacionada con el estado del sistema cardiovascular, respiratorio y metabólico, siendo el consumo máximo de oxígeno la variable fisiológica que mejor la define (Valero et al., 2018).	
				Edad	Femenino			Masculino
				< 65 steps				
				60-64	75-107 steps			87-115 steps
				65-69	73-107 steps			86-116 steps
				70-74	68-101steps			80-110 steps
				75-79	68-100 steps			73-109 steps
				80-84	60-91 steps			71-103 steps
85-89	55-85 steps	59-91 steps						
90-94	44-72 steps	52-86 steps						

**Nota.** Capacidad aeróbica con su respectiva descripción, indicador, escala e instrumento de evaluación

**Tabla 4.***Variable de interés II.*

<b>Variables</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Definición</b>
Capacidad pulmonar	Cualitativa Nominal Politómica	Patrón espirométrico (SEPAR)	Normal	FVC normal (> 80 %) FEV1 normal (> 80 %) FEV1 / FVC normal (> 70 %)	Espirómetro	La capacidad pulmonar es la suma de los distintos volúmenes pulmonares, es decir los valores habituales de los distintos parámetros que se pueden medir en el sistema respiratorio y que van a ser útiles, sobre todo en las situaciones patológicas en las que va a haber una variación de estos valores (Junquera, 2013).
			Obstructivo	FVC normal (> 80 %) FEV1 disminuido (< 80 %). FEV1 / FVC disminuido (< 70 %)		
			Restrictivo	FEV1 normal o disminuido (< 80 %) FEV1 / FVC normal (>70%)		
			Mixto	FVC disminuido (< 80 %) FEV1 disminuido (< 80%) FEV1/FVC disminuido (< 70%)		

---

		Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC $\geq$ a 65 %
	Leve	Patrón mixto informar por separado del componente obstructivo (FEV1) y del restrictivo (FVC).
		Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC de 50 – 64 %
Nivel de gravedad de los patrones espirométricos (SEPAR)	Moderado	Patrón mixto informar por separado del componente
		Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC de 35 – 49 %
	Grave	Patrón mixto informar por separado del componente
		Patrón obstructivo FEV1 y restrictivo FVC < de 35 %
	Muy grave	Patrón mixto informar por separado del componente

---

*Nota.* Capacidad pulmonar con sus respectivos patrones espirométricos y niveles de gravedad

## *Métodos y Técnicas de Recolección de la Información*

### **Métodos Teóricos.**

- **Método de revisión bibliográfica:** método que permitió una amplia revisión bibliográfica en el que se recopiló, analizó, sintetizó y discutió la información publicada sobre un tema, que pueden incluir un examen crítico del estado de los conocimientos reportados en la literatura (Brugueras et al., 2008).
- **Método analítico:** es un método de investigación que descompone una idea o un objeto en sus elementos fue utilizado para el análisis de problemas y la generación de hipótesis que permiten solucionarlos (Lopera et al., 2010).
- **Método inductivo:** es un método que permite adquirir conocimientos conformado por dos procedimientos inversos: inducción y deducción. Su base fue la repetición de hechos y fenómenos de la realidad, encontrando los rasgos comunes en un grupo definido, que permitió llegar a conclusiones de los aspectos que lo caracterizan (A. Rodríguez & Pérez, 2017).

### **Técnicas.**

- **Encuesta:** La técnica de encuesta permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz, lo cual fue utilizado en la investigación para caracterizar y recolectar información sobre cada participante incluido completar la ficha de datos generales (Casas et al., 2003)

### **Instrumentos.**

- **Ficha de recolección de datos de generales:** Instrumento que permitió la recolección de información como la edad, talla, peso y años de exposición al humo de biomasa en los sujetos de estudio.

- **Test de marcha estacionaria de 2 minutos:** De acuerdo con el estudio realizado por Rikli y Jones demuestran que el TME2 presenta una buena confiabilidad en la prueba retest entre días (coeficiente de correlación intraclase = 0.90), también reportaron la validez convergente en relación con el tiempo de la prueba de caminata de 1 milla ( $r = 0.73$ ) y validez de grupo conocida (diferencias entre la edad de los grupos y entre mujeres que eran activas vs mujeres que tenían baja actividad). (Loteró & Parra, 2020).
- **Espirometría:** De acuerdo al estudio realizado en Buenos Aires denominado “Valor de la espirometría para el diagnóstico de restricción pulmonar” Muestra que la sensibilidad y especificidad de esta prueba fue 42.2% y 94.3% respectivamente en los sujetos que no tenían patrones obstructivos, valor predictivo negativo de 86.6% y el valor predictivo positivo de 65.2%, en cambio en los pacientes con patrones obstructivos la sensibilidad aumentó al 75.8% con una especificidad de 65.9% (Quadrelli et al., 2007).

**Análisis de Datos.** Una vez recolectados los datos a través de los instrumentos de evaluación se realizó una base de datos en Excel de cada uno de los objetivos planteados la cual permitió que los datos sean analizados y presentados en tablas.

## Capítulo IV

### Análisis e Interpretación de Datos.

**Tabla 5.**

*Caracterización de la muestra según edad*

<b>Edad</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Media</b>
Mayores a 65 años	80 años	69 años	74 años

La caracterización de la muestra según edad arrojó que, la edad media de la muestra de estudio es de 74 años, la edad mínima es 69 años y la edad máxima corresponde a 80 años.

Según la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Roque 2011 indica que, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del año 2010, el 7.78% de la población total corresponde a adultos de 65 años en adelante, lo que se relaciona con los criterios de edad incluidos en esta investigación (Buitrón, 2014).

En un estudio realizado en Argentina por María Montes en el año 2017 denominado “Humo, exposición a biomasa y riesgo de EPOC en atención primaria Escenario: El estudio PUMA” incluyeron a 1743 personas donde el 23.8% correspondía a edades comprendidas entre 40-49 años, el 38.3% a sujetos de estudio de 50-59 años y el 37.9% tenía 60 años de los cuales el 40% de la muestra total informó exposición al humo de leña y refirió presentar síntomas respiratorios, por lo tanto, estos datos difieren de los recopilados para esta investigación, ya que la edad máxima incluida en nuestra investigación es de 80 años, mientras que en el estudio presentado la edad máxima incluida es la de 60 años (Montes de Oca et al., 2017).

**Tabla 6.***Caracterización de muestra según sexo*

<b>Sexo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Femenino	18	60%
Masculino	12	40%
<b>Total</b>	30	100%

La caracterización de la muestra según sexo indica que, de un total de 30 adultos que formaron parte de la investigación, existe mayor predominio del sexo femenino correspondiente al 60% de los sujetos de estudio y el 40% de la muestra pertenece al sexo masculino.

Según la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Roque 2011, indica que de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del año 2010 existen 10.142 habitantes, de los cuales el 50.83% son mujeres y el 49.17% son hombres lo que representa que en la parroquia San Roque predomina el sexo femenino, teniendo así una relación con los datos recolectados en nuestra investigación (Buitrón, 2014).

En un estudio realizado en El Salvador por Julio Vásquez en el año 2015 denominado “Incidencia del humo del tabaco y de la leña en el padecimiento de enfermedades respiratorias en Coatepeque, Santa Ana” se incluyó a 80 personas que reportaron exposición al humo de leña de los cuales el 62.5% pertenecían al sexo femenino siendo este el predominante; mientras que el sexo masculino representó una minoría del 37.5%, por lo tanto estos datos concuerdan con los obtenidos en nuestro estudio ya que en la presente investigación también predomina el sexo femenino del masculino con el 60% del total de la muestra (Vásquez, 2015).

**Tabla 7.***Caracterización de la muestra según su índice de masa corporal*

<b>IMC</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Peso normal	11	37%
Sobrepeso	13	43%
Obesidad grado I	5	17%
Obesidad grado III	1	3%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

Los datos obtenidos de acuerdo con la distribución de la muestra según su índice de masa corporal arrojan que, del total de la muestra, el IMC que predomina es el sobrepeso correspondiente al 43% de los sujetos de estudio, seguido del IMC normal con un 37%, así mismo el 17% mostró Obesidad I y finalmente 3% de la población evidenció Obesidad grado III.

En un estudio realizado en México por Andrés Palacios en el año 2018, denominado “Evaluación de la exposición a partículas en suspensión por quema de biomasa en una zona indígena del Estado de San Luis Potosí, México” se evidenció que el 56.3% de mujeres presentaba sobrepeso siendo este el indicador predominante, mientras que el 25% mostraba peso normal y el 18,7% reflejaba obesidad, por lo que estos hallazgos coinciden con los recolectados en la presente investigación donde predomina también el sobrepeso (Palacios et al., 2018).

En un estudio realizado en Chile por Jordi Olloquequi en el año 2017 denominado “Caracterización general de los pacientes con EPOC de la Región del Maule” incluyeron a 127 personas expuestas a biomasa, cuyos promedios de IMC se situaron por encima de 25 kg/m<sup>2</sup> y por debajo de 30 kg/m<sup>2</sup> en todos los grupos, poniendo de manifiesto un sobrepeso en la población estudiada, lo cual tiene relación con los datos recolectados en esta investigación donde predomina el sobrepeso en el 43% de la población. (Olloquequi et al., 2017).

**Tabla 8.**

*Caracterización de la muestra según años de exposición al humo de biomasa.*

<b>Años de exposición al humo de biomasa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
40 a 50 años	9	30%
50 a 60 años	8	27%
60 a 70 años	11	37%
70 a 80 años	2	7%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

La caracterización de la muestra según años de exposición al humo de biomasa muestra que, del total de los sujetos de estudio el 37% ha estado expuesto al humo de biomasa de 60 a 70 años, siendo este el número de años predominante, seguido del 30% correspondiente a 40 a 50 años, así como también el 27% de la población refirió haber estado expuesta de 50 a 60 años y finalmente el 7% de los sujetos incluidos ha estado expuesta de 70 a 80 años.

En un estudio realizado en Colombia por Carlos Torres en el año 2016 denominado “Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por humo de leña: ¿un fenotipo diferente o una entidad distinta?” menciona que la prevalencia de la EPOC en personas expuestas a humo de leña aumenta significativamente a mayor número de años de exposición, donde el 24% de los sujetos de estudio estuvieron expuestos  $\geq$  igual a 30 años, el 14% refirió haber estado expuesto de 20-29 años, el 10% de 10-19 años, y el 7%  $<$  10 años, por lo que estos datos tienen relación con la investigación ya que los sujetos de estudio refirieron haber estado expuestos más de 30 años al humo de leña (Torres et al., 2016).

**Tabla 9.**

*Capacidad aeróbica en base a la prueba de marcha estacionaria de 2 min.*

Capacidad aeróbica	Sexo					
	Femenino		Masculino		Total	
	F	%	F	%	F	%
Normal	3	10%	5	17%	8	27%
Zona de riesgo	15	50%	7	23%	22	73%
<b>Total</b>	18	60%	12	40%	30	100%

La evaluación de la capacidad aeróbica a los 30 sujetos de estudio expuestos al humo de biomasa según sexo indica que; del 60% de la población correspondiente al sexo femenino el 50% de ellas se encuentran debajo de los valores normales de su capacidad aeróbica correspondientes a zona de riesgo, así mismo el 10% restante reflejó estar en rangos normales. Del 40% de sujetos de estudio correspondientes al sexo masculino el 23% reflejó estar en zona de riesgo y el 17% mostró estar dentro los niveles normales en cuanto a su capacidad aeróbica.

Mediante la indagación bibliográfica no se encontraron investigaciones específicas que relacionen la capacidad aeróbica en adultos mayores expuestos al humo de biomasa, sin embargo, en un estudio realizado en Colombia donde se incluyó a 344 mujeres en edades entre 60 y 87 años y se aplicó el test de marcha estacionaria de 2 minutos se encontró que: el 27,9 % demostró tener una capacidad aeróbica inferior siendo este el valor predominante mientras que el 18,9 % clasificaron en un nivel normal de VO<sub>2</sub> máx., por lo tanto estos datos coinciden con los expuestos en la presente investigación donde el 50% de las mujeres se encuentra en zona de riesgo (Correa et al., 2011).

**Tabla 10.**

*Capacidad pulmonar en función de los patrones espirométricos, según sexo.*

Patrones espirométricos	Sexo					
	Femenino		Masculino		Total	
	F	%	F	%	F	%
Normal FEV1/FVC > 70 % y FVC>80%	7	23,3%	6	20%	13	43,3%
Obstructivo FEV1/FVC < 70%	9	30%	6	20%	15	50%
Restrictivo FVC < 80 %	1	3,3%	-	-	1	3,3%
Mixto FEV1/FVC < 70% y FVC < 80%	1	3,3%	-	-	1	3,3%
<b>Total</b>	18	60%	12	40%	30	100%

Los datos obtenidos al realizar la evaluación de la capacidad pulmonar en función de los patrones espirométricos reflejan que; en el sexo femenino el patrón espirométrico predominante es el obstructivo representando el 30% de la población de estudio, seguido del patrón espirométrico normal con el 23,3% y los patrones espirométricos restrictivo y mixto con el 3.3% respectivamente, finalmente los valores obtenidos en el sexo masculino muestran que; tanto el patrón espirométrico normal como obstructivo representan el 20% cada uno.

En un estudio realizado en Bolivia por Ingrid Melgarejo denominado “Tabaco y leña, factores de riesgo en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica” se realizó espirometría a 120 personas de los cuales reveló la presencia del patrón obstructivo en el 34% de los pacientes, seguido del patrón normal que correspondía al 12% y el 8% de los sujetos reflejaron un patrón espirométrico mixto, por lo que los datos tienen relación con los recolectados en la presente investigación ya que el patrón predominante es el obstructivo con el 30%, seguido del normal con el 23,3% y finalmente el patrón restrictivo y mixto con el 3,3% respectivamente (Melgarejo, 2019).

En un estudio realizado en España por Joan Soriano en el año 2021 denominado “Prevalencia y Determinantes de la EPOC en España” incluyeron a 9092 sujetos de estudio que realizaron una espirometría válida y demostraron que la prevalencia del patrón espirométrico obstructivo fue del 14,6 % en hombres y del 9,4 % en mujeres, lo cual estos datos difieren de los plasmados en la presente investigación ya que el patrón predominante en nuestro estudio es el obstructivo correspondiente al género femenino (Soriano et al., 2021).

**Tabla 11.***Nivel de gravedad de patrones espirométricos, sexo femenino.*

<b>Sexo Femenino</b>						
<b>Patrones espirométricos</b>	<b>Obstrutivo</b>		<b>Restrictivo</b>		<b>Total</b>	
<b>Nivel de gravedad</b>	F	%	F	%	F	%
Leve	1	10%	1	10%	1	20%
Moderado	4	40%	-	-	4	40%
Severo	1	10%	-	-	1	10%
Muy grave	3	30%	-	-	3	30%
<b>Total</b>	9	90%	1	10%	10	100%

La evaluación de la capacidad pulmonar en cuanto al género femenino, en función del patrón espirométrico obstructivo refleja que; el nivel de gravedad predominante es el moderado correspondiente al 40% de las mujeres incluidas, seguido de ello se encuentra el nivel de gravedad muy grave con el 30% y como minoría se evidencia el nivel de gravedad leve y severo correspondiente al 10% respectivamente. En cuanto al patrón espirométrico restrictivo refleja que el 10% de las mujeres incluidas en el estudio presenta un nivel de gravedad leve.

En un estudio realizado en Panamá por Lorena Noriega en el año 2022 denominado “Prevalencia y características de la EPOC en la República de Panamá” se incluyeron a 39 sujetos de los cuales el patrón espirométrico obstructivo reflejó que; el 59% de la población presentó un nivel de gravedad moderado, el 33% evidenció un nivel de gravedad grave, el 5,1% representó un nivel de gravedad muy grave y finalmente el 2,6% un nivel de gravedad leve, lo cual estos datos se relacionan en cuanto al nivel de gravedad moderado ya que en los datos encontrados en la presente investigación el nivel de gravedad que predomina es el moderado con el 40% y en menor frecuencia el nivel de gravedad leve (Noriega et al., 2021).

**Tabla 12.**

*Nivel de gravedad de patrones espirométricos, sexo masculino.*

<b>Sexo Masculino</b>				
<b>Patrones espirométricos</b>	<b>Obstrutivo</b>		<b>Total</b>	
<b>Nivel de gravedad</b>	F	%	F	%
Leve	2	33,3%	2	33,3%
Moderado	2	33,3%	2	33,3%
Severo	1	16,6%	1	16,6%
Muy grave	1	16,6%	1	16,6%
<b>Total</b>	6	100%	6	100%

Los datos obtenidos en cuanto al sexo masculino en relación con los niveles de gravedad del patrón espirométrico obstructivo reflejan que; el nivel predominante es el leve y moderado con el mismo valor correspondiente al 33,3% individualmente, seguido de los niveles de gravedad severo y muy grave que corresponden a 16,6% cada nivel.

En un estudio realizado en el Caribe por S Mohamed en el año 2018 denominado “Estudio Descriptivo de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica en Clínicas de Atención Terciaria de una Isla del Caribe” se incluyeron a 90 hombres donde el patrón espirométrico obstructivo en función de los niveles de gravedad mostró que; el 48,6% correspondía al nivel de gravedad moderado, seguido del nivel de gravedad leve con 21,9% , el 18,1% tenía un nivel de gravedad severo y finalmente el 11,4% representaba un nivel de gravedad muy severo, por lo tanto estos datos se relacionan de los encontrados en la presente investigación ya que en este estudio los niveles de gravedad que resaltan son el moderado y leve con el 33,3% cada uno (Mohammed et al., 2018).

### ***Respuestas a las Preguntas de Investigación***

#### **¿Cuáles son las características de los sujetos de estudio según edad, sexo, IMC y los años de exposición al humo de biomasa?**

En base a la investigación realizada a 30 adultos expuestos al humo de biomasa pertenecientes a la parroquia San Roque en cuanto a la caracterización de la muestra según edad reflejó que, la edad media es de 74 años, la edad mínima es 69 años y la edad máxima es de 80 años. En cuanto al sexo se evidencia que existe mayor predominio del sexo femenino correspondiente al 60% de los sujetos de estudio y el 40% pertenece al sexo masculino. Así mismo los datos obtenidos en relación con el índice de masa corporal arrojaron que en esta investigación predomina el sobrepeso correspondiente al 43% de los sujetos de estudio, seguido del peso normal con un 37%, así mismo el 17% presentó obesidad grado I y el 3% evidenció obesidad grado III. Finalmente, la caracterización de la muestra según años de exposición al humo de biomasa muestra que, el número de años de exposición predominante es de 60 a 70 años con el 37%, seguido del 30% correspondiente a 40 a 50 años, el 27% de 50 a 60 años y finalmente el 7% de 70 a 80 años.

#### **¿Cuál es el nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio, según sexo?**

El nivel de capacidad aeróbica de los 30 sujetos de estudio, según sexo pertenecientes a la parroquia San Roque indicaron que; del 60% de la población correspondiente al sexo femenino el 50% de ellas se encuentran en zona de riesgo y el 10% restante reflejó estar en rangos normales. En cuanto al sexo masculino; del 40% de sujetos de estudio el 23% reflejó estar en zona de riesgo y el 17% mostró estar dentro los niveles normales en cuanto a su capacidad aeróbica.

**¿Cuál es la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio y su nivel de gravedad, según sexo?**

Los resultados en cuanto a la capacidad pulmonar de los sujetos de estudio según sexo reflejaron que; en el sexo femenino el patrón espirométrico predominante es el obstructivo representando el 30% de la población de estudio, seguido del patrón espirométrico normal con el 23,3% y los patrones espirométricos restrictivo y mixto con el 3.3% respectivamente. Los valores obtenidos en el sexo masculino mostraron que; tanto el patrón espirométrico normal como obstructivo representan el 20% cada uno. En cuanto a los niveles de gravedad de los patrones espirométricos del sexo femenino reflejaron que; el nivel de gravedad predominante es el moderado correspondiente al 40%, seguido del nivel de gravedad muy grave con el 30% y como minoría se evidencia el nivel de gravedad leve y severo correspondiente al 10% respectivamente. En cuanto al patrón espirométrico restrictivo refleja que el 10% presentan un nivel de gravedad leve. En lo que se refiere al sexo masculino en el patrón espirométrico obstructivo tanto el nivel de gravedad leve y moderado presentaron el 33,3% individualmente, seguido de los niveles de gravedad severo y muy grave con el 16,6% cada nivel.

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### *Conclusiones*

- La caracterización de los sujetos de estudio incluidos en la investigación evidenció que, la media de edad fue de 74 años y el sexo femenino predominó en la muestra de estudio. En lo que respecta al índice de masa corporal reflejó que en la mayoría de los sujetos de estudio había la presencia de sobrepeso y los años de exposición al humo de biomasa con mayor frecuencia fue de entre 60 a 70 años.
- El nivel de capacidad aeróbica de los sujetos de estudio se estableció que existe predominio tanto en hombres y mujeres expuestos al humo de biomasa que se encuentran en zona de riesgo.
- La valoración de la capacidad pulmonar evidenció que, en el sexo femenino más de la mitad de los sujetos de estudio presentaron patrón espirométrico obstructivo, con predominio del nivel de gravedad moderado. En lo que respecta al sexo masculino la misma cantidad de hombres presentaron patrón espirométrico tanto normal como obstructivo respectivamente, con un nivel de gravedad tanto leve como moderado en igualdad de porcentajes.

### ***Recomendaciones***

- Concientizar a la población de estudio y población en general sobre el uso de biomasa y las consecuencias que puede traer su uso continuo tanto en la condición de salud de cada persona como también en los sistemas de salud, medio ambiente y la alta carga económica que provocan las afecciones respiratorias.
- Elaborar un manual didáctico sobre prevención y promoción de la salud respiratoria donde se incluya diferentes ejercicios pulmonares que ayuden a mejorar y/o mantener un buen funcionamiento del sistema pulmonar de los habitantes de la parroquia San Roque.
- Realizar seguimiento médico, nutricional y fisioterapéutico a cada sujeto de estudio, con el fin de evitar complicaciones de salud, sobrepeso y deterioro de su condición física, que disminuya su capacidad funcional y por ende su calidad de vida.

## Bibliografía

Abara, S., & Cepeda, J. (2022). Fisiología Respiratoria. El control de la respiración. *Revista Neumología Pediátrica*, 17(4), 117-121.

Arias A, R., Bogado C, M., & Sariego R, H. (2010). Tumores que comprometen la rinofaringe, nuestra experiencia. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 70(2), 159-164. <https://doi.org/10.4067/S0718-48162010000200011>

Asenjo, C. A., & Pinto, R. A. (2017). Características anátomo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(1), 7-19. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2017.01.002>

Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>

Benítez, R., Torre, L., Villca, N., Del Río, R., Pérez, R., Vázquez, J., Silva, M., Cid, S., & Gochicoa, L. (2016). Espirometría: Recomendaciones y procedimiento. *Neumología y cirugía de tórax*, 75(2), 173-190.

Betancourt, J., Peñaranda, E., Carvajal, A., Ávila, J., & Benavides, V. (2022). Condición clínica, capacidad funcional, ansiedad/depresión y calidad de vida en pacientes con Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con diferentes rangos de edad. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 38(1). <https://revmgi.sld.cu/index.php/mgi/article/view/1725/555>

Botero Mesa, S. B., & Restrepo, D. A. (2015). Conceptos esenciales de la EPOC, prevalencia e impacto en América Latina. *Medicina UPB*, 34(1), Article 1.

Brugueras, M., Díaz, G., & Díaz Martínez, A. (2008). El artículo de revisión. *Revista Cubana de Salud Pública*, 34(4). <https://doi.org/10.1590/S0864-34662008000400011>

Buitrón, F. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Roque* (p. 288). Gobierno Autónomo Parroquial de San Roque. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1060020100001\\_Diagnostico%20SR%202015-DEFINITIVO%20PARA%20SUBIR\\_15-05-2015\\_08-37-33.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1060020100001_Diagnostico%20SR%202015-DEFINITIVO%20PARA%20SUBIR_15-05-2015_08-37-33.pdf)

Carvajal, I., & Blanco, J. (2005). *Espirometría forzada. En: Aep ap ed. Curso de Actualización Pediatría 2005*. (Curso de Actualización Pediatría 2005). Exlibris Ediciones.

Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J. R., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), 527-538. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(03\)70728-8](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(03)70728-8)

Che, J. L., Díaz, P., & Cortés, A. (2014). Manejo integral del paciente con traqueostomía. *Neumología y cirugía de tórax*, 73(4), 254-262.

Chérrez, I., Gochicoa, L., Salles, A., & Mautong, H. (2020). Seguimiento de los pacientes después de neumonía por COVID-19. Secuelas pulmonares. *Revista alergia México*, 67(4), 350-369. <https://doi.org/10.29262/ram.v67i4.847>

Consejo de dirección de GOLD. (2021). *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Guía de bolsillo para el diagnóstico, manejo y prevención de la Enfermedad pulmonar obstructiva crónica*. Macquarie University. [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2022/01/GuiasGOLD2022\\_XXXXXv2\\_ES-Pocket.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2022/01/GuiasGOLD2022_XXXXXv2_ES-Pocket.pdf)





Gaviria, A., Correa, L., Dávila, C., Burgos, G., & Osorio, E. (2016). *Uso e interpretación de la espirometría.*

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/anexo-educativo-uso-espirometria.pdf>

González, A., & Achiardi, Ó. (2016). Relación entre capacidad aeróbica y variables antropométricas en mujeres jóvenes físicamente inactivas de la ciudad de Concepción, Chile. *Revista chilena de nutrición*, 43(1), 18-23. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000100003>

Gutiérrez, M., Beroiza, T., Borzone, G., Caviedes, I., Céspedes, J., Oyarzún, M., Palacios, S., Cartagena, C., Corrales, R., Álvarez, C., & Schonffeldt, P. (2018). Espirometría: Manual de procedimientos. SerChile. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 34(3), 171-188. <https://doi.org/10.4067/s0717-73482018000300171>

Gutiérrez Muñoz, F. R. (2010). Insuficiencia respiratoria aguda. *Acta Médica Peruana*, 27(4), 286-297.

Guyton, A., & Hall, J. E. (2011). Respiración. En *Tratado de Fisiología Médica* (12<sup>a</sup> Edición). Elsevier. <http://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros10/libro125.pdf>

Hammer, G. D., & McPhee, S. J. (2015). *Fisiopatología de la enfermedad* (8 edición). McGraw-Hill Interamericana. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2755&sectionid=230168006>

Haro, M., Rubio, M., & Vilaplana, M. (2002). Enfermedades del diafragma. *Medicina Integral*, 39(2), 72-84.

Heidari, S., Babor, T., De Castro, P., Tort, S., & Curno, M. (2019). Equidad según sexo y de género en la investigación: Justificación de las guías Sager y recomendaciones para su uso. *Gaceta Sanitaria*, 33, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2018.04.003>

Junemann, A., & Legarreta, G. (2007). Inhalación de humo de leña: Una causa relevante pero poco reconocida de Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. *Revista Argentina de Medicina Respiratoria*, 2, 51-57.

Junquera, M. (2013, abril 19). *¿Qué son los Volúmenes pulmonares?* FisiOnline todo sobre fisioterapia. <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/que-son-los-volumenes-pulmonares>

Lopera Echavarría, J. D., Ramírez Gómez, C. A., Zuluaga Aristazábal, M. U., & Ortiz Vanegas, J. (2010). El método analítico cómo método natural. *Nómadas*, 25(1).

López, A., Villa, J. R., Gimeno, A., González, M. I., Romero, F., & Almería, E. (2009). Prueba de broncodilatación: ¿9% sobre el valor teórico o 12% sobre el valor basal es lo mismo? *Anales de Pediatría*, 70(5), 413-417. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2009.01.014>

Lopez, M., Mongilardi, N., & Checkley, W. (2014). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica por exposición al humo de biomasa. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 31(1), 94-99.

Lotero, L., & Parra, J. (2020). *Test de marcha estacionaria de 2 minutos – Scoping Review de estudios latinoamericanos* [Programa De Especialización En Fisioterapia Cardiopulmonar, Universidad Del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/18285/5682-L882.pdf?sequence=1>

Lugmaña, G., & Yunga, J. (2013). *Anuario de Estadísticas Hospitalarias: Egresos y Camas*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/Camas\\_Egresos\\_Hospitalarios/Publicaciones-Cam\\_Egre\\_Host/Anuario\\_Camas\\_Egresos\\_Hospitalarios\\_2013.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Camas_Egresos_Hospitalarios/Publicaciones-Cam_Egre_Host/Anuario_Camas_Egresos_Hospitalarios_2013.pdf)

Martínez L, E. (1985). La capacidad aeróbica. *Educación Física y Deporte*, 7(1-2), 71-77.

Melgarejo, I. G. (2009). Tabaco y leña, factores de riesgo en la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica 2005-2007. *Biofarbo*, 17(1), 59.

Melgarejo Pomar, I. G., Balanza-Erquicia, E., Gómez-Mendivil, J. S., Torrez-Colmena, L., & Riveros Gonzales, L. (2021). Caracterización de la función cardiorrespiratoria y su relación con el estrés oxidativo en mujeres expuestas al humo de leña residentes de gran altura (3850 m s. N. M.). *Horizonte Médico (Lima)*, 21(3). <https://doi.org/10.24265/horizmed.2021.v21n3.06>

Mohammed, S., Mohammed, H., Sakhamuri, S., Bhowmik, A., & Seemungal, T. (2018). Estudio Descriptivo de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica en Clínicas de Atención Terciaria de una Isla del Caribe. *West Indian Med. j*, 67(4), 304-311.

Montes de Oca, M., Zabert, G., Moreno, D., Laucho-Contreras, M. E., López Varela, M. V. L., & Surmont, F. (2017). Humo, exposición a biomasa y riesgo de EPOC en el entorno de atención primaria: El estudio Puma. *Respiratory Care*, 62(8). <https://doi.org/10.4187/respcare.05440>

Neill, D., & Cortez, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica* (1ra Edición). Utmach. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiagcionCientifica.pdf>

Noriega Aguirre, L. I., Méndez, J., & Trujillo, A. (2021). Prevalencia y características de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en la República de Panamá. *Neumología y cirugía de tórax*, 80(3), 173-178. <https://doi.org/10.35366/102477>

Olloquequi, J., Jaime J., S., Parra R., V., Muñoz V., C., Muñoz G., A., Lastra F., F., Vergara E., C., Lara L., C., Caviedes O., C., Czischke L., K., García N., P., Cornejo C., E., & Silva O., R. (2017). Caracterización general de los pacientes con EPOC de la Región del Maule: Resultados preliminares del estudio Maul Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 33(4), 284-292. <https://doi.org/10.4067/S0717-73482017000400284>

Ovalle, I., Ocaña, R., & Torre, L. (2015). Humo de biomasa, inmunidad innata y Mycobacterium tuberculosis. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax*, 74(2), 118-126.

Palacios Ramírez, A., Flores Ramírez, R., Pérez Vázquez, F. J., Rodríguez Aguilar, M., Schilmann, A., Riojas Rodríguez, H., Brussel, E. V., & Díaz Barriga, F. (2018). Evaluación de la exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos y partículas en suspensión (PM<sub>2,5</sub>) por quema de biomasa en una zona indígena del Estado de San Luis Potosí, México. *Revista de Salud Ambiental*, 18(1), Article 1.

Pérez, E., & Fernández, A. (2011). Aparato respiratorio. Procedimientos relacionados. En *Auxiliar de enfermería- Técnicas básicas de enfermería—Grado medio* (Tercera edición, pp.



Redacción. (2021, agosto 31). Capacidad pulmonar: Qué es y cómo aumentarla. *Actualidad Sanitaria*. <https://actualidadsanitaria.com/vida-saludable/capacidad-pulmonar-que-es-y-como-aumentarla/>

Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*, 82, 179-200. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>

Rodríguez Ávila, N. (2018). Envejecimiento: Edad, Salud y Sociedad. *Horizonte sanitario*, 17(2), 87-88.

Rodríguez, J., Etcheverry, M., & Stipech, G. (2014). Anatomía de la faringe. *Revista Faso*, 2, 15-20.

Romero, A. (2010). *Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles*. 104(2), 331-345.

Romero, G., González, J., Rodríguez, C., Timiraos, R., Molina, A., Galego, I., García, R., González, G., & Pérez, R. (2013). Las 4 reglas de la espirometría. *Cadernos de atención primaria*, 20(7), 7-50.

Ross, M., & Pawlina, W. (2015). Aparato Respiratorio. En *Histología Texto y Atlas* (1st Edition). Lippincott Williams & Wilkins. <https://ovides.ovidds.com/api/redirect/indexfile?uri=tdnet-docstore%3A%2F%2Fovidespanol%2F9788416004966.pdf>

Salabert Tortoló, I., Alfonso Príncipe, J. C., Alfonso Guerra, D., Alfonso Salabert, I., Toledo Martínez, T. E., Celestrin Montoro, M., Salabert Tortoló, I., Alfonso Príncipe, J. C., Alfonso Guerra, D., Alfonso Salabert, I., Toledo Martínez, T. E., & Celestrin Montoro, M.

(2019). La enfermedad pulmonar obstructiva crónica es un problema de salud. *Revista Médica Electrónica*, 41(6), 1471-1486.

Salazar, Y. (2014, noviembre 29). *Anatomía Fisiología Aparato Respiratorio*. <https://issuu.com/yolisalazargranizo/docs/anatomahumana-140320062816-phpapp01>

Saldías, F., Méndez, I., Ramírez, D., & Díaz, O. (2007). El riesgo de infecciones respiratorias en el fumador activo y pasivo. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 23(3), 179-187. <https://doi.org/10.4067/S0717-73482007000300005>

Sánchez, B., & Salas, J. (2009). Determinación del consumo máximo de oxígeno del futbolista Costarricense en la primera división pretemporada 2008. *Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 6(2), 15-20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3434631>

Sánchez, T., & Concha, I. (2018). Estructura y funciones del sistema respiratorio. *Neumología Pediátrica*, 13(3), 101-106.

Shifren, A., Byers, D., & Witt, C. (2018). Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. En *Manual Washington® de especialidades clínicas: Neumología* (2nd Edition). Lippincott Williams & Wilkins. <https://ovid.es/ovidts.com/api/redirect/indexfile?uri=tdnet-docstore%3A%2F%2Fovidspanol%2F9788416781706.pdf>

Soriano, J., Alfageme, I., Miravittles, M., De Lucas, P., Soler, J., García, F., Casanova, C., Rodríguez, J., Cosío, B. G., Sánchez, G., & Ancochea, J. (2021). Prevalencia y determinantes de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica en España: Episcan II. *Archivos de Bronconeumología*, 57(1), 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.07.024>



Valero, G., Ortega, F., Mata, S., Cortés, A., Molero, P., & Cuberos, R. (2018). Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática. *Retos*, 34, 395-402. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.58278>

Vásquez, J. (2015). *Incidencia del humo del tabaco y de la leña en el padecimiento de enfermedades respiratorias crónicas en pacientes mayores de 40 años residentes en el cantón El Resbaladero, Coatepeque, Santa Ana*.  
<http://repositoriounicaes.catolica.edu.sv/handle/123456789/106>

Vignote, S. (2016). *La biomasa: Importancia, tipos y características y formas de preparación*.  
[https://www.researchgate.net/publication/311171316\\_La\\_biomasa\\_Importancia\\_tipos\\_y\\_caracteristicas\\_y\\_formas\\_de\\_preparacion](https://www.researchgate.net/publication/311171316_La_biomasa_Importancia_tipos_y_caracteristicas_y_formas_de_preparacion)

West, J., & Luks, A. (2016). *West Fisiología Respiratoria: Fundamentos* (10th Edition). Lippincott Williams & Wilkins. <https://ovides.ovidds.com/api/redirect/indexfile?uri=tdnet-docstore%3A%2F%2Fovidespanol%2F9788416654000.pdf>

Willis, L. (2018). Aparato Respiratorio. En *Colección Lippincott Enfermería un enfoque práctico y conciso: Anatomía y fisiología* (5th edición). Lippincott Williams & Wilkins. <https://ovides.ovidds.com/api/redirect/indexfile?uri=tdnet-docstore%3A%2F%2Fovidespanol%2F9788417033477.pdf>

Woodruff, D. (2016). Aparato Respiratorio. En *Enfermería Fácil. Enfermería del paciente en estado crítico* (4th edición). Lippincott Williams & Wilkins. <https://ovides.ovidds.com/api/redirect/indexfile?uri=tdnet-docstore%3A%2F%2Fovidespanol%2F9788416353804.pdf>

Zhu, B., Wang, Y., Ming, J., Chen, W., & Zhang, L. (2018). Carga de enfermedad de la Enfermedad pulmonar obstructiva crónica en China: Una revisión sistemática. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *Volume 13*, 1353-1364. <https://doi.org/10.2147/COPD.S161555>

## Anexos

## Anexo 1. Aprobación de anteproyecto



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 173-SE-33-CACES 2020  
 26 de octubre del 2020  
 Ibarra-Ecuador

## Resolución Nro. 0467-HCD-FCCSS-2022

El Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica del Norte, en sesión ordinaria realizada el 10 de noviembre de 2022, considerando;

Que el Art. 226 de la Constitución de la República del Ecuador establece: "Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución".

Que el Art. 350 de la Constitución indica: "El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo".

Que el Art. 355 de la Carta Magna señala: "El Estado reconocerá a las universidades y escuelas politécnicas autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica, acorde con los objetivos del régimen de desarrollo y los principios establecidos en la Constitución (...)".

Que, el Art. 17 de la LOES, señala: "El Estado reconoce a las universidades y escuelas politécnicas autonomía académica, administrativa financiera y orgánica, acorde a los principios establecidos en la Constitución de la República (...)".

Que, mediante oficio 1749-D-FCS-UTN, con fecha 09 de noviembre de 2022, suscrito por el Dr. Widmark Báez Morales, Decano de la Facultad Ciencias de la Salud, dirigido a los Miembros del Honorable Consejo Directivo FCS, señala: "Para que se trate y se apruebe en el H. Consejo Directivo de la Facultad, adjunto Oficio 460-SD-FCS-UTN, suscrito por la MSc. Rocio Castillo, Subdecana de la Facultad, sugiere aprobar los anteproyectos de tesis de los estudiantes de la Carrera de Fisioterapia; luego que se han incorporado las correcciones:

ESTUDIANTE	TEMA	TUTOR/DIRECTOR
Salomé Janeth Miranda Cazar	"ACTUACIÓN FISIOTERAPEUTICA EN PACIENTE ONCOLÓGICO PULMONAR, CON ENFERMEDAD CEREBRO VASCULAR ISQUÉMICA, IBARRA 2022-2023".	MSc. Katherine Esparza
Jaramillo Puente Mauricio Sebastián	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes
Apugllon Yapud Michael Alejandro	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE TULCÁN, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes
Burbano Arrango Joselyn Estefanía	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE IBARRA, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes

11/Nov/2022  
 Kish

Con estas consideraciones, el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud, en uso de las atribuciones conferidas por el Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica del Norte, Art. 44 literal n) referente a las funciones y atribuciones del Honorable Consejo Directivo de la Unidad Académica "Resolver todo lo atinente a matrículas, exámenes, calificaciones, grados, títulos"; Art. 66 literal k) Los demás que le confiera el presente Estatuto y reglamentación respectiva. **RESUELVE:**

1. Aprobar los trabajos de integración curricular de los estudiantes de la carrera de Fisioterapia; y, designar a los docentes a cumplir como director, de acuerdo al siguiente detalle:

ESTUDIANTE	TEMA	TUTOR/DIRECTOR
Salomé Janeth Miranda Cazar	"ACTUACION FISIOTERAPEUTICA EN PACIENTE ONCOLOGICO PULMONAR, CON ENFERMEDAD CEREBRO VASCULAR ISQUÉMICA, IBARRA 2022-2023".	MSc. Katherine Esparza
Jaramillo Puente Mauricio Sebastián	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes
Apugllon Yapud Michael Alejandro	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE TULCAN, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes
Burbano Anrango Joselyn Estefania	"ENTRENAMIENTO DE CORE Y CONTROL MOTOR EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR CRÓNICO, EN LA CIUDAD DE IBARRA, 2022 - 2023".	MSc. Ronnie Paredes
Vásquez Tinajero Milene Jimabel	"ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE FUTBOL, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023".	MSc. Verónica Potosi
Suárez Bravo Anahi Mikaela	"ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE BALONCESTO, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023".	MSc. Verónica Potosi
Guerra Cobagango Grace Carolina	"ANÁLISIS LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE CICLISMO DE RUTA, PROVINCIA DE IMBABURA, 2022 - 2023".	MSc. Verónica Potosi
Durango Sánchez Ximena Fernanda	"ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE ATLETISMO, PROVINCIA DE IMBABURA, 2022-2023".	MSc. Verónica Potosi
Vera Valencia Ingrid Lizbeth	"ANÁLISIS DE LA FUERZA DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL CICLO MENSTRUAL, EN LA DISCIPLINA DE TAEKWONDO, PROVINCIA DE IMBABURA 2022-2023".	MSc. Verónica Potosi
Paillacho Karen Lisbeth	"CAPACIDAD AEROBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023".	MSc. Cristian Torres

## Anexo 2. Consentimiento informado



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13  
Ibarra – Ecuador  
CARRERA DE FISIOTERAPIA

### [CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

**TEMA:** "CAPACIDAD AÉROBICA Y PULMONAR EN PERSONAS EXPUESTAS A HUMO DE BIOMASA, EN LA PARROQUIA DE SAN ROQUE, ANTONIO ANTE 2022-2023".

#### DETALLE DE PROCEDIMIENTOS:

El estudiante de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica del Norte, realizará evaluaciones mediante el uso de 3 instrumentos, con el fin de recolectar datos generales de la población, exposición a humo de biomasa de origen vegetal, capacidad aeróbica y capacidad pulmonar.

**PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:** La participación en este estudio es de carácter voluntario y el otorgamiento del consentimiento no tiene ningún tipo de repercusión legal, ni obligatoria a futuro, sin embargo, su participación es clave durante todo el proceso investigativo.

**CONFIDENCIALIDAD:** Es posible que los datos recopilados en el presente proyecto de investigación sean utilizados en estudios posteriores que se beneficien del registro de los datos obtenidos. Si así fuera, se mantendrá su identidad personal estrictamente secreta. Se registrarán evidencias digitales como fotografías acerca de la recolección de información, en ningún caso se podrá observar su rostro.

**BENEFICIOS DEL ESTUDIO:** Como participante de la investigación, usted contribuirá con la formación académica de los estudiantes y a la generación de conocimientos acerca del tema, que servirán en futuras investigaciones para mejorar la calidad de vida de quienes padecen de la disminución de la capacidad aeróbica y pulmonar por la exposición del humo de biomasa.

#### MISIÓN INSTITUCIONAL

*"Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales comprometidos con el cambio social y con la preservación del medio ambiente".*

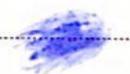
**RESPONSABLE DE ESTA INVESTIGACIÓN:** Lic. Cristian Torres A MSc.

(+593) 0960747156. estorresa@utn.edu.ec

#### DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE

El Sr/a... Jorgina Enrique Cainta..., he sido informado/a de las finalidades y las implicaciones de las actividades y he podido hacer las preguntas que he considerado oportunas.

En prueba de conformidad firmo este documento.

Firma: .....  ....., el 10 de 11 del 2022...

**Anexo 3. Oficio dirigido al presidente del GAD parroquial San Roque**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
DECANATO  
Ibarra- Ecuador

Ibarra, 15 de diciembre de 2022  
OF. 1996-D-FCS-UTN

Señor  
Vinicio Sanchez  
**PRESIDENTE DEL GAD PARROQUIAL SAN ROQUE**  
Presente. -

De mi consideración:

Reciba un afectuoso y cordial saludo de la Facultad de Ciencias de la Salud, a la vez que deseo éxito en su función.

Por la presente me permito solicitar comedidamente, autorice el ingreso a la señorita estudiante de la Carrera de Fisioterapia, PAILLACHO PAILLACHO KAREN LISBETH, para realizar la evaluación de capacidad aeróbica y pulmonar para el desarrollo del proyecto de tesis: "Capacidad aeróbica y pulmonar en personas expuestas a humo de biomasa en la parroquia San Roque, Antonio Ante 2022 - 2023", como requisito previo a la obtención del título de Licenciada en Fisioterapia.

La información que se solicita será eminentemente con fines académicos y de investigación por lo que se mantendrá los principios de confidencialidad y anonimato en el manejo de la información.

Atentamente,  
CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Mg. Widmark Báez MD  
DECANO FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE  
Correo: [decanatosalud@utn.edu.ec](mailto:decanatosalud@utn.edu.ec)



## Anexo 4. Oficio de aceptación de la parroquia San Roque



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE SAN ROQUE  
OF.ENV.414-GADPRSR-2022  
San Roque, 15 de diciembre del 2022

Magister  
Widmark Báez  
**DECANO FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**  
Presente

De mi consideración:

El Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Roque, le hace llegar un cordial y atento saludo con el deseo de éxitos en sus labores diarias.

Mediante OF. 1996-D-FCS-UTN con fecha 15 de diciembre del 2022, me permito informar que la señorita PAILLACHO PAILLACHO KAREN LISBETH estudiante del 8vo nivel de la Carrera de Fisioterapia fue aceptada en nuestra institución para que cumpla con el Trabajo de Titulación.

Por la gentil atención, suscribo el presente anticipando mis agradecimientos.

Atentamente,



Sr. Héctor Vinicio Sánchez Aguirre  
**PRESIDENTE DEL GADPR SAN ROQUE**

MTL.

Dirección: Modesto Larrea y Autovía LOS LAGOS  
Email: [juntasanmarque@gmail.com](mailto:juntasanmarque@gmail.com) / [www.gadsanmarque.gob.ec](http://www.gadsanmarque.gob.ec)  
Telf. 06-2900261  
RUC: 1060020100001  
Gad Parroquial Rural San Roque  
SAN ROQUE - ANTONIO ANTE - IMBABURA



## Anexo 5. Ficha de datos generales



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

Ibarra – Ecuador

CARRERA DE FISIOTERAPIA

## FICHA DE DATOS GENERALES

Encuesta dirigida a habitantes de la Parroquia San Roque, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura para determinar caracterizar a los sujetos de estudio.

## Instrucciones:

Estimado Sr/a responda las preguntas detenidamente y con toda confianza o en su defecto coloque la información verídica de acuerdo a lo solicitado donde corresponda. Su participación en la realización de este cuestionario es de suma importancia para el estudio, por lo que sus respuestas se manejarán bajo una completa y estricta confidencialidad. Por todo eso le pedimos su colaboración y le damos gracias por adelantado.

## Datos generales

Fecha: Día 10 / Mes 11 / Año 20 12

Paciente: \_\_\_\_\_

Edad: 69 años

Sexo: Masculino  Femenino  Otros

¿Está expuesto a inhalación de humo de leña?: Si  No

De haber contestado sí en la pregunta anterior:

¿Cuántos años lleva expuesto al humo de leña? 60 años

Alguna vez ha presentado hábitos de tabaquismo: Si  No

De haber contestado sí en la pregunta anterior:

¿Cuántos años mantiene el consumo de tabaco? .....

Fuma actualmente cigarrillo: Si  No

Indique: ¿Sí es el caso, qué tipo de fumador es usted?

Activo:  Pasivo:  Ninguna:

Peso (Kg): 53,5 Kg Talla (m): 1,55 m

IMC (Kg/m<sup>2</sup>): 22,2 Kg m<sup>2</sup>

MISIÓN INSTITUCIONAL  
"Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país.  
Formar profesionales comprometidos con el cambio social y con la preservación del medio ambiente".



## Anexo 7. Cuestionario de evaluación test de marcha estacionaria de 2 min



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCION Nro. 001 - 073 - CEACES - 2013 - 13  
 Ibarra - Ecuador  
 CARRERA DE FISIOTERAPIA

INTERPRETACION DE RESULTADOS - TEST DE MARCHA ESTACIONARIA  
 DE 2 MINUTOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS-TEST DE MARCHA ESTACIONARIA DE 2 MINUTOS						
Fecha	DD	MM	AAAA	Número de paciente		
	09	02	2022	29		
Datos Iniciales			Datos Finales			
Frecuencia cardiaca (Lpm)	Spo2 (%)	Frecuencia respiratoria	Frecuencia cardiaca (Lpm)	Spo2 (%)	Frecuencia respiratoria	Tensión arterial (mmHg)
77 lpm	92%	20	88	95%	34	124/85
Percepción del esfuerzo (Borg)	0	Tensión arterial (mmHg)	122/82	Percepción del esfuerzo (Borg)	8	Número de pasos
						75

## Razón suspensión de prueba

1	Cansancio en las piernas
2	Dolor en las piernas
3	Calambres

## Anexo 8. Abstract

### “AEROBIC AND LUNG CAPACITY IN PEOPLE EXPOSED TO BIOMASS SMOKE, IN SAN ROQUE PARISH -ANTONIO ANTE CANTON, 2022-2023”

#### Abstract

Aerobic capacity is the maximum capacity to transport and use oxygen, which is why it is related to lung capacity, which is the sum of the volumes of air that the lungs can contain and that can be affected by chronic exposure to secondhand smoke. firewood "biomass". The objective of this research was to evaluate the aerobic and lung capacity in people exposed to biomass smoke, in the San Roque parish. The research is non-experimental, cross-sectional, descriptive, quantitative and field design. The data was collected through a general data sheet, spirometry and a 2-minute stationary walk test, in a sample of 30 people over 65 years of age exposed to biomass smoke. The results showed that the average age was 74 years, with a predominance of females, most of them were overweight and have been exposed to biomass smoke for 60 to 70 years. In the aerobic capacity it was obtained that a large part of both the female and male sex are in the risk zone. Finally, lung capacity showed that the obstructive spirometric pattern predominated in the female sex, with a moderate level of severity, while in the male sex the values reflected similarity in terms of the normal and obstructive spirometric pattern with a mild and moderate level of severity.

**Keywords:** aerobic capacity, lung capacity, smoke, exposure, biomass, spirometry.

LUIS ALFONSO PASPUEZAN SOTO  
Firmado digitalmente  
por LUIS ALFONSO  
PASPUEZAN SOTO  
Fecha: 2023.04.24  
11:53:10 -0500

Reviewed by:

## Anexo 9. Análisis Turnitin

 <span style="float: right;">Identificación de reporte de similitud: oid:21463:217562870</span>	
NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
<b>Tesis Karen Paillacho.docx</b>	<b>Karen Paillacho</b>
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
<b>17771 Words</b>	<b>99117 Characters</b>
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
<b>94 Pages</b>	<b>5.9MB</b>
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
<b>Mar 24, 2023 11:20 AM GMT-5</b>	<b>Mar 24, 2023 11:21 AM GMT-5</b>
<p>● <b>8% de similitud general</b>            El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8% Base de datos de Internet</li> <li>• Base de datos de Crossref</li> <li>• 5% Base de datos de trabajos entregados</li> <li>• 2% Base de datos de publicaciones</li> <li>• Base de datos de contenido publicado de Cross</li> </ul>	
<p>● <b>Excluir del Reporte de Similitud</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material bibliográfico</li> <li>• Material citado</li> <li>• Bloques de texto excluidos manualmente</li> <li>• Material citado</li> <li>• Coincidencia baja (menos de 8 palabras)</li> </ul>	
	
<p>Lic. Cristian Torres A MSc.  <b>DIRECTOR</b></p>	

## Anexo 10. Evidencia fotográfica

### Ilustración 1.

*Recolección de ficha de datos generales.*



### Ilustración 2.

*Ficha de datos generales: toma de peso y talla a paciente incluido en la investigación.*



**Ilustración 3.**

*Evaluación de espirometría a paciente expuesto al humo de biomasa*

**Ilustración 3.**

*Aplicación de prueba de marcha estacionaria de 2 minutos*

