



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
**Facultad de Enfermería**  
**Licenciatura en Fisioterapia**

**Relación del análisis de superficie de apoyo y distribución de la carga  
con el equilibrio en personas mayores**

Que como parte de los requisitos para obtener el Título de  
Licenciada en Fisioterapia

Presenta

Dulce Yoana Torres Herrera

Dirigido por:

M.I.M Verónica Hernández Valle

Co-Director:

MCRMH. Mayra Patricia González Hernández

Querétaro, Qro. a 6 de mayo 2025

La presente obra está bajo la licencia:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

### Usted es libre de:

**Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

### Bajo los siguientes términos:



**Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



**NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



**SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

**No hay restricciones adicionales** — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

### Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

***Aquí es donde agregarás el oficio entregado por la presidenta de Titulación.***

### **Oficio de votos aprobatorios**

Santiago de Querétaro, Patrimonio de la Humanidad

**Fecha**

#### **H. CONSEJO ACADÉMICO**

**De la Facultad de Enfermería de la U. A. Q.**

**P r e s e n t e:**

Por este conducto, nos permitimos aprobar el trabajo \_\_\_\_\_ (*título*) \_\_\_\_\_ elaborado por la (el) C. \_\_\_\_\_ nombre del (de la) alumno (o) \_\_\_\_\_, Pasante de la licenciatura de \_\_\_\_\_, que reúne los requisitos de un trabajo de \_\_\_\_\_ (*indicar tipo de trabajo*) \_\_\_\_\_ como modalidad de Titulación.

Sin más por el momento, se extiende el presente dictamen para los fines que el comité considere pertinente.

**Atentamente**

**“Educo en la Verdad y en el Honor”**

<b>Nombre y firma del director de tesis</b>	<b>Nombre y firma del codirector</b>	<b>Nombre y firma del vocal</b>
<b>Nombre y firma del suplente</b>		<b>Nombre y firma del suplente</b>

## Resumen

**Introducción:** La vejez inicia a los 60 años y conlleva un deterioro físico que afecta el equilibrio y la marcha. El pie es clave para mantener la estabilidad, pero con la edad surgen problemas que aumentan el riesgo de caídas; estas pueden deberse a factores internos o externos, para evaluarlos, se utilizan herramientas como la Escala de Tinetti para evaluar el equilibrio y el Baropodómetro para realizar un análisis de la distribución de cargas y la pisada.

**Objetivo:** Identificar la relación del análisis de superficie de apoyo y distribución de la carga con el equilibrio en personas mayores. **Material y métodos:** este es un estudio no experimental, transversal descriptivo, en el que se recogieron los valores en un único momento de 80 usuarios inscritos al sistema DIF Casa del Adulto Mayor Nānxu, al aplicarse los criterios de eliminación se sometieron a estadística 72 adultos mayores, cada uno de ellos leyó y firmó un consentimiento informado en el que se explicó todo el proceso de la aplicación de la investigación. Se realizó la prueba de Tinetti que evalúa el equilibrio, así como la prueba estática con baropodómetro; para el análisis se realizó estadística descriptiva con frecuencias absolutas y relativas, promedios, desviación estándar, porcentajes y gráficas. **Resultados:** el 95% de los participantes presentan superficies de apoyo no equilibrados, el 65% de ellos presentan mayor apoyo en la extremidad dominante, el 56% de los participantes presentan hipercarga hacia alguno de los miembros inferiores. El 71% de los participantes presentan riesgo medio de caídas y el 15% presentan alto riesgo de caídas. Se realizó la prueba Chi cuadrada para las variables de Tinetti y distribución de carga, encontrándose una  $p > 0.05$ , al igual que para superficie de apoyo y Tinetti ( $p > 0.05$ ) por lo que no existe significancia estadística. **Conclusiones:** no hay relación entre la distribución de cargas, la superficie de apoyo y el equilibrio valorado con la escala de Tinetti en personas mayores, es necesario complementar esta investigación con otras pruebas dinámicas, la prueba estática de baropodometría, por sí sola, no es suficiente para realizar una evaluación del riesgo de caídas.

**Palabras clave:** superficie de apoyo, distribución de cargas, personas mayores, equilibrio, pisada.

## Summary

**Introduction:** Old age begins at 60 years of age and entails a physical deterioration that affects balance and gait. The foot is key to maintaining stability, but with age problems arise that increase the risk of falling; these can be due to internal or external factors, to evaluate them, tools such as the Tinetti Scale are used to evaluate balance and the Baropodometer to perform an analysis of the distribution of loads and footfall. **Objective:** To identify the relationship between the analysis of the bearing surface and load distribution and balance in older people. **Material and methods:** this is a non-experimental, cross-sectional descriptive study, in which the values were collected at a single time from 80 users enrolled in the DIF system Casa del Adulto Mayor Nānxu, when the elimination criteria were applied, 72 older adults were subjected to statistics, each of them reads and signed an informed consent in which the entire process of the application of the research was explained. The Tinetti test was performed, which evaluates balance, as well as the static test with a baropedometer; For the analysis, descriptive statistics were performed with absolute and relative frequencies, means, standard deviation, percentages and graphs. **Results:** 95% of the participants have unbalanced support surfaces, 65% of them have greater support in the dominant limb, 56% of the participants have hyperload towards one of the lower limbs. 71% of the participants have a medium risk of falls and 15% have a high risk of falls. The Chi-square test was performed for the Tinetti variables and load distribution, finding a  $p > 0.05$ , as well as for the support surface and Tinetti ( $p > 0.05$ ) so there is no statistical significance. **Conclusions:** there is no relationship between the distribution of loads, the support surface and the balance assessed with the Tinetti scale in older people, it is necessary to complement this research with other dynamic tests, the static baropodidometry test, by itself, is not sufficient to perform an assessment of the risk of falls.

**Key words:** support surface, load distribution, elderly people, balance, footprint.

## Dedicatorias

A mis padres, Cristóbal y Elena, que han creído en mí cuando yo misma he dudado, que me han impulsado y apoyado incondicionalmente desde siempre. Han hecho todo lo posible para que mis sueños sean una realidad, ofreciéndome lo mejor y brindándome todo lo necesario para alcanzar mis metas. Los amo con todo mi ser.

A mi esposo Javi por brindarme un espacio seguro y de paz en el que pueda desempeñarme, celebrando cada logro conmigo y abrazándome fuerte en momentos difíciles.

A mis hermanos que están incondicionalmente aún en la distancia, este trabajo también es de ustedes porque cada logro mío va acompañado de su amor y apoyo.

A Luna, mi fiel compañera que pasó a mi lado cada noche de desvelo, cada día de frustración y cada momento de gozo.

## Agradecimientos

Gracias a Dios por permitirme alcanzar cada uno de mis logros, que en su momento fueron objetivos.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, que contribuyó a formar la profesional que soy el día hoy, y a cada uno de los maestros que generosamente compartieron conmigo sus conocimientos.

Gracias al DIF Nānxu por abrirme sus puertas, y a cada usuario que, con paciencia, me permitió aprender de él.

Mi agradecimiento especial a la maestra Verónica Hernández, quien me acompañó de cerca en cada etapa de la investigación, y a la maestra Mayra por su apoyo invaluable para hacer de esta investigación una tesis.

# Índice

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	3
III.	Fundamentación teórica	5
3.1	Equilibrio en el adulto mayor	6
3.2	Pisada	6
IV.	Hipótesis	8
V.	Objetivos	9
5.1	Objetivo general	9
5.2	Objetivos específicos	9
VI.	Material y métodos	10
6.1	Tipo de investigación	10
6.2	Población o unidad de análisis	10
6.3	Muestra y tipo de muestra	10
6.3.1	Criterios de selección	10
6.3.2	Variables estudiadas	11
6.4	Técnicas e instrumentos	12
6.4.1	Escala de Tinetti	12
6.4.2	Baropodómetro	13
6.5	Procedimientos	14
6.5.1	Análisis estadístico	17
6.5.2	Consideraciones éticas	17
VII.	Resultados	18
VIII.	Discusión	24
IX.	Conclusiones	25
X.	Propuestas	26
XI.	Bibliografía	27
XII.	. Anexos	30



1. Hoja de recolección de datos	30
2. Instrumentos	31
3. Carta de consentimiento informado	34
4. Aprobación del sub-comité de investigación	35
5. Carta de aprobación del comité de bioética	36
6. Carta de solicitud a la institución para realizar la investigación	37
7. Resultados para los participantes	38
8. Evidencia de la investigación	40

## Índice de ilustraciones

Ilustración I Flujograma de la metodología del protocolo	15
Ilustración II Flujograma de la etapa 2 de investigación correspondiente a la aplicación del protocolo de investigación.	16

## Índice de gráficas

Gráfica 1 Representación de la población clasificada por genero	18
Gráfica 2 Superficie de apoyo de acuerdo al equilibrio	19
Gráfica 3 Representación de la superficie de apoyo de las personas evaluadas.	19
Gráfica 4 Representación de la distribución de cargas de las personas evaluadas.	20
Gráfica 5 Representación de la hipercarga del lado dominante o no	21
Gráfica 6 Resultados de la escala de Tinetti	22

## Índice de tablas

<i>Tabla 1 Valor de p 0.13 para la asociación entre superficie de apoyo y cargas entre miembros</i>	21
<i>Tabla 2 Valor de p 0.87 para la asociación de superficie de apoyo y Tinetti</i>	22
<i>Tabla 3 Valor de p 0.92 para la asociación de cargas y Tinetti.</i>	23

## Abreviaturas y siglas

PM: Persona Mayor

BFSSM: Baropodómetro Free Step Sensor Medica

ET: Escala de Tinetti

Cm<sup>2</sup>: Centímetros cuadrados

DC: Distribución de carga

SA: Superficie de apoyo

## I. Introducción

La vejez es la etapa de la vida que comienza a partir de los 60 años y es considerada además la última etapa de esta, formando parte del envejecimiento este es un proceso que inicia con la vida y finaliza al momento de la muerte (Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores, 2019). A medida que pasa el tiempo, el cuerpo humano se va deteriorando de manera molecular y celular, esto sucede a mayor velocidad cuando no se toman acciones para aplazar en medida de lo posible estos deterioros que pueden llevar a las personas a la discapacidad y pérdida de la autonomía.

El pie es una estructura fundamental para el equilibrio, debido a que es la superficie que se encuentra constantemente en contacto con el suelo y por lo tanto la encargada de enviar el cerebro la información acerca de lo que se está pisando, el tipo y características del terreno; esto gracias a la gran cantidad de receptores ubicados en la planta de los pies. Existen dos principales tipos de receptores sensoriales en los pies de adaptación lenta y rápida, la primera se encarga de las presiones constantes, mientras que las últimas son quienes perciben los cambios de intensidad. El equilibrio sufre un proceso de envejecimiento multisensorial en el que se encuentran alteraciones visuales, laberínticas, así como somestésicas (Murey, 2020).

Existen diversos factores de riesgo para caídas que se dividen por su naturaleza en intrínsecos y extrínsecos en los primeros son los factores internos de la persona, así como los medicamentos que consume, mientras que los factores externos como el calzado y el ambiente son factores extrínsecos. El mayor factor de riesgo de caídas en la actualidad es tener más de 65 años de edad, sin embargo, este no es el único factor entre ellos también encontramos las dificultades para caminar o mantener el equilibrio; el uso de calzado inadecuado, el consumo de algunos medicamentos e incluso la pérdida de la vista; las patologías del pie provoca que las personas presenten dolor y el apoyo sea inestable, esto se encuentran íntimamente relacionado con una mayor probabilidad de caerse, además de esto, existen bastantes enfermedades comunes en las personas mayores que predisponen a trastornos del equilibrio como lo son: déficit sensoriales múltiples, enfermedad de Parkinson, ictus, arritmias, hipotensión ortostática, enfermedades que producen debilidad muscular y cuadros psiquiátricos depresivos y ansiosos. Las caídas de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2021) se definen como sucesos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo en el suelo o en otra superficie firme que lo detenga, siendo esta una causa

de muerte para las personas adultas mayores. Para el 2021 la OMS declaró que de manera anual se producen 684 000 caídas mortales, por lo que este problema es la segunda causa mundial de defunción por traumatismos involuntarios.

La Escala de Tinetti (ET) permite la valoración geriátrica concentrada en lo que el individuo puede o no realizar a pesar de tener alteraciones en algún componente de movilidad, esta prueba se divide en dos partes en la primera se evalúa la marcha mediante la observación de distintos parámetros mientras la persona se desplaza como normalmente lo hace, mientras que en la segunda el equilibrio basado en las acciones que puede o no realizar la persona en relación al momento inmediato en el que se pone de pie, como se sienta y si es capaz de girar de manera continua sobre su mismo eje.

El Baropodómetro Free Step Sensor Medica (BFSSM) es una plataforma electrónica que permite el análisis en tiempo real de la pisada de la persona que se evalúa por medio de la superficie de apoyo y distribución de la carga por medio de sensores de la base, que de manera inmediata se transmiten al software y permiten obtener datos precisos sobre los parámetros antes mencionados, así como la interpretación de los mismos basados en la normatividad. A la fecha de esta investigación, se han realizado muy pocos estudios con esta plataforma en PM, en su mayoría las investigaciones que analizan la carga y la superficie de apoyo (SA) son realizados con tinta, plasmando la huella plantar, lo que no permite tener valores precisos sobre la distribución de la carga (DC).

La ET y el BFSSM son herramientas que pueden utilizarse en conjunto con la finalidad de tener una evaluación más integral de la movilidad en pacientes geriátricos. Mientras la ET se enfoca en valorar de forma funcional el equilibrio y la marcha, el BFSSM proporciona un análisis más preciso y objetivo de la pisada, en el que es posible obtener un resultado detallado acerca de la superficie de apoyo de ambos miembros inferiores, así como la distribución de la carga que es transmitida al software en tiempo real

## II. Antecedentes

Las PM suelen caerse debido a distintos factores entre los que destacan los trastornos de la marcha, el que las personas arrastran los pies mientras se trasladan, así como los cambios de presión ortostática; comúnmente la pérdida del equilibrio provoca la caída desde su propia altura. Las PM caen con mayor frecuencia dentro de su casa, en donde de acuerdo con Pérez, et al. (2020) el lugar con mayor incidencia es el baño, habitación y la cocina, la relación entre esto y las caídas es que son los lugares donde la PM realiza más actividades o pasa más tiempo. Las caídas son la segunda causa de muerte por lesiones no intencionadas, debido al envejecimiento se producen distintos cambios fisiológicos, que aumentan la probabilidad de caídas y a consecuencia de esta pérdida de la funcionalidad (Silva, et al. 2019). En el estudio realizado por Silva Fhon, Partezani-Rodrigues, Miyamura, & Fuentes-Neira en el 2019, se obtuvo como resultado que la prevalencia de caídas en la población general es de 24%, de los cuales el 34.1% cayó de la propia altura, 6.8% estaban bajo los efectos del alcohol y 54.5% de medicamentos. Estos porcentajes aumentan un 25% entre los 65 y 70 años. Las caídas son causa de discapacidad y aproximadamente el 30% de PM de 65 años sufren al menos una caída por año, una vez que esto pasa es muy probable que la persona vuelva a caerse, la prevención de caídas además de reducir un gasto médico mejora la calidad de vida de las personas (Santamaría et. al, 2019), la mayoría de las personas suelen caerse en lugares cerrados, además, sin relacionarse de manera específica con algún momento del día al que se le pueda atribuir la razón de la caída.

En España en el 2022 se realizó un estudio descriptivo observacional de casos y controles en el que se analizó la estabilidad con baropodómetro, asociada a la altura en los adultos mayores y su relación con las caídas, concluyendo que las principales razones anatómicas por las que se cae una PM son ante la presencia de Hallux Abductus Valgus, dedos en garra además de la postura del pie (Sánchez, 2022).

El desarrollo de este protocolo se realiza en el Centro del Adulto Mayor Nānxu, en el que asisten residentes de Querétaro mayores de 60 años únicamente, y sin límite de edad siempre que las personas puedan llegar por sus propios medios, en dicho centro se cuenta con un área destinada para fisioterapia; la Licenciatura en Fisioterapia de la Universidad Autónoma de Querétaro es quien brinda este servicio por medio de practicantes y pasantes de

servicio social, en dicha Licenciatura se cuenta con un equipo de BFSSM disponible para la comunidad estudiantil así como con el software correspondiente para la interpretación de resultados.

### III. Fundamentación teórica

En todo el mundo, las personas viven más tiempo que antes. Hoy la mayor parte de la población tiene una esperanza de vida superior a los 60 años. Todos los países del mundo están experimentando un incremento tanto de la cantidad como de la proporción de personas mayores en la población. En 2030, una de cada seis personas en el mundo tendrá 60 años o más. En ese momento, el grupo de población de 60 años o más habrá subido de 1000 millones en 2020 a 1400 millones. En 2050, la población mundial de personas de 60 años o más se habrá duplicado (2100 millones). Se prevé que el número de personas de 80 años o más se triplique entre 2020 y 2050, hasta alcanzar los 426 millones (OMS, 2024).

El proceso del envejecimiento lleva a un descenso gradual de las capacidades físicas mentales y a un mayor riesgo de enfermedad. Las PM son especialmente sensibles a disminuir su capacidad locomotora. La capacidad de locomoción en bípedo es característica de los seres humanos, distinguiéndonos del resto de los seres vivos. La deambulación en dos pies libera nuestras extremidades superiores y nos permite realizar otras actividades de la vida diaria e interactuar con el medio que nos rodea. A los 60 años, un 15% de los individuos presentan alteraciones en la marcha, 35% a los 70 años y aumenta hasta cerca del 50% en los mayores de 85 años.

La marcha es una actividad cíclica en la que se involucran mayormente los miembros inferiores, por lo que los requerimientos para llevarla a cabo son complejos e interviene además la coordinación. Esta actividad consta de dos distintas fases que son el apoyo y el balanceo. La fase de apoyo que abarca el 60% del ciclo consta de contacto inicial que es el choque del talón con el piso, respuesta a la carga, apoyo intermedio y apoyo final, prebalanceo y apoyo doble de la extremidad; mientras que la oscilación abarca el 40% restante del ciclo de marcha y para su estudio se divide en 3 periodos que son la oscilación inicial, oscilación intermedia y la oscilación final (Nordin & Frankel, 2012).

La alteración de la capacidad de marcha en las personas mayores se puede complicar con caídas, es predictor de deterioro funcional, aumenta la morbilidad y contribuye al ingreso a residencias de larga estadía; el 17% de las causas de caídas son asociadas a la respuesta motora insuficiente del equilibrio pues este está relacionado directamente con la capacidad de iniciar y mantener el paso (Buñay, 2024).

Las PM son aquellos que sobrepasan los 60 años de edad, la OMS en el año 2020 expuso un plan “Década del envejecimiento saludable” en el que las personas de más de 60 años son el eje central, en este se planea tomar acciones sobre el envejecimiento, esto por las estadísticas demográficas a nivel mundial, se estima que para el año 2050 la población mundial de personas mayores alcanzará los 2100 millones.

El envejecimiento Pérez et. al (2020) lo define como “fenómeno multifactorial, que afecta todos los niveles de organización biológica, partiendo de las moléculas a los sistemas fisiológicos, que llevan a que la persona tenga una mayor predisposición a desarrollar ciertas enfermedades y como consecuencia final presente mayor riesgo de muerte” (p.2), por lo que el envejecimiento no es un proceso exclusivo de la tercera edad, sino que está presente durante toda la vida, por diversas razones la vida ha ido prologando su longevidad: la nutrición, el saneamiento, los avances médicos, la atención de la salud, la educación y el bienestar económico, estas son algunas de las razones por las cuales la esperanza de vida es cada vez mayor, es importante mencionar este término debido a que la marcha está conformada por dos factores que es la locomoción y el equilibrio y para que estos funcionen se involucran íntimamente el sistema vestibular, visual y propioceptivo y estos sistemas no están exentos de sufrir deterioro en medida que envejecen las personas.

### 3.1 Equilibrio en el adulto mayor

El equilibrio es aquella capacidad que permite regular los esfuerzos musculares estáticos y dinámicos, relacionados con la situación de las partes del cuerpo, para el mantenimiento de la estabilidad. Intervienen los receptores ópticos, acústicos y vestibulares.

La estabilidad en el cuerpo humano es la capacidad que este tiene para mantener el equilibrio aún cuando existen fuerzas externas, esta se determina por la base de sustentación y la altura del centro de gravedad; el primero es la amplitud que se encuentra entre los puntos de apoyo, cuanto mayor longitud exista entre un punto de apoyo y el otro mayor, será la estabilidad que las personas tengan, es por esto que funcionan los auxiliares de la marcha pues se agrega un punto de apoyo y se amplía esta base de sustentación, mientras que el centro de gravedad es el punto a través del cual la fuerza de gravedad actúa sobre un objeto o un sistema (Universidad de Guanajuato, 2022).

### 3.2 Pisada



El pie se divide en tres porciones que son el retropié que se forma por el astrágalo y calcáneo, medio pie huesos del tarso y antepié metatarsos y falanges, cada una de estas porciones carga cierto porcentaje de nuestro peso total, el retropié es la superficie con un porcentaje de carga mayor siendo el 60%, el medio pie es la zona que menos carga peso, únicamente es un 8%, antepié 28% mientras que los dedos cargan el 4% restante. En el estudio de Martínez, et al. (2007) se realizó un análisis sobre la presión plantar se encontró lo siguiente:

El pico máximo de presión y presión media en el retropié fue de 750 y 253 kPa, respectivamente. En el medio pie el pico de presión fue de 400 kPa y la presión media de 65kPa. En el antepié los valores encontrados fueron de 1.240 kPa para el pico de presión y de 220 kPa para la presión media. (Martínez, et al. 2007 pp 157)

Si se convierten los kPa a Kg/cm<sup>2</sup>, en el retropié va de 7.64 y 2.57, en cuanto al pico de presión del medio pie se convierte en 4.07 y en el antepié 0.01 Kg/cm<sup>2</sup>. Actualmente, por medio de la plataforma de BFSSM que se utilizó para esta investigación fue posible saber el peso total que carga cada uno de los pies además del porcentaje que se carga por zona de la huella plantar.

## IV. Hipótesis

HI: Las personas cuyos resultados en la ET son menores de 19 puntos lo que significa alto riesgo de caídas tienen relación con la distribución de la carga y superficie de apoyo equilibrada o no equilibrada.

HN: Las personas cuyos resultados de la ET son menores de 19 puntos lo que significa alto riesgo de caídas no tienen relación con la distribución de la carga y superficie de apoyo equilibrada o no equilibrada.

## V. Objetivos

### 5.1 Objetivo general

Identificar la relación del análisis de superficie de apoyo y distribución de la carga con el equilibrio en personas mayores.

### 5.2 Objetivos específicos

- I. Identificar datos sociodemográficos de la población estudiada basado en su ficha de identificación.
- II. Evaluar la superficie de apoyo con el BFSSM.
- III. Evaluar la distribución de la carga BFSSM.
- IV. Evaluar equilibrio por la ET.

## VI. Material y métodos

### 6.1 Tipo de investigación

Estudio no experimental, transversal descriptivo, en el que se recogen valores en un único momento (Sampieri, 2014), de la ET, así como los datos obtenidos sobre su pisada específicamente la superficie de apoyo y base de sustentación por medio del baropodómetro en un mismo grupo de personas adultos mayores de 60 años, inscritas al sistema DIF en el centro de día Nānxu del Estado de Querétaro.

### 6.2 Población o unidad de análisis

Se utilizó una población de 80 adultos mayores que están inscritos al sistema DIF en el Centro de Día Nānxu del Estado de Querétaro, que tienen más de 60 años de edad, sexo masculino y femenino, sin grupo étnico en específico.

### 6.3 Muestra y tipo de muestra

La selección de la población de estudio se llevará a cabo a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que los sujetos de investigación serán seleccionados por criterios específicos del estudio. Que se muestran a continuación:

#### 6.3.1 Criterios de selección

Participaron en el estudio todas aquellas personas que tengan más de 60 años cumplidos inscritas en el sistema DIF en el Centro de Día Nānxu del Estado de Querétaro, de sexo masculino y femenino, que sean capaces de mantener la posición bípeda. Los criterios de inclusión son todas aquellas personas que tengan más de 60 años cumplidos, inscritas en el sistema DIF en el Centro del Adulto Mayor Nānxu del Estado de Querétaro que sean capaces de mantener la posición bípeda y caminar; se excluirán a todas aquellas personas que padezcan síndrome vestibular diagnosticado, vértigo o problemas de presión ortostática no controlada. Serán eliminados de la investigación quienes al aplicarse la ET presenten mareos, las personas que al leer el consentimiento informado (anexo I0) decidan no participar.

### 6.3.2 Variables estudiadas

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Variable Categoría</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional Subcategorías o dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Adulto mayor</b>	Cuantitativa discreta	“Persona adulta mayor es aquella que cuenten con sesenta años o más de edad” (Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores 2021-2024)	Se le pedirá al usuario que asista con una identificación oficial en la que se compruebe su edad.	Años cumplidos
<b>Sexo</b>	Cualitativa nominal	Características biológicas y fisiológicas que definen al hombre y a la mujer. (Comisión Nacional para Prevenir y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres, 2016)	Se le preguntará a la persona su sexo.	0= Mujer 1= Hombre
<b>Equilibrio</b>	Cualitativa ordinal	Estado de un cuerpo cuando fuerzas encontradas que obran en él se compensan	Será evaluado por el investigador, mediante la aplicación de la escala Tinetti.	25-28 puntos = Bajo riesgo de caídas 19-24 puntos = Riesgo

		destruyéndose mutuamente. (RAE, 2023)		moderado de caídas 18 puntos o menos = Alto riesgo de caídas
<b>Superficie de apoyo</b>	Cuantitativa continua	“Se define por la posición que toman los pies.” (Escalante, 2019)	El baropodómetro muestra en centímetros cuadrados las superficies del pie con mayor apoyo por medio del software	Centímetros cuadrados (Cm2)
<b>Distribución de carga</b>	Cuantitativa continua	“La normalidad de la carga es de 60% en el retropié, medio pie 8%, antepié 24% y los dedos el 4% restante.” (Nordin & Frankel, 2012)	En el software del baropodómetro una vez analizada la pisada muestra el porcentaje de peso que está cargando cada una de las extremidades.	Porcentaje (%)

#### 6.4 Técnicas e instrumentos

Al iniciar el protocolo de investigación se les hizo una ficha de identificación en la que se pidieron datos sociodemográficos entre los que se encuentran el género, edad, lado dominante, entre otros.

##### 6.4.1 Escala de Tinetti

Esta escala permite valorar el equilibrio estático y dinámico por medio de la realización de determinadas actividades a las cuales se les asigna un puntaje, estos puntajes son por clasificación (equilibrio y marcha) y por categorías; una vez finalizada la prueba los puntajes

se suman y de acuerdo con los valores obtenidos se pueden clasificar en tres probables diagnósticos que son: bajo riesgo de caídas, riesgo de caídas moderado y alto riesgo de caídas. Faber et al, (2006) sugieren que la fiabilidad entre evaluadores para la evaluación del equilibrio y la puntuación total fue buena, con una puntuación R de 0,4 a 0,93. Sin embargo, la fiabilidad entre evaluadores para la evaluación de la marcha fue menor, con una puntuación R de 0,72 a 0,89. La sensibilidad y especificidad en la predicción de caídas fue de 62,5 a 66,1% para la puntuación total.

La aplicación de esta prueba se realiza en alrededor de 8 minutos en los que el examinador debe estar siempre cerca de la persona evaluada y se realizó de la siguiente manera:

Se comenzó con la PM pidiéndole que se sentara en una silla sin reposabrazos una vez que la persona se sentó se le pidió que se ponga de pie sin apoyar o ayudarse de los brazos, una vez que está de pie se le pide que ponga los pies lo más juntos posibles y el examinador da un ligero empujoncito a la altura del esternón 3 veces. Una vez realizado esto se le pide a la persona que de una vuelta de 360 grados sobre su eje y se le pide que vuelva a sentarse sin ayuda de sus brazos y de esta manera se obtiene el puntaje de equilibrio estático en la ET. Para la sección de la marcha se debe ir siempre cerca de la persona a evaluar para apoyarle en caso de ser necesario, si la PM utiliza algún auxiliar de la marcha de manera cotidiana se le permitió que lo utilizara durante la prueba; se le pidió que camine de manera regular una distancia mayor a 4.5m que de la vuelta y regrese a mayor velocidad, pero con paso seguro, el examinador únicamente observa los parámetros que se solicitan en la parte de marcha de la ET.

#### 6.4.2 Baropodómetro

El BFSSM es una plataforma plana que por medio de un software analiza la pisada de las personas mediante sensores de precisión revestidas de oro de 24 quilates para la obtención de imágenes de alta resolución, que de manera sincronizada es posible visualizarla en una computadora, generando informes automáticos basados en valores normales; arrojando el porcentaje de carga en la superficie del antepié y retropié, el peso total que carga cada uno de los pies, así como la alineación de estos, además de realizar una comparación de los valores normales con respecto a los valores encontrados en cada uno de los usuarios. En el anexo 7 muestra los resultados que le fueron entregados a cada uno de los participantes de la investigación.

### 6.5 Procedimientos

Esta investigación se sometió a revisión ante el Subcomité de Investigación de Fisioterapia (anexo 4), así mismo se sometió a revisión ante el Comité de Bioética de la Facultad de Enfermería (anexo 5). Tras la aprobación por ambos comités, se envió una carta de solicitud/autorización (anexo 6) a la institución "DIF en el Centro del Adulto Mayor Nānxu del Estado de Querétaro", explicándose el objetivo de la investigación y solicitándose el permiso para llevar a cabo el protocolo dentro de sus instalaciones.

Una vez que se aprobó la solicitud para realizar el protocolo de investigación dentro de la institución mencionada, se hizo una invitación a las personas para participar en la investigación. Si la persona decidió participar, se le entregó un consentimiento informado (anexo 3), el cual debía ser firmado por el participante. Se procedió con la aplicación del cuestionario sociodemográfico proporcionado por medio del software de la plataforma BFSSM, en el cual un evaluador del equipo de trabajo llenó cada uno de los apartados. Posteriormente, se aplicó la ET para valorar el equilibrio. Una vez realizada la prueba, se pasó a la persona al baropodómetro, donde tuvo que subirse con ambos pies descubiertos a la plataforma.

Al finalizar la aplicación, se le entregaron sus resultados a cada participante (anexo 7), se obtuvieron los resultados, a partir de los cuales se clasificó el riesgo de caídas como bajo, medio o alto. En el BFSSM, se analizó la DC y la SA mediante el software, que comparó los valores normales con los obtenidos de cada participante, mismos que fueron proporcionados a cada paciente de manera digital. A partir de esta clasificación del riesgo, se sugirieron acciones fisioterapéuticas correctivas. En la Ilustración Ise muestra una breve descripción de la etapa 1 para el proceso de realización de la investigación que consta de la investigación y aprobación de la misma por parte de los organismos institucionales correspondientes.



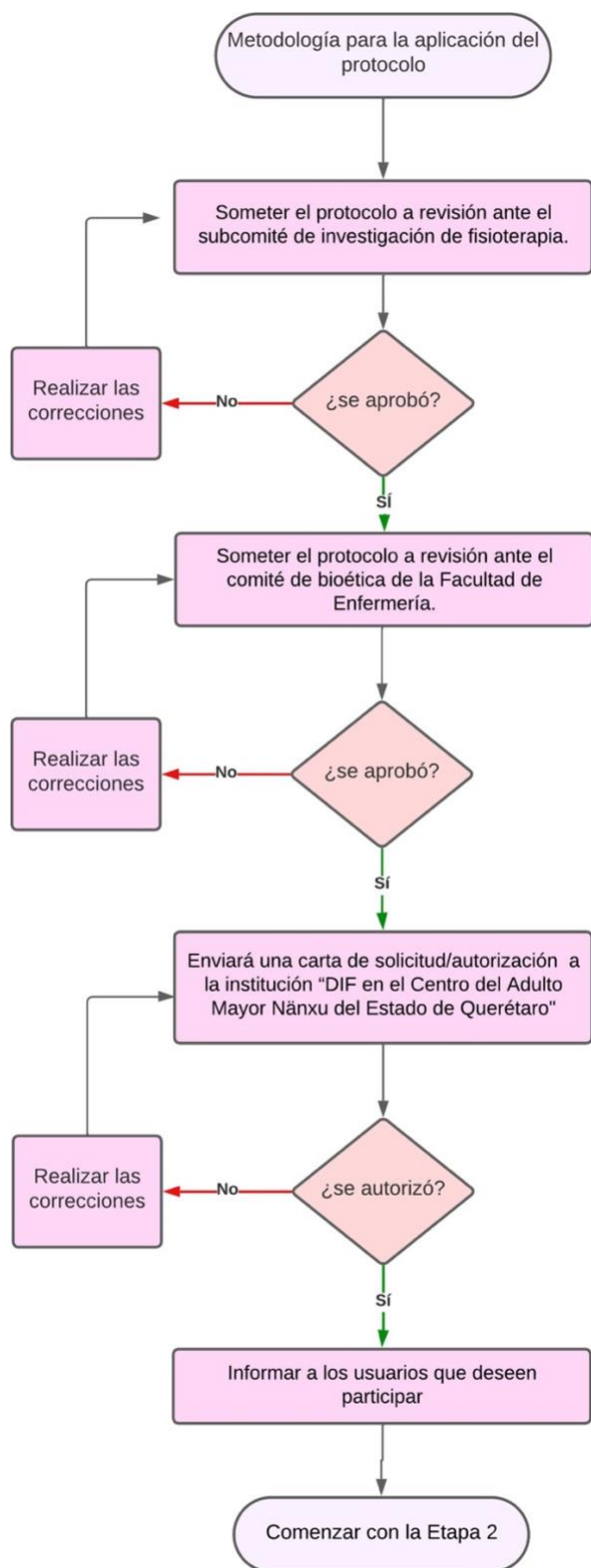


Ilustración I Flujograma de la metodología del protocolo.

Fuente: Elaboración propia del proceso de investigación.

En la Ilustración II se muestra el proceso que se siguió una vez aprobada la investigación, en el que se comenzó con la entrega del consentimiento informado y finalizó en la recopilación de los datos obtenidos mediante una base de datos en la plataforma de Excel.

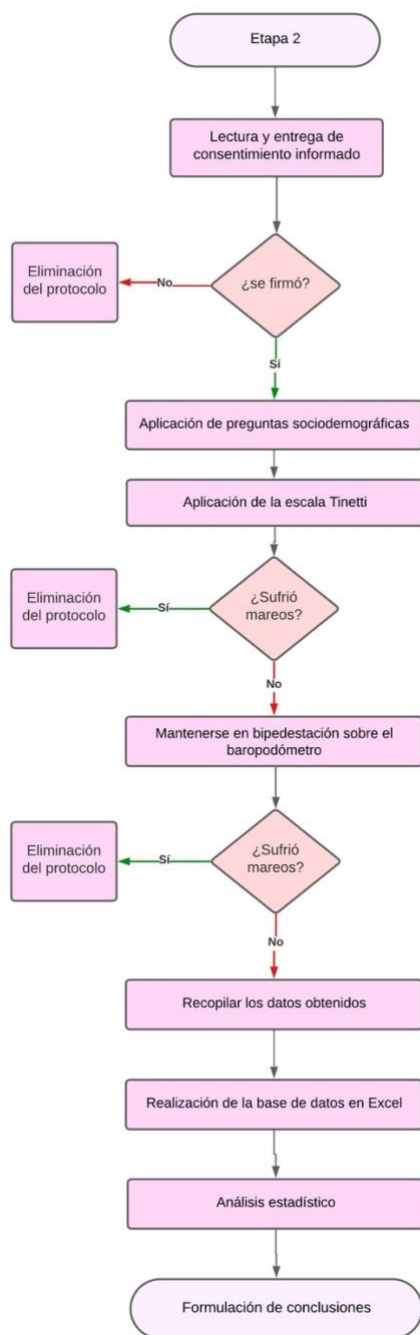


Ilustración II Flujograma de la etapa 2 de investigación correspondiente a la aplicación del protocolo de investigación.

Fuente: Elaboración propia del procedimiento a seguir.

### 6.5.1 Análisis estadístico

La recolección de datos se realizó en una base de Excel que posteriormente fue migrada al software Jamovi versión 2.2 posteriormente se ejecutó el análisis estadístico. Los resultados de la estadística descriptiva se muestran mediante frecuencias, gráficas de barras y de pastel para las variables cualitativas, mientras que para las variables cuantitativas los resultados son presentados con medias y su desviación estándar.

En relación al análisis inferencial, los datos presentaron una distribución libre por lo que se aplicó estadística no paramétrica. Se realizaron tres pruebas Chi cuadrada para observar si se encontraba asociación entre las variables de superficie de apoyo y cargas entre miembros, así como para las variables de Tinetti y superficie de apoyo, y por último para las variables de Tinetti y porcentaje de carga.

### 6.5.2 Consideraciones éticas

Para la realización de este estudio, se proporcionó a cada participante un consentimiento informado (anexo 3), en el que se detallaron las especificaciones sobre su participación en la investigación, conforme a la Ley General de Salud en los artículos 20, 21 y 22, garantizando así que la participación fuera libre al protocolo. Este estudio se fundamentó en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial en los artículos 6, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 24, 26, 31, 32 y 33, dado que se trató de una investigación con seres humanos, en la que se estableció que el objetivo principal fue observar la relación entre las variables, siempre respetando la privacidad y los derechos de los participantes.

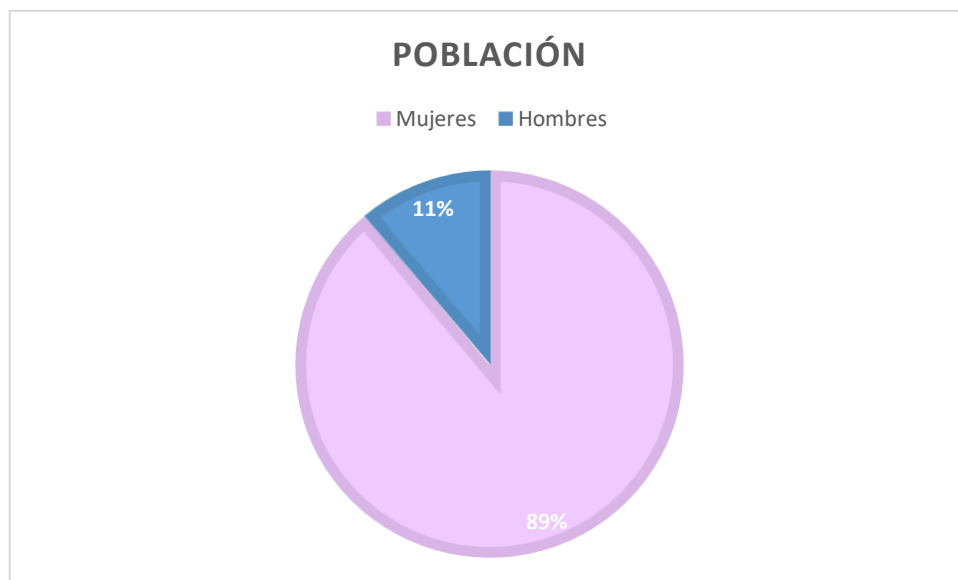
Al tratarse de un estudio no experimental, no se sometió a los participantes a tratamientos; únicamente se realizó una valoración. Según el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, en su artículo 17, esta investigación fue considerada de riesgo mínimo, ya que solo se aplicaron dos pruebas que no afectaron la salud de los participantes: la ET para valorar el equilibrio y el análisis con el BFSSM, que consistió en solicitar a los participantes que se levantaran de la silla de manera que al hacerlo quedarán sobre la estructura, sin necesidad de moverse de ella. Esto se realizó con el fin de garantizar que las pruebas fueran seguras. En caso de surgir alguna necesidad durante el estudio, se proporcionó atención de fisioterapia de manera inmediata.

De acuerdo con el artículo 100, la investigación fue guiada por la Licenciada en Fisioterapia Verónica Hernández del Valle. Además, una vez revisada por la licenciada, se sometió a la revisión del subcomité de Investigación en Fisioterapia y, posteriormente, al comité de bioética de la Licenciatura en Fisioterapia.

## VII. Resultados

La recolección de datos se realizó del 07 al 18 de octubre del 2024, en el Centro del Adulto Mayor Nānxu. La población inicial de este estudio fueron 80 usuarios de más de 60 años de los cuales se eliminaron a 8 personas quedando un total de la muestra de 72 personas, de estos el 89% (64) son mujeres y el 11% (8) son hombres, estos resultados se muestran en la Gráfica 1. Referente a la edad el promedio fue de 68.7 (DS  $\pm 5.4$ ) con un rango de 60 a 83 años de edad.

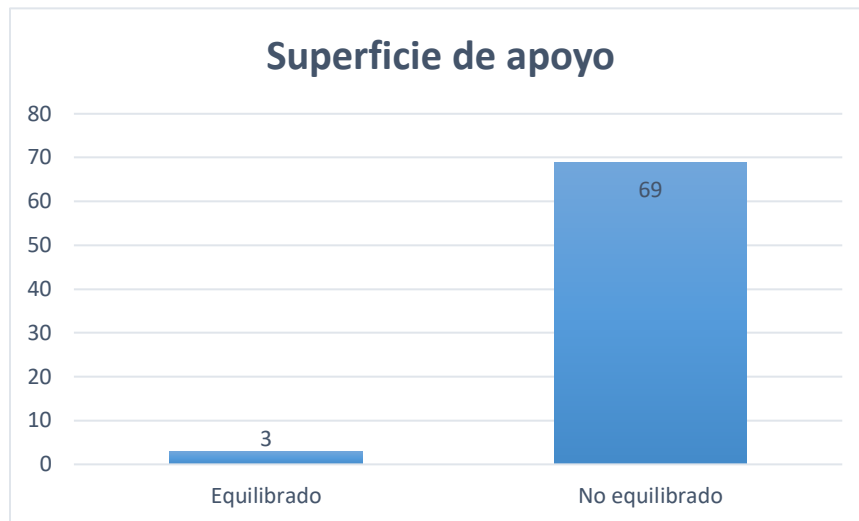
Gráfica 1 Representación de la población clasificada por genero



Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos de la ficha de identificación

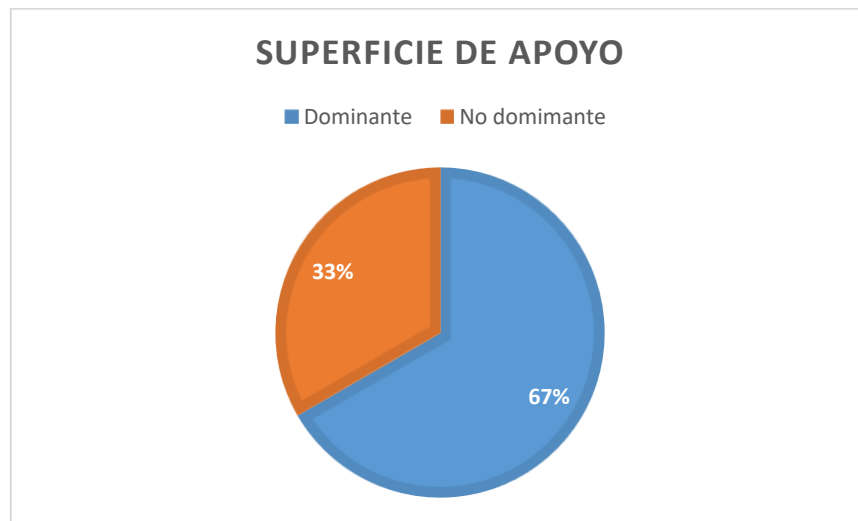
Referente a los resultados obtenidos con el baropodómetro se clasificaron en equilibrado cuando los  $\text{cm}^2$  son iguales o con menos de 2% del total de  $\text{cm}^2$  de diferencia para las SA y no equilibrado para los casos contrarios que son cuando la diferencia de  $\text{cm}^2$  es mayor a este porcentaje. En la Gráfica 2 se muestran las distribuciones de la SA, se encontró que el 95% (69) de las PM evaluadas no apoyan de manera equilibrada los pies, lo que significa que hay más de 2% del total de los  $\text{cm}^2$  apoyados de un pie que respecto al otro y solamente el 5% (3) presentan  $\text{cm}^2$  iguales en ambos pies, la Gráfica 3 muestra que de estas personas que no apoyan de manera equilibrada ambos pies el 67% (46) tiene una mayor superficie de apoyo en el miembro dominante y el 33% (23) apoyan mayor superficie del miembro no dominante.

Gráfica 2 Superficie de apoyo de acuerdo al equilibrio



Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos con el BFSSM.

Gráfica 3 Representación de la superficie de apoyo de las personas evaluadas.

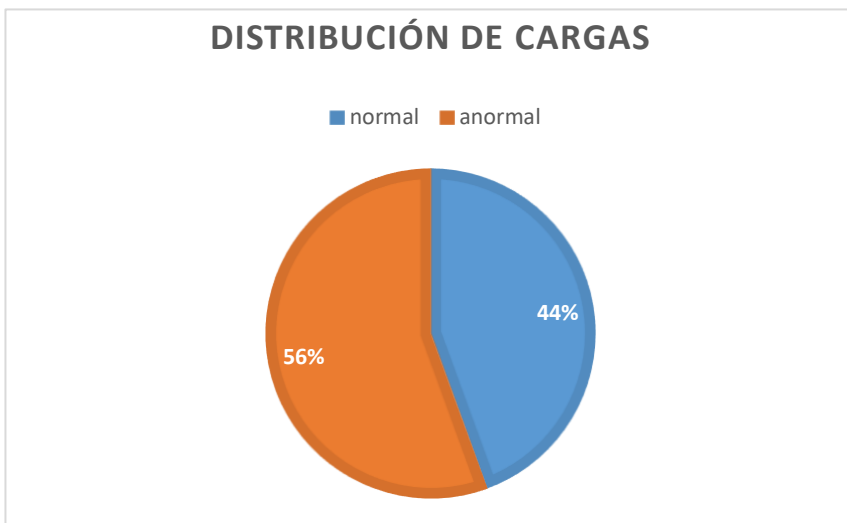


Fuente: Elaboración propia de los resultados obtenidos con el BFS.

En cuanto a la distribución de las cargas respecta, los resultados se expresan en normal que es cuando el peso se encuentra distribuido de manera equilibrada en ambos pies y anormal es cuando se presenta una hipercarga en alguno de los miembros inferiores. La Gráfica 4

muestra la relación de las cargas, en la que se observa que el 56% (40) de los participantes tienen una carga anormal o hipercarga hacia alguno de los miembros, y el 44% (32) restante mantienen una distribución normal de las cargas.

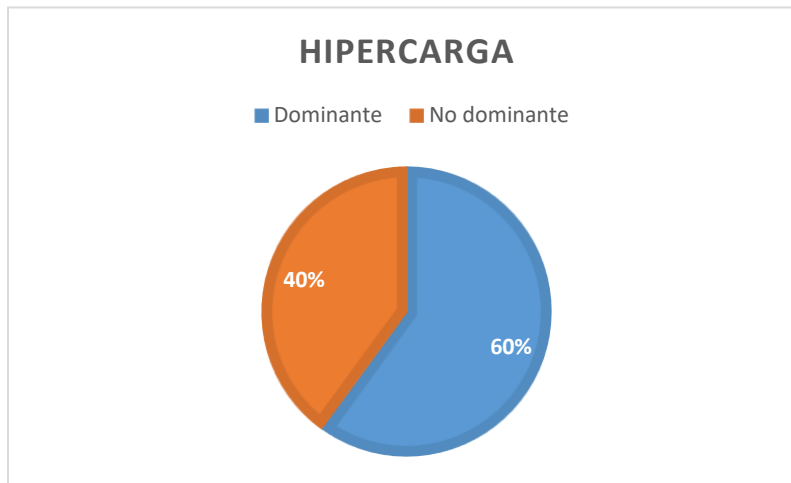
Gráfica 4 Representación de la distribución de cargas de las personas evaluadas.



Fuente: elaboración propia con los resultados obtenidos con el BFSSM

De los 40 PM que presentan distribución de cargas anormal el 60% (24) de la población mantienen una hipercarga en la extremidad dominante, mientras que el 40% (16) de la población mantiene una hipercarga en el miembro inferior no dominante; como se muestra en la Gráfica 5.

Gráfica 5 Representación de la hipercarga del lado dominante o no



Fuente: elaboración propia con los resultados obtenidos con el BFSSM

Por otro lado, se realizó la prueba de Chi cuadrada para las variables de superficie de apoyo y cargas entre miembros izquierdo y derecho, encontrándose una  $p > 0.05$  por lo que no existe significancia estadística entre variables asociadas ver en la Tabla 1.

Tabla 1 Valor de  $p$  0.13 para la asociación entre superficie de apoyo y cargas entre miembros

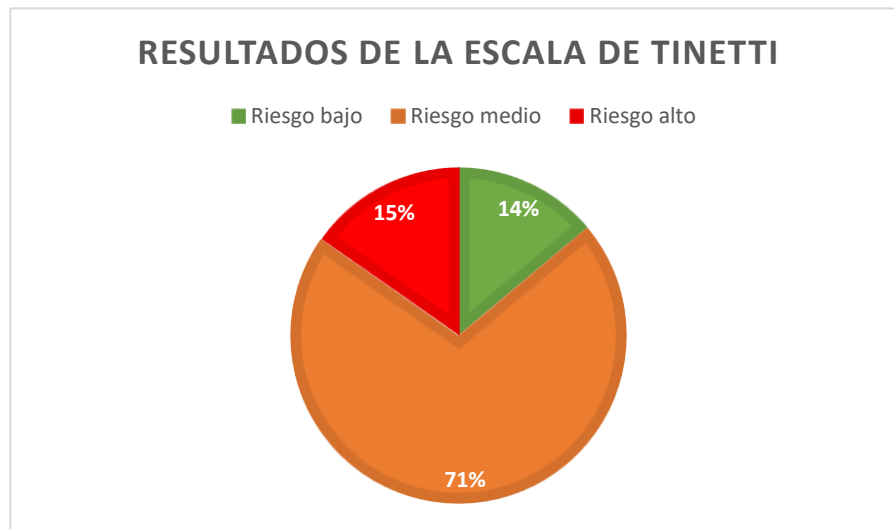
Cargas	Superficie de apoyo			Total
	1	2	3	
1	19	10	3	32
2	27	13	0	40
Total	46	23	3	72

Fuente: elaboración propia con los resultados obtenidos con el BFSSM

El valor de 1 a la superficie de apoyo hace referencia a que la superficie de apoyo es mayor en el lado dominante, 2 corresponde al lado no dominante y el número 3 es para quienes tienen la misma superficie de apoyo en ambas extremidades. En cuanto a las cargas corresponde, el 1 representa las cargas normales y el número 2 las cargas anormales.

Los resultados de la ET se expresan en los parámetros bajo medio y alto riesgo de caídas donde se observa que la mayoría (71%) de las personas evaluadas tienen un riesgo medio de caídas el 15% presentan alto riesgo de caídas y el 14% un riesgo bajo como se muestra en la Gráfica 6.

Gráfica 6 Resultados de la escala de Tinetti



Fuente: elaboración propia con los resultados obtenidos de la aplicación de la ET.

También se realizó la prueba de Chi cuadrada para las variables de equilibrio y SA, encontrándose una  $p > 0.05$  por lo que no existe significancia estadística entre variables asociadas ver en la Tabla 2.

Tabla 2 Valor de p 0.87 para la asociación de superficie de apoyo y Tinetti

Superficie de apoyo	Riesgo en escala de Tinetti			Total
	1	2	3	
1	7	32	7	46
2	3	17	3	23
3	0	2	1	3
Total	10	51	11	72

Fuente: elaboración propia con los resultados obtenidos con el BFSSM y ET

Para la superficie de apoyo, el número 1 hace referencia a que la superficie de apoyo es mayor en el lado dominante, 2 corresponde a una mayor superficie de apoyo del lado no dominante y el número 3 es para quienes tienen la misma superficie de apoyo en ambas extremidades; para los resultados de la ET el número 1 representa bajo riesgo de caídas, 2 riesgo medio de caídas y 3 alto riesgo de caídas.

Por último, se realizó la prueba de Chi cuadrada para las variables de Tinetti y porcentaje de carga, encontrándose una  $p > 0.05$  por lo que no existe significancia estadística entre las variables asociadas ver en la Tabla 3.



Tabla 3 Valor de p 0.92 para la asociación de cargas y Tinetti.

Cargas	Riesgo en escala de Tinetti			Total
	1	2	3	
1	5	22	5	32
2	5	29	6	40
Total	10	51	11	72

Fuente: elaboración propia con los resultados obtenidos con el BFSSM y ET

Para los resultados de la ET el número 1 representa bajo riesgo de caídas, 2 riesgo medio de caídas y 3 alto riesgo de caídas; los resultados de las cargas corresponden, el 1 representa las cargas normales y el número 2 las cargas anormales.

## VIII. Discusión

En un estudio Doctoral de Sánchez A (2022) se analizaron PM con baropodometría estática con el objetivo era evaluar la relación del riesgo de caídas en personas que ya habían sufrido caídas con respecto a las cargas y la altura de las personas obtuvieron como resultados que no había relación significativa entre datos antropométricos y los datos de carga. En este trabajo donde de la misma manera se evaluaron PM los resultados concluyeron que no hay relación entre el riesgo de caídas valorado con ET y la carga. Por lo tanto, una prueba baropodométrica estática no tiene valor predictivo y deben utilizarse otras pruebas.

En un estudio realizado en el 2021 por Gutiérrez E, et al. con una muestra de 61 PM con una edad media de 75.3 años, de las cuales se encontraban entre los 62 y 89 años de edad con predominio del sexo femenino, se encontró que a la aplicación de la ET 49.18% de los participantes clasificaron en alto riesgo de caídas y 31.82% bajo riesgo de caídas, diferente a lo encontrado en esta investigación donde el 71% de los participantes presentaron riesgo medio de caídas y el 14% bajo riesgo de caídas. La prueba de Tinetti es consistente en resultados, específica y evalúa de manera precisa el riesgo de caídas

## IX. Conclusiones

Se confirmó la hipótesis nula, ya que no se evidenció una relación significativa entre el análisis estático de la pisada y las evaluaciones realizadas mediante la ET. Esto indica que la prueba estática de baropodometría, por sí sola, no es suficiente para realizar una evaluación del riesgo de caídas en PM.

Si bien la baropodometría estática permite obtener información relevante sobre la distribución de cargas y el estado funcional de los pies que son aspectos fundamentales en la evaluación biomecánica, es necesario complementar esta evaluación con pruebas dinámicas que analicen la marcha y permitan una interpretación más completa del comportamiento biomecánico del individuo en situaciones reales de desplazamiento.

Las pruebas realizadas mediante el sistema BFSSM en condiciones estáticas resultan útiles para analizar parámetros como el tipo de pisada y el reparto de cargas plantares. Sin embargo, para establecer una posible relación con aspectos como el equilibrio o el riesgo de caídas en PM, se requiere integrar otros instrumentos de evaluación, tales como escalas funcionales específicas o análisis dinámicos que incluyan variables como la velocidad de la marcha, la cadencia, el balanceo y la oscilación del centro de masa.

En conclusión, una valoración efectiva del equilibrio en PM debe considerar un enfoque multidimensional que incluya tanto mediciones estáticas como dinámicas, permitiendo una interpretación más precisa del estado funcional y biomecánico de cada individuo.

## X. Propuestas

Se propone complementar estas evaluaciones con pruebas dinámicas de marcha y otras escalas de equilibrio como lo es la escala de berg o alguna otra, con la finalidad de complementar la información encontrada en este estudio y dar lugar a futuras investigaciones cuasiexperimentales en las que se profundice acerca de los análisis biomecánicos y el riesgo de caídas en PM.

Comenzar análisis periódicos de la población desde la juventud para prevención de pérdida de equilibrio y poder tener una intervención oportuna de seguimiento si esta es necesaria, fomentando de esta manera la cultura de la prevención, reduciendo el riesgo de caídas.

Con el fin de que se obtengas resultados estadísticamente significativos se propone que se amplie la muestra con otras personas diversificando en factores sociodemográficos y tener en cuenta las actividades físicas de los participantes.

Servicio de fisioterapia permanente con evaluaciones preventivas periódicas a patologías de pie y equilibrio en los centros de atención a PM para la disminución del riesgo de caídas y mejora en la calidad de vida de quienes asisten a este tipo de centros.

## XI. Bibliografía

Instituto Nacional de las Personas Adultas Mayores. (s/f). *Envejecimiento y vejez*. gob.mx. Recuperado el 27 de febrero de 2024, de <https://www.gob.mx/inapam/es/articulos/envejecimiento-y-vejez?idiom=es>

Mourey, F. (2020). Los pies y el envejecimiento: efectos sobre el equilibrio estático y dinámico. *EMC - Podología*, 22(1), 1–9. [http://dx.doi.org/10.1016/S1762-827X\(20\)43292-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1762-827X(20)43292-4)

*Prevención de caídas*. (s/f). Los Institutos Nacionales de Salud. Recuperado el 26 de febrero de 2024, de <https://salud.nih.gov/recursos-de-salud/nih-noticias-de-salud/prevencion-de-caidas>

Caídas. (s/f). Who.int. Recuperado el 18 de febrero de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>

Guevara CR, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. *Revista Colombiana de Reumatología*. 2012 Dec;19(4):218–33

Lara Diéguez, S., Lara Sánchez, A. J., Zagalaz Sánchez, M. L., & Martínez-López, E. J. (2011). Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (19), 49-53.

Pérez de Alejo - Plaín A, Roque - Pérez L, Plaín - Pazos C. Las caídas, causa de accidente en el adulto mayor. 16 de Abril [Internet]. 2020 [fecha de citación]; 59 (276): e705. Disponible en: [http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16\\_4/article/view/705](http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16_4/article/view/705)

Nordin, M., & Frankel, V. (2012). Bases biomecánicas del sistema musculoesquelético. En M. Nordin, & V. Frankel, *Bases biomecánicas del sistema musculoesquelético* (págs. 427-429). Wolters Kluwer.

Martínez-Nova, A., Sánchez-Rodríguez, R., Cuevas-García, J. C., & Sánchez-Barrado, E. (2007). Estudio baropodométrico de los valores de presión plantar en pies no patológicos. *Rehabilitación*, 41(4), 155–160. doi: [https://doi.org/10.1016/S0048-7120\(07\)75509-3](https://doi.org/10.1016/S0048-7120(07)75509-3)

Antón Jiménez, M., & Abellán Van Kan, G. (2007). Tratado de geriatría para residentes / (1 ed., 1 reimp). Sociedad Española de Geriatría y Gerontología SEGG. (pags 199-209)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía(INEGI). (s/f). Censo de Población y Vivienda 2020. Org.mx. Recuperado el 4 de marzo de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Silva-Fhon, J. R., Partezani-Rodrigues, R., Miyamura, K., & Fuentes-Neira, W. (2019). Causas y factores asociados a las caídas del adulto mayor. *Enfermería universitaria*, 16(1). <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2019.1.576>

Santamaría -Peláez, M., González-Bernal, J., González-Santos, J., Jahouh, M., & Collazo Riobó, C. (2019). Caídas previas y riesgo de caídas en relación a la fragilidad. *International Journal of Developmental and Educational Psychology Revista INFAD de psicología*, 2(1), 291. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v2.1442>

de la Salud Escuela de Doctorado e Investigación, P. de D. en B. y. C. (n.d.). Valores baropodométricos y estabilométricos para la detección del riesgo de caídas en población adulta mayor. Gob.Es. Retrieved May 18, 2024, from <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=Hhfe1yoR10E%3D>

Pérez de Alejo - Plaín A, Roque - Pérez L, Plaín - Pazos C. Las caídas, causa de accidente en el adulto mayor. 14 de Abril [Internet]. 2020 [Recuperado el 5 de marzo] [http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16\\_4/article/view/705](http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16_4/article/view/705)

Guanajuato, U. d. (28 de Febrero de 2022). *Recursos Educativos Abiertos*. Obtenido de Clase digital 8. Centroide, centro de gravedad y centro de masa: <https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-8-centroide-centro-de-gravedad-y-centro-de-masa/>

Baropodómetro —. (s/f). Sensor Medica. Recuperado el 18 de abril de 2024, de <https://www.sensormedica.mx/baropodometro>

DOF - Diario Oficial de la Federación. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 14 de abril de 2024, de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5616097](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5616097)

¿A qué nos referimos cuando hablamos de “sexo” y “género”? (s/f). gob.mx. Recuperado el 14 de abril de 2024, de <https://www.gob.mx/conavim/articulos/a-que-nos-referimos-cuando-hablamos-de-sexo-y-genero>

(S/f). Rae.es. Recuperado el 14 de abril de 2024, de <https://dle.rae.es/equilibrio>

Escalante, H. T. (2019). Antropometría de superficie como apoyo al diagnóstico y control en temas de salud. *Ergon Invest Desar*, 171 – 184.

Buñay A & Ferrera R. (2024). Ejercicios de equilibrio para la prevención de caídas en el adulto mayor de equilibrio para la prevención de caídas en el adulto mayor (Vols. 26, N o . 1). *Revista Cubana de Reumatología*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9451458>

Vázquez-Navarrete, Isabel & Olivares-Luna, Ana & González Pedraza Avilés, Alberto. (2016). Trastornos podiátricos, riesgo de caídas y dolor en adultos mayores. *Atención*

Familiar.[Trastornos podiatricos riesgo de caidas y dolor en adultos mayores](https://www.researchgate.net/publication/299641147)

## XII. . Anexos

### 1. Hoja de recolección de datos

usuario	genero	edad	cargas	superficie de apoyo	Tinetti	Lateralidad
1	0	69	1	1	1	1
2	0	74	2	1	1	1
3	0	67	2	1	2	1
4	0	70	2	2	3	1
5	0	65	1	2	2	1
6	0	69	2	2	1	1
7	0	63	2	2	2	1
8	1	73	1	2	2	1
9	0	61	2	1	3	1
10	0	69	2	2	1	1
11	0	68	2	2	2	1
12	1	66	2	1	2	1
13	0	69	1	1	1	1
14	1	71	1	3	3	1
15	0	69	1	1	2	1
16	0	63	1	1	1	1
17	0	71	1	1	2	1
18	0	64	1	1	2	1
19	0	77	2	2	2	1
20	0	78	2	1	2	1
21	0	63	1	1	3	1
22	0	67	1	1	1	1
23	0	70	2	1	2	1
24	0	69	2	1	1	1
25	0	73	1	2	2	1
26	0	68	2	1	2	1
27	0	69	2	1	2	1
28	0	67	2	1	2	1
29	0	74	1	1	2	1
30	0	70	2	1	2	1
31	0	65	1	2	2	1
32	0	66	2	1	2	1
33	0	60	2	1	2	1
34	0	70	1	2	1	1
35	0	66	1	3	2	1
36	0	74	2	2	2	1
37	0	60	2	1	1	1
38	0	66	2	2	2	1
39	1	65	1	1	2	0
40	0	66	2	1	2	1
41	0	73	2	2	2	1
42	0	78	2	2	2	1
43	0	63	1	1	2	1
44	0	75	2	1	2	1
45	0	66	1	2	2	1
46	0	61	2	2	2	1
47	0	62	2	1	2	1
48	0	79	2	1	3	1
49	0	77	1	1	3	1
50	0	71	2	1	2	0
51	0	68	2	1	3	1
52	0	61	1	3	2	0
53	0	65	1	2	2	1
54	0	73	1	1	2	1
55	0	62	2	1	2	1
56	0	60	2	1	2	1
57	1	67	2	1	2	1
58	0	63	2	2	3	1
59	0	65	2	1	2	1
60	0	70	2	1	2	1
61	0	61	1	1	2	1
62	0	68	1	1	3	1
63	0	79	1	1	2	1
64	1	83	1	1	3	1
65	0	72	1	1	2	1
66	0	71	1	2	2	1
67	0	61	1	2	2	1
68	1	71	2	1	2	0
69	0	74	1	2	2	1
70	1	70	1	1	2	0
71	0	78	2	1	2	1
72	0	75	2	2	3	1



## 2. Instrumentos



### Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño

#### Objetivo:

Determinar el riesgo de caídas de una persona y al mismo tiempo permite identificar las tareas o actividades en las que existe mayor dificultad, con la oportunidad de establecer medidas o intervenciones que disminuyan o compensen estas alteraciones.

#### Descripción:

La **Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño** conocida por sus siglas en inglés **POMA** (Performance-Oriented Mobility Assessment) fue desarrollada en 1986 por Mary E. Tinetti para el estudio de la marcha y el equilibrio en adultos mayores. A diferencia de las evaluaciones realizadas en laboratorios especializados que hacen énfasis en cómo se observa un movimiento o determinada marcha, el POMA se concentra en lo que el individuo puede o no realizar a pesar de tener alteraciones en algún componente de movilidad, dándole la propiedad de ser un instrumento orientado por el desempeño como su nombre lo indica.

La versión original fue desarrollada en idioma inglés y aplicada en personas mayores, tanto en comunidad como institucionalizados, hasta el momento se ha validado en varios idiomas incluyendo el español y se ha utilizado en estudios en población mexicana sin tener un estudio de validación como tal en México.

#### La prueba consta de dos partes:

- la primera evalúa la marcha y
- la segunda el equilibrio a partir de tareas específicas que el sujeto debe de realizar.

#### Requerimientos:

- Hoja de papel y bolígrafo
- Cronómetro o reloj con segundero
- Silla rígida sin descansabrazos
- Cinta adhesiva para colocar marcas en el suelo
- Cinta métrica

**Tiempo de aplicación:** 10-15 minutos.

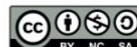
#### Instrucciones:

1. Evaluación del equilibrio: se solicita a la persona que realice estos movimientos, empieza sentado en una silla rígida sin descansabrazos, se levanta de ella, permanece en bipedestación y termina sentándose de nuevo.

Tarea	Descripción del equilibrio	Puntaje	Calificación
1. Equilibrio sentado en una silla	Se desliza o inclina	0	
	Sentado firme y seguro	1	
2. Levantarse de la silla	Incapaz de realizarlo solo	0	
	Utiliza los brazos	1	
	No necesita utilizar los brazos	2	
3. Intentos para levantarse de la silla	Incapaz de realizarlo	0	
	Necesita más de un intento	1	
	Lo realiza al primer intento	2	
4. Equilibrio después de levantarse (en los primeros 5 segundos)	Inestable (tambalea, mueve los pies)	0	
	Estable usando auxiliar de marcha	1	
	Estable sin ayuda	2	



Este material está registrado bajo licencia *Creative Commons International*, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriátría.



## Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño

5. Equilibrio en bipedestación	Inestable	0	
	Estable usando auxiliar de marcha o con pies separados	1	
	Bipedestación normal pies juntos	2	
6. Presión en esternón*	Comienza a caer	0	
	Tambalea, se sujeta	1	
	Estable	2	
7. Ojos cerrados en bipedestación	Inestable	0	
	Estable	1	
8. Vuelta de 360 grados	Pasos discontinuos	0	
	Pasos continuos	1	
	Inestable	0	
	Estable	1	
9. Sentarse en la silla	No seguro (no mide la distancia, se deja caer)	0	
	Utiliza los brazos, inestable	1	
	Estable, movimiento lento	2	
Puntaje total en Equilibrio			

\* El examinador empuja ligeramente a la persona en bipedestación con la palma de la mano sobre el esternón en tres ocasiones, observando en cada una de ellas el comportamiento para guardar el equilibrio.

2. Evaluación de la marcha: la persona camina junto con el examinador varias veces en un pasillo o en el consultorio, si habitualmente utiliza un auxiliar de la marcha lo debe usar durante la evaluación, primero se solicita que camine a su paso "normal" y después acelerando el paso.

Tarea	Descripción de la marcha	Puntaje	Calificación
1. Inicio de la marcha	Duda o no puede iniciar la marcha	0	
	Inicio normal sin dudar	1	
2. Inicio normal sin dudar	El pie derecho no rebasa la distancia del pie izquierdo al dar el paso	0	
	El pie derecho rebasa la distancia del pie izquierdo al dar el paso	1	
	El pie derecho no se despeg completamente del suelo al dar el paso	0	
	El pie derecho se despeg completamente del suelo al dar el paso	1	
	El pie izquierdo no rebasa la distancia del pie derecho al dar el paso	0	
	El pie izquierdo rebasa la distancia del pie derecho al dar el paso	1	
	El pie izquierdo no se despeg completamente del suelo al dar el paso	0	
	El pie izquierdo se despeg completamente del suelo al dar el paso	1	



Este material está registrado bajo licencia *Creative Commons Internacional*, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriátría.



## Evaluación de la Movilidad Orientada por el Desempeño

3. Simetría del paso	La distancia de los pasos no son iguales	0	
	La distancia de los pasos parecen iguales	1	
4. Continuidad del paso	Marcha discontinua, con pausas	0	
	Marcha continua sin pausas	1	
5. Camino*	Desviación marcada	0	
	Desviación leve / moderada o utiliza auxiliar de la marcha	1	
	Sin desviación	2	
6. Torso	Tambaleo evidente/usa auxiliar de marcha	0	
	No tambalea pero flexiona el tronco y las rodillas y braceo amplio	1	
	No tambalea, no se flexiona, braceo normal, no usa auxiliar de marcha	2	
7. Base de sustentación	Talones muy separados	0	
	Talones casi se tocan	1	
Puntaje total en Marcha			

\* Marcando dos líneas en el suelo con 30 cm. de separación a lo largo de tres metros, el sujeto camina a lo largo de este camino, el examinador evalúa la marcha (pueden ser los límites del dibujo del suelo o mosaico donde se realice la prueba)

### Calificación:

Se otorga una calificación numérica ordinal de 0 a 2 para cada elemento evaluado, correspondiendo mayor calificación con mejor desempeño. El rubro de marcha recibe una puntuación máxima de 12 y el de equilibrio 16, sumando en total un máximo de 28 en la escala completa, reportando los puntajes parciales y el total.

### Sugerencias o pautas de Interpretación:

Calificación cuantitativa: el mayor puntaje total posible es 28, se categoriza el riesgo de caídas como sigue:

<b>Normal</b>	24 a 28 puntos
<b>Riesgo de caídas moderado</b>	19 a 23 puntos
<b>Riesgo de caídas alto</b>	Menor o igual a 18 puntos

Calificación cualitativa: se registran las actividades o maniobras en que la persona tuvo mayor dificultad y se establece una estrategia de evaluación e intervención personalizada para prevenir, mejorar o tratar las alteraciones observadas.

### Referencias:

- Guevara CR, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. Revista Colombiana de Reumatología. 2012 Dec;19(4):218–33.
- Rote S, Angel JL, Markides K. Health of Elderly Mexican American Adults and Family Caregiver Distress. Research on Aging. 2015 Apr;37(3):306–31.
- Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. Am J Med. 1986 Mar;80(3):429–34.
- Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. J Am Geriatr Soc. 1986 Feb;34(2):119–26.



Este material está registrado bajo licencia *Creative Commons Internacional*, con permiso para reproducirlo, publicarlo, descargarlo y/o distribuirlo en su totalidad únicamente con fines educativos y/o asistenciales sin ánimo de lucro, siempre que se cite como fuente al Instituto Nacional de Geriátría.



### 3. Carta de consentimiento informado

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado Usuario(a);

Se le invita a participar en una investigación titulada **“Relación del análisis de superficie de apoyo y distribución de la carga con el equilibrio en personas mayores”**.

**Investigadores:** Dulce Yoana Torres Herrera y Verónica Hernández Valle  
**Contacto del responsable técnico de la investigación:** dtorres31@alumnos.uaq.mx

**Procedencia de las investigadoras:** Universidad Autónoma de Querétaro

**Sede en donde se realiza la investigación:** “Centro del Adulto Mayor Nānxu”

**Objetivo:** Identificar la relación entre el análisis de superficie de apoyo y distribución de la carga con el equilibrio en personas mayores.

**Beneficios del estudio**

Este estudio ayudará a recabar información que nos permitirá evaluar el riesgo de caídas en las personas mayores.

**Procedimiento del Estudio**

Si reúne las condiciones y de aceptar participar en esta actividad se le pedirá las siguientes acciones

1. Brindar información sobre su persona
2. Realizar una prueba de equilibrio
3. Ponerse de pie sobre el baropodómetro

**Riesgos del estudio**

Esta investigación no involucra ningún daño o peligro para su salud física o mental.

**Aclaraciones**

1. Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
2. Usted puede negarse a participar sin que deba dar razones para ello, ni recibir ningún tipo de sanción.
3. No recibirá pago por su participación.
4. En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada, sobre el mismo, al investigador responsable.
5. Los datos obtenidos serán de carácter confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Declaro haber leído el documento, entiendo la información contenida en él y por lo tanto hago constar mi aceptación de participar en esta investigación, mediante mi firma al calce de este documento.

Yo, \_\_\_\_\_, consiento en participar en la investigación.

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### 4. Aprobación del sub-comité de investigación



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE ENFERMERÍA



FISIOTERAPIA  
FACULTAD DE ENFERMERÍA

Santiago de Querétaro, Qro. a 14 de mayo de 2024  
No. OFIC. 2024/1\_FEN\_INV\_2024\_178  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
"EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR"

A QUIEN CORRESPONDA

P R E S E N T E

Sirva la presente para enviar un cordial saludo y así mismo informar que el protocolo de investigación que lleva por nombre **Relación del análisis de superficie de apoyo y distribución de la carga con el equilibrio en personas mayores** con folio interno del Sub-Comité **FEN\_INV\_2024\_178** del(los) estudiante(s) **Dulce Yoana Torres Herrera** bajo la asesoría de el/la **M.I.M. Verónica Hernández Valle**, ha sido **APROBADO** en la SEGUNDA sesión ordinaria del **H. Sub-Comité de Investigación** de la Licenciatura en Fisioterapia del semestre 2024/2 con un puntaje porcentual de **82.5%**

Para los fines que al (los) interesado(s) convenga(n), quedo a sus órdenes.

Atentamente el Sub-Comité de Investigación de la Lic. En Fisioterapia

Lic. Ft. Fernando Martínez Duplán  
Presidente



## 5. Carta de aprobación del comité de bioética



### UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO FACULTAD DE ENFERMERÍA

Santiago de Querétaro, Qro. 20 de agosto de 2024.

**ASUNTO: DICTAMEN  
COMBIOENF-011-2024-LF**

**DULCE YOANA TORRES HERRERA  
P R E S E N T E**

Sirva la presente para saludarle al tiempo que hacemos de su conocimiento que, derivado del proceso de evaluación ética, bioética del proyecto de investigación titulado **Relación del análisis de superficie de apoyo y distribución de la carga con el equilibrio en personas mayores.**  
**FEN\_INV\_2024\_178**

El H. Comité de Bioética de la FEN-UAQ tiene a bien otorgarle el DICTAMEN:  
**APROBADO**, en virtud de lo siguiente:

1. Cumple con todos los elementos solicitados para la evaluación ética y bioética.
2. Cumple y respeta los lineamientos éticos y bioéticos nacionales e internacionales establecidos para el trabajo con animales y/o individuos.
3. Respeto los principios éticos y bioéticos, asimismo respeta la dignidad de las personas involucradas.

Por lo anterior, usted podrá continuar con su trabajo de investigación.

**Atentamente**

**COMITÉ DE BIOÉTICA**

  
**D. en A. Liliana Velázquez Ugalde  
PRESIDENTE**

## 6. Carta de solicitud a la institución para realizar la investigación



UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE QUERÉTARO



Subcomités de Investigación  
FACULTAD DE ENFERMERÍA

FEN-INV-04

Carta de solicitud / autorización de la institución para realizar la investigación

Santiago de Querétaro a 20 de Septiembre del 2024

**Alejandro Ramírez Ramos**

Centro del adulto mayor Nānxu, DIF municipal.

PRESENTE

La que suscribe Dulce Yoana Torres Herrera como estudiante de la Licenciatura de Fisioterapia del décimo semestre; de la Generación 2020-1; con No. de Expediente 261517; solicito ante usted autorización para realizar un estudio de investigación denominado **"RELACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUPERFICIE DE APOYO Y DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA CON EL EQUILIBRIO EN PERSONAS MAYORES"** en las instalaciones que se encuentra a su digno cargo.

En espera de aprobación, queda de ustedes.

  
Dulce Yoana Torres

Nombre completo y firma del solicitante  
C.c.p. Interesado (a)

Atentamente



M.I.M. Verónica Hernández Valle

Nombre y firma del Asesor



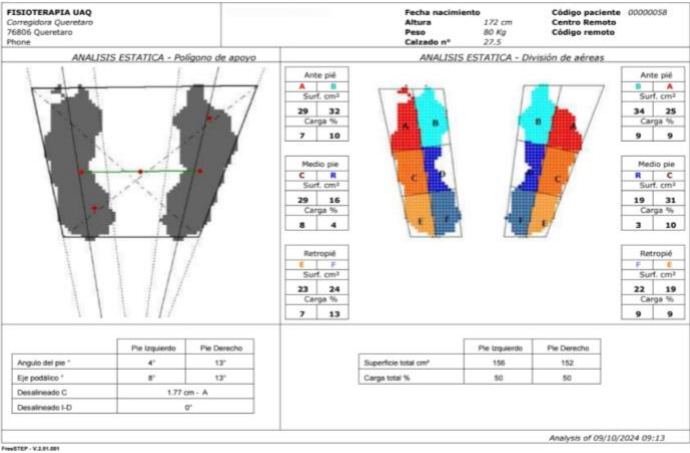
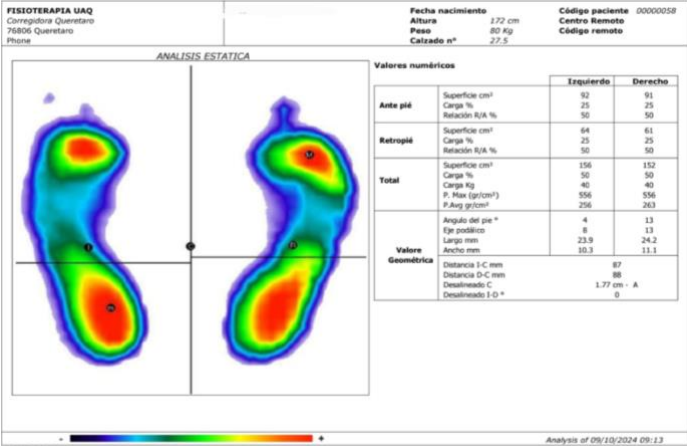
Vo. Bo. Alejandro Ramírez Ramos

Promotor de adulto mayor

ORGULLOSAMENTE ORGULLOSAMENTE  
UNIVERSITARIO UNIVERSITARIO

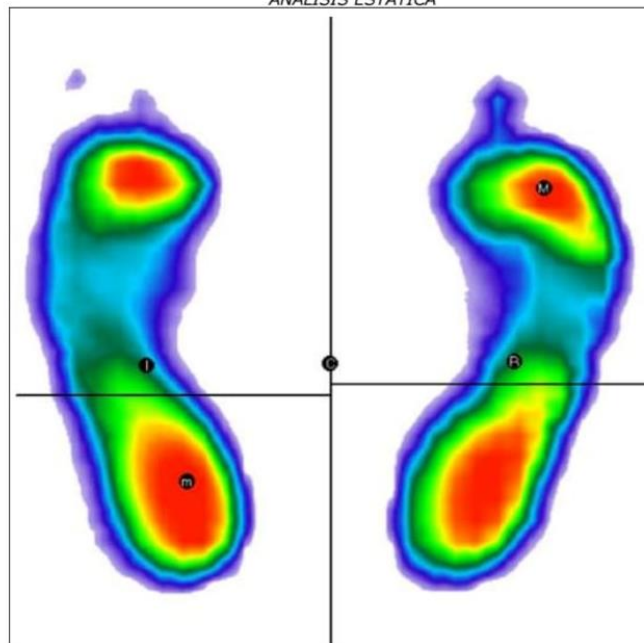


7. Resultados para los participantes





# ANALISIS ESTATICA



## Informe de presión ANALISIS ESTATICO

El analisis baropódometrico estatico del paciente evidencia lo siguiente:  
El baricentro corporal (centro de presión) en el poligono de apoyo resulta centrado pero en posición anterior.  
Los centros de presión derecho e izquierdo se encuentran alineados entre si manteniendo los valores de normalidad.  
El punto de máxima presión M esta posicionado en la parte antepodica derecha, no conforme a la norma.  
La distribución de la carga entre el izquierdo y el derecho, se encuentran dentro de los valores de normalidad (50% del peso a la izquierda, 50% a la derecha). La repartición de la carga entra el ante pié y el retropié izquierdo y derecho indica moderada hipercarga en la parte antepodica.  
La superficie de los dos pies son bastante similares entre si (IZQ.=156cm² - DER.=152cm²). Entre ambos antepies se encuentra una levea diferencia de superficie, mayor a la izquierda; entre ambos retropies se encuentra una media diferencia de superficie, mayor a la izquierda.

Valores numéricos		Izquierdo	Derecho
Ante pié	Superficie cm²	92	91
	Carga %	25	25
	Relación R/A %	50	50
Retropié	Superficie cm²	64	61
	Carga %	25	25
	Relación R/A %	50	50
Total	Superficie cm²	156	152
	Carga %	50	50
	P. Max (gr/cm²)	556	556
	P.Avg gr/cm²	256	263



Analysis of 09/10/2024 09:13

## 8. Evidencia de la investigación

