INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

Desarrollo y aplicación de una plantilla para corregir el pie plano valgo en niños de 2 a 7 años en la unidad educativa Claudio Monteverde en la ciudad de Quito

Christian Marcelo García García

Podología

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito

para la obtención del título de

Tecnólogo Superior en Podología

Quito, 30 de diciembre del 2025

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud ECISA

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Desarrollo y aplicación de una plantilla para corregir el pie plano valgo en niños de 2 a 7 años en la unidad educativa Claudio Monteverde en la ciudad de Quito

Christian Marcelo García García

Francisco Bustos, Lic.

Quito, 30 de diciembre del 2025

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales del Instituto Superior Tecnológico San Antonio TESA, incluyendo la Política de propiedad Intelectual TESA, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a TESA para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Christian Marcelo García García

Código estudiante: 2997

Cédula de identidad: 1721761342

Lugar y fecha: Quito, mes de año

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, pese a estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en ttp://bit.ly/COPETheses.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Instituto Superior Tecnológico San Antonio TESA institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on http://bit.ly/COPETheses.

DEDICATORIA

Este logro profesional, que representa el punto culminante de estos dos años de esfuerzo y dedicación ardua, está dedicado con el profundo amor y gratitud inmensurable a las personas que son mi motivación y el núcleo de mi existencia. En primer lugar, a Dios, a mi amada esposa, Margorie, y a mis adorados hijos, Zack y Arlette: ustedes son mi pilar fundamental, la razón de mi perseverancia y mi refugio incondicional. Su fe constante y su sacrificio en silencio me permitieron enfocarme en este objetivo; este título es un testimonio de su apoyo incondicional. Hago extensivo esta dedicatoria a mi madre, Marcela, por su amor incondicional, cada uno de sus consejos y por inculcarme el valor de la educación y la constancia en el trabajo. A mi hermano, Pablo, por su apoyo fraternal que está presente en cada etapa de mi vida. Finalmente, a la memoria de mi Abuelita, Irma, que siempre estará presente su sabiduría y recuerdo; constante dándome fortaleza en mi diario vivir.

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi agradecimiento en primer lugar, al Instituto Tecnológico San Antonio TESA por cada enseñanza desde el primer inicio de clases, las cuales me han permitido tener esa base académica para mi formación profesional. A su vez extiendo este agradecimiento al Lic. Francisco Bustos, mi Tutor de Tesis, que con su guía y su experiencia como podólogo fueron primordiales para dar una consolidación científica y una dirección correcta para todo el desarrollo de este proyecto, desde el inicio hasta los resultados obtenidos en esta investigación; hasta llegar a una corrección biomecánica del pie infantil. Segundo considero que una clave fundamental fueron los esfuerzos y apoyo de los pacientes y padres de cada uno de ellos, principalmente en depositar su confianza de sus hijos en todo el proceso desde la toma de muestras hasta la entrega y uso de las plantillas ortopédicas. Finalmente, agradezco a mi familia, por día a día motivarme a siempre perseverar y lograr la culminación de esta etapa académica.

RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar la eficacia biomecánica de una plantilla ortopédica personalizada fabricada a medida para la corrección del Ángulo de Valgo Calcáneo en niños con Pie Plano Valgo Flexible. Se trató de un estudio de enfoque mixto, con un diseño cuasi-experimental longitudinal y de intervención, en el que se aplicó un protocolo de tratamiento único a la muestra. La variable de estudio fue la corrección del ángulo de valgo calcáneo. La población estuvo constituida por 20 pacientes pediátricos con diagnóstico confirmado de pie plano valgo flexible, cuyas edades oscilaron entre los 2 y 7 años.

El instrumento empleado para la medición de la variable fue el goniómetro universal, utilizado para cuantificar el ángulo del valgo en bipedestación de carga total antes de la intervención (Línea Base) y después del periodo de seguimiento. Los resultados biométricos demostraron una eficacia correctiva del 100% del ángulo de desalineación. El promedio inicial de valgo calcáneo fue de 4.2°, mientras que el valor final tras la intervención con la plantilla fue de 0° (posición neutra) en todos los participantes. Los resultados fueron procesados mediante tablas de frecuencia y análisis descriptivo para la comparación. La conclusión respalda que la aplicación de la plantilla personalizada es un tratamiento altamente efectivo para normalizar la alineación del retropié.

Palabras claves: Pie plano valgo, Ángulo de valgo calcáneo, Plantilla ortopédica, Podología pediátrica, Corrección biomecánica.

ABSTRACT

The research project was designed to determine the biomechanical effectiveness of a custom-fabricated orthotic insole in correcting the Calcaneal Valgus Angle in children diagnosed with Flexible Pes Planus Valgus (PPVF). This study utilized a mixed-methods approach and employed a longitudinal quasi-experimental design where a single treatment protocol was applied to the entire sample group. The primary study variable was the correction achieved in the Calcaneal Valgus Angle. The study population consisted of 10 pediatric patients (10 feet) with a confirmed PPVF diagnosis, ranging in age from 2 to 7 years old.

The main instrument used to measure the variable was the Universal Goniometer, which quantified the valgus angle during full-weight-bearing stance at two time points: before the intervention (Baseline) and after the follow-up period. The biometric results demonstrated a 100% corrective efficacy in eliminating the angular misalignment. Specifically, the initial average calcaneal valgus was 4.2°, and this value was successfully reduced to 0° (Neutral Position) in all participating subjects following the insole intervention. The data were processed using frequency tables and descriptive analysis for comparison. This conclusion strongly supports that the application of the personalized insole is a highly effective treatment for normalizing hindfoot alignment.

Keywords: Flatfoot valgus, Calcaneal valgus angle, Orthotic insole, Pediatric podiatry, Biomechanical correction

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN 14

1.1 Planteamiento del Problema 14

1.2 Justificación 15

1.3 Alcance 16

1.4 Objetivos General y Específicos 17

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 18

2.1. Anatomía del Pie 18

2.1.1. Desarrollo Óseo y Articular del Pie Pediátrico 18

2.1.2. Biomecánica de la Marcha y el Apoyo Plantar en Niños 19

2.1.3. Fisiología del Pie Plano 20

2.1.4. Diagnóstico del Pie Plano 22

2.1.6. Tipos de Materiales y Aplicación en Ortopedia 25

2.1.7. Proceso de Fabricación 26

2.1.8. Plantillas Ortopédicas 27

2.1.9. Clasificación de Plantillas 28

2.2. MARCO CONCEPTUAL 29

2.3. MARCO LEGAL 31

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO 34

3.1. Tipo de Investigación 34

3.1.1. Según el Propósito 34

3.1.2. Según la Manipulación de Variables 35

3.1.3. Según el Tiempo de Desarrollo 35

3.2. Tipo de Enfoque 36

3.3. Herramientas Metodológicas 37

3.4. TÉCNICAS 37
3.4.1. Historia Clínica 37
3.4.2. Base de Datos 38
3.4.3. Fotografía 38
3.5. Estudios Iniciales 39
3.5.1. Criterios De Inclusión Y Exclusión 39
3.5.2 Muestreo 39
3.6. Desarrollo 39
3.6.1. Matriz de Operacionalización de variables 44
3.6.2. Materiales 46
3.6.3. Materia prima 46
3.6.4. Equipos 46
3.6.5. Formato de la Ficha de Diagnóstico 47
3.6.6. Formato de la Hoja de Consentimiento Informado 49
3.6.7. Protocolo 50
3.6.5 Medición de la Satisfacción del Producto 56
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 58
4.1 Análisis e interpretación de resultados (descripción) 58
4.2 Discusión de resultados 71
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 73
5.1. Conclusiones 71
5.2. Recomendaciones 72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de Inclsión y Exclusión 45

Tabla 2. Operacionalización de las Variables 43

Tabla 3. Instrumentos de Medición Clínica y Subjetiva 55

Tabla 4. Resultados Comparativos de la Evaluación Inicial y Final del Tratamiento con Plantilla en Pacientes de 2 Años a 4 Años 57

TABLA 5. Resultados Comparativos de la Evaluación Inicial y Final del Tratamiento con Plantilla en Pacientes de 5 Años a 7 Años 58

Tabla 6. Medición del Ipp-6 del Tratamiento con Plantilla en Pacientes de 2 Años a 4 Años 69

Tabla 7. Medición del Ipp-6 del Tratamiento con Plantilla en Pacientes de 5 Años a 7 Años 70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Captación, Consentimiento y Evaluación Inicial 50

Figura 2. Evaluación Biomecánica y Diagnóstico Cuantificado 51

Figura 3. Obtención de la Huella Plantar Funcional 52

Figura 4. Diseño del Patrón, Moldeado 53

Figura 5. Acabado Profesional e Integración de Elementos Correctores 54

Figura 6. Entrega, Ajuste en Calzado e Instrucción de Adaptación 55

Figura 7. Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 1 59

Figura 8 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 2 59

Figura 9 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 3. 60

Figura 10 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 4. 60

Figura 11 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 5 61

Figura 12 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 6. 61

Figura 13 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 7. 62

Figura 14 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 8. 62

Figura 15 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 9. 63

Figura 16 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 10 63

Figura 17 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 11. 64

Figura 18 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 12 64

Figura 19 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 13. 65

Figura 20 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 14. 65

Figura 21 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 15. 66

Figura 22 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 16. 66

Figura 23 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 17 67

Figura 24 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 18. 67

Figura 25 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 19 68

Figura 26 . Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 20 68

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

El 65% de los niños presentan pie plano valgo de acuerdo a la OMS, considerándose uno de los problemas más comunes en niños y que pueden afectar a su desarrollo y sus funciones motoras; que conlleven a provocar dolor al caminar, correr o saltar. Por este motivo el 45% de la población mundial acude a consulta ortopédica para tratamiento con plantillas (García, 2023).

La mayor parte de los niños al presentar pie plano valgo suelen corregirse espontáneamente en el crecimiento hasta los 7 años de edad, sin embargo, existen factores de riesgo que pueden afectar para que no se corrija con facilidad y se tenga que emplear una corrección externa; que conlleve a un tratamiento con plantillas ortopédicas para la mejora de la alteración (Rojas, 2021).

Suele presentar dolor a nivel de tobillo y en el pie; en consecuencia, a estos síntomas el niño se siente fatigado o cansado, generando una preocupación en sus padres, que los lleve a buscar un tratamiento inmediato como son el uso de plantillas; para que no siga afectando las funciones motoras del niño y las alteraciones de la marcha (López, 2021).

El pie plano valgo flexible en niños de 2 a 7 años, si bien es una condición frecuente ya menudo transitoria, representa un motivo significativo de consulta en la atención pediátrica y ortopédica. Durante esta etapa crucial del desarrollo, la estructura del pie experimenta cambios dinámicos que pueden ser influenciados por factores genéticos, ambientales y biomecánicos (Serrano, 2023).

Los factores de riesgo que se presentan en pie plano son la hiperlaxitud, arqueamiento tibial externo, inclinación hacia adelante el fémur, índice de masa corporal (IMC) aumentada,

acortamiento de la musculatura posterior, antecedentes familiares e insuficiencia del tibial posterior; siendo esta la corrección con plantillas ortopédicas (Losa, 2022).

La falta de un consenso claro y de protocolos estandarizados para la corrección del pie plano valgo en este grupo etario específico, especialmente en contextos como el ecuatoriano, dificulta la toma de decisiones basadas en evidencia. No siempre está claro qué tipo de intervención (por ejemplo, plantillas con soporte de arco, copas taloneras, calzado específico) es la más efectiva para cada subtipo de pie plano valgo flexible en este rango de edad, ni cuáles son los parámetros de éxito a corto y largo plazo que deben ser monitoreados. Además, la adhesión al tratamiento por parte de los niños y sus cuidadores es un factor crítico que a menudo no se aborda de manera sistemática en la investigación (Losa, 2022).

1.2. Justificación

La justificación de este proyecto responde a la necesidad de corregir las deformidades que se pueden presentar en el pie al tener pie plano valgo, el uso de plantillas ortopédicas es de bastante beneficio para los niños en el equilibrio al caminar, evitando la presión y rigidez en varias zonas del pie para así no presentar sobrecargas.

Con el uso de plantillas, el niño podrá realizar cualquier actividad física sin ninguna dificultad como correr, saltar y caminar; como cualquier otro niño que no presentan esta patología, permitiendo que el niño tenga un desarrollo conductual, físico y social.
El uso de las plantillas cuando presenta esta patología de pie plano valgo, contribuye a mejorar la distribución del cuerpo, facilitan tranquilidad, descanso y evita que el arco plantar se ponga rígido; también ayuda si presenta dolor cuando camine, salte o corra el niño.

El propósito de este estudio es mejorar la marcha en niños que se encuentran en crecimiento y no se vea afectado a futuro, por no tener una corrección a tiempo en su

temprana etapa de su vida. Al emplear el uso de soporte plantar o plantillas permite a que el niño no se limite en ciertas actividades físicas.

Es importante que para corregir o mejorar la alteración del pie plano en niños de 2 a 7 años de edad, una de las alternativas es la plantilla, aplicación que puede optar el profesional de la salud como primera opción antes de recurrir a un grado de cirugía.

La publicación de la implementación de la plantilla para corrección de pie plano, servirá de ayuda para el podólogo en el momento que se presente dicha patología; podrá emplear dependiendo el tipo de pie plano, como primera opción el soporte plantar.

Al corregir el pie plano valgo a edades tempranas, se optimiza el desarrollo motor de los niños, se mejora su calidad de vida al reducir la incomodidad y el dolor asociados, y se fomenta una participación activa en actividades físicas sin limitaciones. Además, esta iniciativa busca ser un referente en la atención pediátrica preventiva, al ofrecer una solución replicable y de bajo costo que puede ser implementada por profesionales de la salud. En última instancia, este proyecto contribuye al bienestar integral de la infancia, sentando las bases para un desarrollo físico saludable y un futuro con mayor movilidad y autonomía.

La plantilla personalizada que se desarrollará y aplicará no solo busca una solución terapéutica eficaz, sino que también promueve la prevención de futuras complicaciones músculo esquelético y posturales en la población pediátrica.

1.3. Alcance

El alcance de este proyecto es evaluar y verificar la mejora de la eficacia de del uso de la plantilla con el fin de mejora o corrección de la alteración provocada en niños con pie plano valgo, obteniendo también una mejoría en la marcha.

Como en primer lugar se realizará un levantamiento de pruebas y evaluaciones para poder identificar si tienen los pacientes pie plano valgo, donde se emplearía el método de uso de plantillas ortopédicas personalizadas de acuerdo a la media del pie del paciente en

congruencia con el tipo de calzado que utiliza. La efectividad de esta intervención será evaluada mediante la comparación de mediciones antes y después del tratamiento en un periodo determinado, utilizando parámetros de mediciones angulares del retropié y una valoración clínica funcional.

1.4. Objetivos General y Específicos

- **Objetivo General:**

Desarrollo y aplicación de una plantilla para corregir el pie plano valgo en niños de 2 a 7 años en la unidad educativa Claudio Monteverde en la ciudad de Quito - 2025.

- **Objetivos Específicos:**

a) Identificar los fundamentos teóricos sobre la eficacia de la plantilla ortopédica con cuña interna en el tratamiento del pie plano valgo, además del impacto en el aumento del arco longitudinal interno.
b) Desarrollar una plantilla ortopédica para la corrección del pie plano valgo, para mejorar la marcha del niño.
c) Registrar el proceso de aplicación de la plantilla mediante la cuantificación de parámetros podométricos, angulares y funcionales antes y después de un periodo de intervención establecida.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Anatomía del Pie

2.1.1. *Desarrollo Óseo y Articular del Pie Pediátrico*

La estructura del pie de un niño es notablemente diferente a la de un adulto, lo que subraya la importancia de un abordaje especializado en podología pediátrica. Al nacer, el esqueleto del pie está compuesto principalmente por cartílago, que progresivamente se osifica a medida que el niño crece. Este proceso no es sincrónico; los huesos del tarso, por ejemplo, pueden tardar hasta 10 años o más en completarse. La maleabilidad de esta estructura cartilaginosa y ósea en desarrollo es lo que hace que el pie sea vulnerable a deformidades, pero al mismo tiempo, es lo que permite que las intervenciones conservadoras como el uso de plantillas y ejercicios sean efectivas durante esta etapa de la vida. Esta particularidad biológica es la base de la terapia correctiva en edades tempranas, ya que el hueso aún no ha alcanzado su maduración completa y puede ser influenciado por fuerzas externas (Sánchez, 2021).

El crecimiento en las articulaciones del pie infantil tiene características que lo distinguen, como es la laxitud ligamentaria. Las articulaciones, como la subtalar y la mediotarsiana, son más flexibles en los niños, lo que genera la apariencia de un pie plano en los primeros años del infante. Esta hipermovilidad es fisiológica y permite al pie adaptarse a los distintos estímulos que recibe durante el aprendizaje de la marcha. Se debe tener en cuenta que una laxitud excesiva o que se permanente, sin el adecuado control muscular, puede ocasionar una deformidad estructural, en la cual el pie no pueda desarrollar los arcos plantares necesarios para una adecuada función biomecánica del pie. El papel del podólogo es discernir entre un pie plano fisiológico y uno patológico que requiere intervención, basándose en esta evaluación articular (García, 2020).

La alteración fisiológica del pie plano no se limita al pie; se extiende a la cadena cinética completa, ya que el cuerpo intenta compensar la falta de función. La excesiva pronación del pie provoca una rotación interna de la rodilla y el fémur, lo que altera la alineación de la cadera y la pelvis. Este desequilibrio biomecánico ascendente puede manifestarse en síntomas como dolor en las rodillas o la zona lumbar, lo que subraya la importancia de un diagnóstico podológico que evalúe la postura completa del niño. La intervención a través de terapias de reeducación busca no solo fortalecer los músculos del pie, sino también restablecer la correcta alineación en todo el miembro inferior (Gómez, 2022).

2.1.2. *Biomecánica de la Marcha y el Apoyo Plantar en Niños*

La marcha infantil es un proceso de desarrollo que se distingue de la marcha madura de un adulto en varios aspectos biomecánicos. Con el transcurso de los inicios años de vida, el patrón de marcha es inestable y de base amplia, con un apoyo plantar completo que refleja la falta de desarrollo del arco longitudinal. La marcha inicial se caracteriza por un menor control de la rodilla y un pie en constante eversión para ganar estabilidad. Este patrón evoluciona de manera natural, y alrededor de los 7 años, la marcha del niño se asemeja a la de un adulto, con un movimiento de talón a puntera y una fase de apoyo más definida. La presencia de un pie plano en esta etapa es, en muchos casos, una variación normal del desarrollo, pero su persistencia o la aparición de síntomas alcanza a señalar la necesidad de un examen más profunda para descartar una patología subyacente (Castañeda, 2020).

El soporte plantar de los niños se muestra como un reflejo de su etapa de crecimiento, en que la planta del pie actúa como una extensa base de soporte. A medida que los músculos intrínsecos del pie se fortalecen y los ligamentos maduran, la almohadilla de grasa plantar disminuye y el arco longitudinal comienza a elevarse. El cambio que se desarrolla en la huella plantar, de un pie asentado totalmente apoyado a uno ya con un arco bien definido, en

donde está un pie totalmente apoyado a un pie con un arco definido, es un indicador que indica el correcto desarrollo fisiológico del pie.

La biomecánica en esta etapa va a obedecer de la conexión existente entre músculos, huesos y ligamentos, los mismos que deben trabajar juntos para poder sobrellevar el peso del cuerpo y de esta manera absorber las fuerzas de impacto durante la marcha. Cuando esta etapa sufre algún cambio, el pie pierde su magnitud de adaptación (Pérez, 2021).

El funcionamiento anormal de la biomecánica en el pie plano afecta a toda la cadena cinética, lo que provoca compensaciones que pueden manifestarse en otros segmentos del cuerpo. Una pronación excesiva del pie, común en el pie plano valgo, puede provocar una rotación interna de la tibia y el fémur, afectando la alineación de la rodilla y la cadera. Por esta razón, el análisis de la marcha en niños con pie plano no se limita al pie, sino que incluye una evaluación integral de la postura y el movimiento de todo el miembro inferior. El podólogo debe identificar estas compensaciones para poder diseñar un tratamiento que no solo corrija la patología del pie, sino que también prevenga problemas futuros en otras articulaciones (Díaz, 2021).

2.1.3. *Fisiología del Pie Plano*

2.1.3.1. Alteración de la función biomecánica del pie plano.

La fisiología del pie plano se centra en la disfunción de sus mecanismos de soporte y propulsión, que resulta en una alteración biomecánica significativa. El principal cambio fisiológico es el colapso del arco longitudinal medial, lo que provoca que la cabeza del astrágalo descienda y la articulación subtalar se pronuncie de forma excesiva. Una pronación hiperactiva anula la capacidad del pie para que alcance actuar al igual que una palanca solidad en la fase de despegue de la marcha.

De esta manera disminuye su eficiencia en la propulsión. En un pie sano, el astrágalo y el calcáneo forman una estructura estable que facilita el movimiento, pero en el pie plano, esta estabilidad se pierde, lo que genera una distribución de cargas insuficientes y una sobrecarga en la musculatura de la pierna. (González, 2022).

El derrumbe del arco longitudinal interno afecta directamente a las estructuras de soporte pasivo, como es la fascia plantar y los ligamentos. La fascia plantar, es un tejido conectivo grueso que actúa en la amortiguación de la tensión y esta se sobrecarga al tener que soportar el peso del cuerpo, sin contar con el adecuado soporte del arco longitudinal interno. Con el tiempo, esta sobrecarga puede generar inflamación y dolor, a esta condición se le denomina fascitis plantar. Se considera también los ligamentos que relacionan los huesos del pie se extienden y debilitan, siendo su capacidad para mantener la alineación de las articulaciones afectada. Esta debilidad estructural recurrente forma el aplanamiento del pie, por esta razón se complica más la corrección si no se atiende a tiempo esta problemática (Torres, 2020).

La alteración fisiológica del pie plano no se limita al pie; se extiende a la cadena cinética completa, ya que el cuerpo intenta compensar la falta de función. El nivel de pronación alta del pie causa una rotación interna de la rodilla y el fémur, lo que altera la alineación de la cadera y la pelvis. Este desequilibrio biomecánico ascendente puede manifestarse en síntomas como dolor en las rodillas o la zona lumbar, lo que subraya la importancia de un diagnóstico podológico que evalúe la postura completa del niño. La intervención a través de terapias de reeducación busca no solo fortalecer los músculos del pie, sino también restablecer la correcta alineación en todo el miembro inferior (Gómez, 2022).

2.1.4. *Diagnóstico del Pie Plano*

2.1.4.1. Exploración clínica. Es importante en este proceso el diagnóstico del pie plano en cada niño, que conlleve al podólogo a examinar la condición de una forma estática o dinámica y no solo apoyarse con las imágenes. En el momento de la evaluación estática, el especialista observa la alineación del pie y la extremidad inferior con el paciente de pie y en reposo. Se presta especial atención a la eversión del calcáneo, al descenso del arco longitudinal medial y a la posible rotación interna de las rodillas. Esta observación inicial es crucial para determinar la gravedad aparente de la deformidad y orientar la realización de pruebas más específicas para ratificar el análisis y especificar el tipo de pie plano sea este flexible o rígido (Muñoz, 2020).

Después de haber realizado las pruebas en estática, se pasa a las pruebas funcionales del pie, que son esenciales para entender cómo se comporta bajo carga y en movimiento. Una prueba clave es valorar la elevación de los talones, en la cual se le pide al niño que se ponga de puntillas. En un pie plano flexible, se espera que el arco se forme y el calcáneo se invierta esto quiere decir que se moverá hacia adentro. Si existe la ausencia del movimiento de inversión sugiere que el pie es rígido, lo que indica que la corrección manual o terapéutica podría ser más limitada. Otra prueba fundamental es el Test de Jack, que se fundamenta en la dorsiflexión pasiva del dedo gordo, lo que debería estimular la formación del arco. Los resultados obtenidos a estas pruebas proporcionan información valiosa sobre la funcionalidad de los músculos y ligamentos (Martínez, 2022).

En esta etapa también se suma la palpación para examinar la flexibilidad de las articulaciones y detectar algún dolor o tensión. El podólogo palpa el pie en busca de rigidez en la articulación y tensión en el tendón de Aquiles, factores que pueden

influir en el grado de la deformidad. Adicionalmente, se realiza un análisis de la marcha para observar cómo el pie reacciona a las distintas fases del paso, a partir del impacto del talón hasta el comienzo de los dedos. Una marcha con una fase de apoyo extendida o con un mayor movimiento de las rodillas son indicadores clínicos que complementan el diagnóstico visual y funcional, provocando la formulación de un plan de procedimiento preciso y personalizado (Sánchez, 2023).

Además de la exploración clínica existe métodos de análisis que permiten objetivar y cuantificar la deformidad del pie plano. Dos de los más relevantes son la pedigrafía y el método de Hernández Corvo. La pedigrafía es una técnica que consiste en obtener una impresión de la huella plantar para su posterior análisis. Se utiliza un dispositivo llamado pedigrafo, que puede ser una plataforma con tinta o una superficie electrónica sensible a la presión. La huella obtenida, conocida como pedigrama, permite al podólogo evaluar la superficie de apoyo del pie y la distribución de las presiones. Un pie plano se caracteriza por una huella completa, donde la zona del arco medial está completamente marcada. El análisis del pedigrama proporciona una medida visual y cuantitativa del grado de aplanamiento, siendo una herramienta crucial para el seguimiento de la evolución del pie con el tratamiento (Vargas, 2021).

El método de Hernández Corvo es un sistema de análisis morfológico de la huella plantar que va más allá de la simple inspección visual. Este método se basa en la medición de ángulos y la relación entre diferentes puntos de referencia en el pedigrama para determinar el grado de deformidad del pie plano. Se traza líneas que conectan el centro del talón, el punto medio del arco y la cabeza de los metatarsianos, y se miden los ángulos formados. Este método proporciona un valor numérico objetivo que permite clasificar el pie plano en grados y evaluar los cambios con el

tiempo, lo que es invaluable para documentar la efectividad de las plantillas o la reeducación de la marcha (Hernández, 2023).

2.1.5. *Tratamientos Conservadores*

2.1.5.1. Reeducación biomecánica y la marcha. La reeducación biomecánica de la marcha es un componente esencial de los tratamientos conservadores del pie plano en la niñez. Este enfoque terapéutico se centra en entrenar al niño para que desarrolle un patrón de marcha más eficiente y saludable, corrigiendo los vicios que contribuyen a la deformidad. A través de ejercicios específicos, se busca fortalecer la musculatura intrínseca del pie, que es fundamental para mantener el arco longitudinal. La reeducación no solo mejora la fuerza, sino que también promueve la conciencia corporal, ayudando al niño a comprender la importancia de una pisada correcta para su bienestar a largo plazo (Silva, 2021).

El podólogo juega un papel crucial en la reeducación, ya que no se limita a dar una lista de ejercicios. El profesional debe guiar al niño a través de cada movimiento, corregir la técnica y motivarlo, asegurando que el protocolo se siga de manera consistente para obtener resultados óptimos. Un programa de reeducación biomecánica exitoso no solo mejora la alineación del pie, sino que también puede prevenir el dolor y la fatiga muscular asociados al pie plano, al mismo tiempo que contribuye a la salud de las articulaciones superiores de la cadena cinética. De este modo, la reeducación se convierte en una herramienta preventiva y correctiva, preparando al pie para su función óptima en la adultez (Rodríguez, 2021).

2.1.6. *Tipos de Materiales y Aplicación en Ortopedia*

2.1.6.1. **Materiales de amortiguación y soporte**. La selección de materiales es un paso crítico en la fabricación de plantillas ortopédicas y depende directamente del objetivo terapéutico deseado. Para las plantillas con función de amortiguación, se utilizan materiales como las espumas de celda abierta y el etilvinilacetato (EVA) de baja densidad. Estos materiales, por sus propiedades viscoelásticas, son ideales para absorber el impacto del peso corporal durante la marcha, reduciendo la presión sobre los talones y el arco plantar. Su aplicación es vital en pacientes que refieren dolor por sobrecarga o que tienen una pisada muy dura. La correcta elección y combinación de estos materiales garantizan no solo la comodidad, sino también la durabilidad de la plantilla, asegurando que el efecto terapéutico se mantenga a lo largo del tiempo (Losa, 2022).

Por otro lado, los materiales de soporte están diseñados para corregir la alineación del pie y controlar su movimiento. Para este fin, se emplean materiales como el polipropileno, el EVA de alta densidad y las resinas. El EVA de alta densidad es un material versátil y popular, ya que permite la creación de cuñas y soportes rígidos que controlan la eversión del talón y evitan el colapso del arco. Su rigidez controlada es fundamental para aplicar las fuerzas necesarias para corregir la biomecánica del pie sin causar molestias al paciente. La combinación de materiales de soporte y amortiguación es lo que permite crear plantillas personalizadas que abordan múltiples problemas simultáneamente (Sánchez, 2023).

La aplicación de estos materiales es un arte y una ciencia que requiere el conocimiento del podólogo para entender cómo cada material interactúa con el pie. Por ejemplo, una plantilla con un soporte de EVA de alta densidad puede ser

inadecuada para un niño con un pie plano rígido, ya que podría causar más dolor. En estos casos, se optaría por materiales más blandos que ofrezcan soporte sin ejercer una presión excesiva. La combinación estratégica de estos materiales en distintas capas y densidades permite al podólogo crear un dispositivo que no solo corrige, sino que también protege las estructuras del pie en desarrollo, optimizando los resultados del tratamiento (Rodríguez, 2020).

2.1.7. *Proceso de Fabricación*

La etapa de elaboración de una plantilla ortopédica es un proceso técnico que trasciende el diagnóstico clínico en un dispositivo funcional. Inicia con la toma de un molde del pie, que puede ser a través de técnicas tradicionales como el yeso o métodos más modernos como el escáner digital. Este molde es fundamental, ya que captura la anatomía específica del pie del paciente en una posición neutra o con corrección. Una vez conseguido el molde, se crea una base de trabajo que servirá para construir la plantilla, afirmando una adaptación perfecta y un ajuste exacto que garantice la efectividad del tratamiento (Morales, 2021).

Más adelante, se seleccionan los materiales, basándose en el diagnóstico y los objetivos terapéuticos. Las diferentes capas de materiales, como el EVA de distintas consistencias, se cortan y se moldean térmicamente para darles la forma deseada. En esta etapa, el técnico ortopédico, bajo la dirección del podólogo, añade los elementos correctivos específicos, como cuñas, soportes o descargas que han sido prescritos. El proceso de termoconformado es fundamental, ya que permite que los materiales se adapten a la anatomía tridimensional del molde, creando una plantilla con la curvatura y los contornos necesarios para el pie del paciente (López, 2022).

Una vez que la plantilla ha sido moldeada, se le da el terminado final, que incluye el recorte de los extremos y el pulido para afirmar que no haya puntos de presión que puedan

ocasionar molestias. El último paso es la prueba de la plantilla en el paciente, donde el podólogo verifica su ajuste en el calzado y su efecto en la marcha. Este proceso no es un mero acto de fabricación, sino una extensión del diagnóstico y el plan de tratamiento. Una plantilla bien fabricada es la manifestación física de un diagnóstico preciso, diseñada para influir positivamente en la biomecánica del pie y prevenir futuras complicaciones (Morales, 2021).

2.1.8. *Plantillas Ortopédicas*

2.1.8.1. Función y mecanismo de acción. La función principal de una plantilla ortopédica va más allá del simple soporte del arco plantar; su objetivo fundamental es mejorar la funcionalidad del pie y de toda la extremidad inferior. Las plantillas actúan como un interfaz terapéutico entre el pie y el calzado, corrigiendo la alineación de las articulaciones del retropié y del mediopié, y distribuyendo las presiones plantares de manera uniforme. Al proporcionar un soporte adecuado, se reduce la sobrecarga en estructuras como la fascia plantar y el tendón del tibial posterior, lo que contribuye a la disminución del dolor y la fatiga. La función de la plantilla es esencialmente devolver al pie su capacidad de actuar como una estructura eficiente tanto para absorber impactos como para la propulsión (González, 2021).

El mecanismo de acción de las plantillas es tanto mecánico como neuromuscular. Mecánicamente, la plantilla ejerce fuerzas de corrección sobre el pie, controlando la pronación excesiva y elevando el arco longitudinal medial. Al colocar el calcáneo en una posición más neutral, se estabiliza la articulación subtalar y se mejora la alineación del tobillo, lo que beneficia a la rodilla y la cadera. Neuromuscularmente, la plantilla proporciona estímulos táctiles y de presión que mejoran la propiocepción, es decir, la conciencia de la posición del pie en el espacio.

Esta mejora de la propiocepción activa los músculos intrínsecos del pie, fortaleciéndolos y contribuyendo a la corrección a largo plazo (González, 2021).

De este modo, la plantilla no es una simple muleta pasiva, sino una herramienta activa que estimula la función muscular. Su diseño busca no solo corregir una deformidad, sino también educar al sistema neuromotor del niño para que adopte un patrón de movimiento más funcional. Al mejorar la estabilidad del pie durante la fase de apoyo de la marcha, la plantilla reduce el trabajo excesivo de los músculos extrínsecos de la pierna, lo que contribuye a la prevención de futuras lesiones. La efectividad de una plantilla está directamente ligada a su capacidad para activar este mecanismo de reeducación del pie (Torres, 2022).

2.1.9. *Clasificación de Plantillas*

La clasificación de las plantillas ortopédicas se basa en su función y en el tipo de corrección que proporcionan. Las principales categorías son las plantillas acomodativas y las funcionales. Las plantillas acomodativas están diseñadas principalmente para aliviar la presión en áreas de sobrecarga. Se fabrican con materiales blandos y de baja densidad, como las espumas, y se utilizan para reducir el dolor causado por callosidades, úlceras o deformidades rígidas. Su objetivo no es corregir la biomecánica del pie, sino proporcionar comodidad y protección a zonas sensibles, distribuyendo el peso de manera más uniforme para evitar futuras lesiones (Rojas, 2020).

Por otro lado, las plantillas funcionales son las que se utilizan para el tratamiento del pie plano en niños, ya que están diseñadas para corregir la biomecánica del pie. Se confeccionan con materiales más rígidos, como el polipropileno o el EVA de alta densidad, y se personalizan con elementos como cuñas y soportes de arco que fuerzan al pie a adoptar una posición más neutral durante la marcha. Su objetivo es influir activamente en la cinemática del pie para mejorar su alineación y función. La elección entre una plantilla

acomodativa y una funcional depende del diagnóstico preciso del podólogo y de las características específicas del pie del paciente, como su flexibilidad y el grado de la deformidad (Castro, 2022).

Finalmente, también se puede clasificar las plantillas según su método de fabricación en prefabricadas y personalizadas. Las plantillas prefabricadas son dispositivos genéricos que se ajustan al pie del paciente de forma superficial y se utilizan para casos leves o para pruebas iniciales. Por el contrario, las plantillas personalizadas son la opción más precisa y eficaz, ya que se fabrican a partir de un molde o escaneo del pie del paciente. Este método permite al podólogo diseñar un dispositivo que se adapta perfectamente a la anatomía única del pie, aplicando las fuerzas correctivas exactamente donde se necesitan para lograr los mejores resultados terapéuticos. La combinación del tipo de plantilla (funcional o acomodativa) con el método de fabricación es lo que determina la efectividad del tratamiento (Pérez, 2023).

2.2. Marco Conceptual

Los conceptos que se detallan a continuación son extraídos de la Real Academia Española (2024):

- **Pediatría**

Se refiere a la rama de la medicina que se ocupa de la salud de los niños. En el contexto de la podología, la pediatría es la especialidad que se centra en el diagnóstico, tratamiento y prevención de las afecciones del pie y tobillo en el paciente infantil, considerando su crecimiento y desarrollo únicos.

- **Laxitud**

En el ámbito de la salud, describe la condición de las articulaciones que presentan una excesiva movilidad, superando su rango de movimiento normal. En podología, la laxitud

articular es una característica común en los pies de los niños y es un factor clave en a etiología de ciertas deformidades, como el pie plano flexible.

- **Biomecánica**

Es una ciencia que aplica los principios de la mecánica al estudio de los seres vivos. Dentro de la podología, la biomecánica es fundamental para analizar la estructura, la función y el movimiento del pie y la extremidad inferior, tanto en condiciones normales como patológicas, permitiendo entender las fuerzas que actúan sobre ellos.

- **Marcha**

Es la manera particular de caminar. En podología, el análisis de la marcha es una herramienta diagnóstico esencial que evalúa las fases del ciclo del paso, la distribución de la carga plantar y la alineación de las extremidades inferiores. Este análisis ayuda a identificar patrones de movimiento anormales que puedan estar relacionados con problemas en el pie.

- **Pie plano**

Es una afección en la cual el arco longitudinal del pie, tanto el interno como el externo, ha descendido. Esta condición se caracteriza por el aplanamiento de la bóveda plantar, lo que provoca que una mayor área de la planta del pie toque el suelo durante la bipedestación y la marcha.

- **Arco longitudinal**

Se refiere a la estructura curva que se extiende a lo largo del pie, formada por los huesos tarsianos y metatarsianos, sostenidos por ligamentos y músculos. Este arco es vital para la distribución del peso corporal, la absorción de impactos y la propulsión durante el movimiento.

- **Test de Jack**

Es una prueba clínica que se realiza para evaluar la flexibilidad del pie. Consiste en la dorsiflexión pasiva del primer dedo del pie (hallux) para observar si se forma el arco

longitudinal. La creación del arco indica que el pie plano es flexible, mientras que su ausencia sugiere una rigidez en la estructura.

- **Ortopedia**

Es la rama de la medicina que se dedica a corregir las deformidades o desviaciones del sistema musculoesquelético. En la podología, la ortopedia se relaciona con el diseño y la aplicación de dispositivos, como las plantillas, que buscan corregir o compensar las alteraciones biomecánicas del pie.

- **Materiales**

Se refiere a las sustancias que se utilizan para la fabricación de productos. En el contexto de las plantillas ortopédicas, los materiales son seleccionados por sus propiedades físicas, como la densidad, la rigidez o la capacidad de amortiguación, para cumplir con los objetivos terapéuticos específicos en la corrección de una deformidad.

- **Plantilla Ortopédica**

Es un dispositivo que se introduce en el calzado para modificar la función biomecánica del pie y la extremidad inferior. Las plantillas están diseñadas para corregir la postura del pie, distribuir las presiones de manera uniforme y proporcionar un soporte adecuado al arco longitudinal.

2.3. Marco Legal

- El Marco Legal que sustenta la intervención podológica en el tratamiento del pie plano valgo flexible en niños en Ecuador se origina en la Constitución de la República, la cual establece el derecho a la salud como un derecho fundamental y garantiza el acceso universal a servicios de promoción, prevención y atención de calidad. De esta base constitucional se desprende la Ley Orgánica de Salud (LOS), que establece principios fundamentales para la atención sanitaria de la población, con

un énfasis particular en la protección de la población más vulnerable. El tratamiento del pie plano valgo en niños de 2 a 7 años de edad está directamente amparado por las normativas que priorizan la salud integral de la infancia, lo cual se traduce en una obligación estatal de garantizar este derecho y determinar la política sanitaria nacional. Esta disposición obliga al profesional podólogo a adherirse rigurosamente a protocolos que minimicen cualquier riesgo potencial y que maximicen el bienestar físico y el desarrollo musculoesquelético del menor, conforme al principio de interés superior del niño, asegurando que la intervención se realice con la máxima idoneidad técnica. (Asamblea Nacional, 2006).

- El Artículo de la Ley Orgánica de Salud que establece la obligación estatal de promover el desarrollo de programas de atención integral a la salud de la niñez es el pilar fundamental que justifica la aplicación temprana de intervenciones podológicas correctivas en este proyecto. La provisión y aplicación oportuna de una plantilla ortopédica funcional en la etapa preescolar y escolar temprana se identifica como una acción dual y complementaria: es preventiva de futuras patologías musculoesqueléticas a largo plazo, como el dolor crónico de rodilla, alteraciones posturales compensatorias o la aparición de deformidades permanentes del pie; y al mismo tiempo, es curativa/correctiva de la desalineación estructural que ya se encuentra presente en el retropié del niño. Esta intervención se alinea directamente con la política pública que busca mejorar los determinantes de salud desde etapas tempranas de la vida, reconociendo el impacto crucial que tienen las afecciones podológicas no tratadas en el desarrollo global, la movilidad y la calidad de vida funcional del niño, lo cual reduce la carga de morbilidad futura en el sistema de salud. (Ministerio de Salud Pública, 2021).

- La aplicación de esta plantilla ortopédica no solo se rige por la Ley de Salud, sino también por las normativas específicas que regulan el ejercicio de las profesiones sanitarias y la calidad de los dispositivos médicos en el territorio ecuatoriano. El ejercicio de la podología como disciplina de la salud exige que el profesional responsable de la fabricación y adaptación de la plantilla cuente con la habilitación, certificación y registro correspondiente ante las autoridades sanitarias competentes, garantizando la pericia técnica necesaria para la evaluación precisa, diagnóstico y fabricación de órtesis complejas, como es el caso de la plantilla termo conformada y personalizada. Este requisito es fundamental para asegurar que el producto entregado al paciente (la plantilla) cumpla con los más altos estándares de calidad, seguridad y eficacia terapéutica, evitando el riesgo de causar iatrogenia o lesiones por diseños inadecuados o materiales inapropiados, especialmente en la población pediátrica. La normativa de regulación sanitaria exige que el podólogo se adhiera a las guías de práctica clínica reconocidas internacionalmente, lo cual refuerza el rigor metodológico y la ética de la investigación. (Aguirre, 2023).

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. Según el Propósito

3.1.1.1. Investigación descriptiva. El estudio se centra en describir con precisión las características clínicas, morfológicas y funcionales del pie plano valgo flexible en la población de niños seleccionada, que abarca el rango etario de dos a siete años. Este enfoque descriptivo inicial es crucial, ya que implica la documentación detallada y exhaustiva de las variables demográficas, clínicas y antropométricas de cada participante, donde se unen factores como la edad, el género, si tuviese el historial de desarrollo de la marcha y el grado de la desproporción del retropié medido en grados angulares. El objetivo principal de esta de la intervención podológica, sentando el punto de partida para la evaluación de los cambios posteriores y la efectividad del dispositivo correcto (Smith, 2021).

3.1.1.2. Investigación exploratoria. Esta investigación se clasifica con un matiz exploratorio debido a la naturaleza especifica de la intervención y la población de estudio. Si bien existe conocimiento sobre la corrección del pie plano, la investigación busca indagar sobre la respuesta biomecánica del pie infantil a una intervención podológica especifica con la nueva plantilla y el protocolo propuesto en esta tesis. Dada la novedad o la característica del diseño de la órtesis planteada, se investigarán los efectos de su aplicación en la función y la realineación del pie en una etapa temprana del desarrollo, sentando las bases empíricas y metodológicas necesarias. Este carácter exploratorio es clave para identificar variables de respuesta y establecer la viabilidad de un estudio posterior más grande y con control aleatorio (Gutiérrez, 2022).

3.1.1.3. Investigación aplicada. La naturaleza de este proyecto es eminentemente aplicada, ya que busca solucionar un problema de salud específico: la corrección del pie plano valgo. La investigación se enfoca en el desarrollo y la evaluación de un producto podológico, una plantilla, cuyo objeto es tener un impacto directo, práctico y medible en la alineación estructural del pie, en la prevención de la fatiga muscular y en la mejora de la calidad de vida de los niños participantes. Este enfoque aplicado transforma el conocimiento técnico de la termoconformación y la biomecánica en una herramienta tangible y eficaz para la práctica clínica diaria del podólogo (López, 2023).

3.1.2. *Según la Manipulación de Variables*

3.1.2.1. Investigación cuasi-experimental. Se clasifica como cuasi-experimental debido a la manipulación directa de la variable independiente por parte del investigador, la cual es la plantilla ortopédica correctiva diseñada con EVA termoconformado, para observar su efecto sobre variables dependientes cuantificables, tales como el grado de valgo del retropié, la alineación articular, los índices plantares de presión y la precepción de satisfacción o confort reportada por los padres. La distinción principal con respecto a un experimento puro radica en la ausencia de un grupo de control aleatorio; por razones éticas y de protocolo clínico, todos los participantes diagnosticados recibirán la intervención activa durante el periodo del estudio. Este diseño es adecuado para evaluar la efectividad y la seguridad preliminar del tratamiento en un entorno clínico real sin negar e acceso a la órtesis a los niños que la requieren (García, 2024).

3.1.3. *Según el Tiempo de Desarrollo*

3.1.3.1. Investigación longitudinal a corto plazo. El estudio se desarrollará a lo largo de un periodo de tiempo definido que se considera a corto plazo para la investigación clínica de órtesis (generalmente un periodo de seguimiento de seis a doce meses), lo cual es fundamental para capturar la progresión inicial de la corrección del pie en desarrollo. Se realizarán mediciones y evaluaciones biomecánicas repetidas en los mismos individuos en diferentes momentos clave del tratamiento, incluyendo las fases de línea base, inicio de la adaptación, a los seis meses de uso, y al finalizar el periodo de seguimiento. Este enfoque longitudinal permite al investigador observar y documentar la evolución precisa de las variables dependientes a lo largo del tiempo, evaluando la progresión de la corrección del pie plano y la efectividad sostenida del tratamiento ortopédico infantil, asegurando que los cambios observados sean atribuibles a la intervención y no solo al crecimiento normal (Pérez, 2020).

3.2. Tipo de Enfoque

El enfoque de esta investigación es de naturaleza mixta, combinando de forma sistemática y rigurosa elementos tanto cuantitativos como cualitativos para obtener una comprensión integral del fenómeno de estudio. La vertiente cuantitativa se manifiesta en la recopilación y el análisis de datos numéricos y métricos, tales como los valores del ángulo de valgo calcáneo medido con el goniómetro, los cambios en los índices plantares de la pedigrafía o los valores obtenidos en la plataforma de presiones, permitiendo establecer la eficacia biomecánica. Por su parte, el enfoque cualitativo se implementa mediante el análisis de la retroalimentación directa de los participantes y sus padres, a través de la entrevista clínica y el registro de evolución en la bitácora, capturando su percepción sobre la comodidad, la funcionalidad y la adhesión al tratamiento en su vida diaria, lo que enriquece la validez externa del estudio (Sánchez, 2022).

3.3. Herramientas Metodológicas

La herramienta que resalta en esta investigación y la más utilizada es el ensayo no controlado, que se trata de una característica de estudio de enfoque clínico; donde los pacientes que se presentaron en dicho estudio con diagnostico con pie plano se los considera dentro del tratamiento experimental, que viene a ser las plantillas personalizadas. La herramienta utilizada es compatible para estos estudios y favorable para trasformaciones de tecnologías o los protocolos que se generen en el tiempo, en la cual se evalúa si es seguro, tolerante y efectivo de manera previa en los diferentes pacientes. Este modelo permite controlar de manera directa y consecutiva de las reacciones de la plantilla en los pacientes, posteriormente llevar un detalle documentado a la respuesta del paciente en el tratamiento antes de cambiar a un nuevo formato más complejo (Rodríguez, 2023).

3.4. Técnicas

3.4.1. *Historia Clínica*

Es la herramienta esencial y principal para la recopilación de datos iniciales del paciente y la documentación anexada del proceso de seguimiento. Se selecionara un formato especializado para documentar antecedentes personales (desarrollo motor, calzado habitual), familiares (historia de alteraciones posturales) y clínicos de cada participante, así como para registrar los hallazgos de la exploración física inicial y el diagnóstico diferencial. Su función primordial es garantizar la trazabilidad de la información en cada visita, sirviendo como registro de las mediciones iniciales de valgo y como bitácora para documentar la evolución de los síntomas y la adhesión al tratamiento en cada cita de seguimiento, siendo el documento legal y metodológico primario (Díaz, 2024).

3.4.2. *Base de Datos*

Se creará una base de datos digital anexada en carpetas debidamente identificadas para almacenar, organizar y gestionar de manera sistemática toda la información recolectada a lo largo del proceso de estudio, garantizando la integridad y accesibilidad de los datos. Este sistema facilitará el vaciado de los resultados de las mediciones angulares obtenidas con el goniómetro y los índices plantares extraídos de la pedigrafía, permitiendo realizar comparaciones temporales. La organización minunciosa de la base de datos es importante para después se realice la aplicación del análisis estadístico inferencial, permitiendo la comparación objetiva de los cambios en las variables dependientes y la validación de la hipótesis central de la tesis (Jara, 2024).

3.4.3. *Fotografía*

Se selecciona la técnica fotográfica como una demostración visual objetiva y complementaria a la medición angular y la pedigrafía, primordial para el estudio de la morfología en la investigación podológica. Se tomarán fotografías estandarizadas del pie de cada niño en diferentes vistas clínicas: posterior (para diagnosticar el valgo del retropié y la alineación calcánea), medial (para anotar la altura del arco longitudinal interno) y anterior (para el antepié). Estas imágenes se capturarán invariablemente antes y después de la intervención, y en cada control biométrico, sirviendo como una documentación irrefutable de los cambios morfológicos y de alineación logrados por la plantilla, permitiendo incluso realizar análisis fotográfico para potenciar la interpretación de los datos numéricos (Silva, 2022).

3.5. Estudios iniciales

3.5.1. *Criterios de Inclusión y Exclusión*

En la tabla 1 se describen los criterios de inclusión (lo que debe presentar) y exclusión (lo que no debe presentar los sujetos de estudio, los cuales fueron previamente establecidos.

Tabla 1

Criterios de selección.

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
• Niños entre 2 y 7 años de edad.	• Niños con pie plano rígido o deformidades congénitas.
• Diagnóstico de pie plano valgo flexible.	• Niños con dismetría.
• Consentimiento informado firmado por los padres o tutores.	• Niños con patologías neurológicas o neuromusculares.
• Disponibilidad para participar en el estudio durante el tiempo establecido.	

Nota. Requisitos para ingresar al proyecto

3.5.2 *Muestreo*

3.5.2.1 Población y muestra. La población en este estudio está constituida por 20 pacientes pediátricos con diagnóstico confirmado de pie plano valgo flexible, cuyas edades oscilaron entre los 2 y 7 años.

3.5.2.2 Tipo de muestreo. Muestreo no probabilístico: Se utilizará un muestreo por conveniencia. Los participantes serán seleccionados según su disponibilidad y accesibilidad para el investigador. Esto es común en estudios piloto y cuasi-experimentales donde se prioriza la viabilidad de la intervención**.**

3.6. Desarrollo

El proyecto de estudio podológico preventivo se desarrollará en tres fases bien definidas: Fase Clínica y Diagnóstico, Fase de Moldeado y Diseño y Fase de Fabricación y Entrega.

- **Evaluación clínica y diagnóstico**

La fase inicial del proyecto establece las bases para una ejecución segura, ética y metódica. Después de asegurar la aprobación institucional y recabar los Consentimientos Informados de los representantes legales, se activa el protocolo de bioseguridad. Se coloca el equipo de protección personal o sus iniciales EPP normado, que comprende de guantes desechables, bata quirurgica, gorro desechable y mascarilla. El área de investigación, con anticipación la desinfección, se adecua con el instrumental primario y los equipos principales para el diagnóstico: el Pedígrafo y el Goniómetro. Se resalta la conformación de un área de confianza para impulsar la predisposición del niño, lo cual es clave para tener resultados y mediciones más precisas, principalmente lo que es la huella plantar en carga.

La examinación clínica se inicia con la Anamnesis, registrando la historia de antecedentes familiares de pie plano o de las alteraciones posturales, la edad de cuando inicio de la marcha y la sintomatología actual, enfocándose en la detección de fatiga o dolor recurrente en las extremidades. A continuación, se procede a la examinación estática y en dinámica. En la bipedestación, se evalúa la alineación corporal general y, fundamentalmente, la posición del retropié. Utilizando el Goniómetro, el podólogo mide el ángulo de valgo calcáneo (eversión del talón) con el niño en carga, cuantificando la desalineación. En la evaluación dinámica, se observa la marcha para identificar patrones de pronación excesiva o inestabilidad, datos que complementan el diagnóstico cuantitativo. Estos elementos, combinados con los resultados del Pedígrafo, constituyen los únicos parámetros para la decisión de intervención.

- **Obtención de la Huella Plantar Corregida (Pedigrafía Funcional) y Diseño del Patrón**

El método de toma de muestra se centra exclusivamente en el Pedígrafo de Tinta, el cual, aunque tradicional, es efectivo para capturar la distribución de la carga. Para obtener el

patrón de diseño, la toma de muestra debe ser corregida, lo que se denomina Pedigrafía Funcional. Este paso es crucial: el niño se coloca sobre el pedígrafo de tinta. Antes de que aplique su peso total, el podólogo manipula el pie hasta lograr una corrección manual de la deformidad, disminuyendo el valgo calcáneo y elevando ligeramente el arco longitudinal interno. Mientras se mantiene esta corrección de forma precisa y firme, se le pide al niño que aplique su peso. Esta técnica de corrección manual garantiza que la huella impresa en el papel no sea la huella deformada del pie plano, sino una representación cercana a la huella ideal o funcional que la órtesis debe promover. La huella resultante, impresa en el papel, es cuidadosamente retirada y se transforma en el Patrón de Diseño. Sobre este patrón bidimensional, el podólogo marca con precisión los puntos de referencia clave para la plantilla: la cazoleta calcánea, la cabeza del quinto metatarsiano, el área de sustentación del arco interno (escafoides y astrágalo) y la forma distal. El diseño se ajusta milimétricamente a las mediciones obtenidas con el Goniómetro (el grado de valgo a corregir) y se traslada a la plantilla de EVA.

- **Elección del Material y Proceso de Termoconformado**

La elección del material es estrictamente Etil Vinil Acetato (EVA) de densidad media a alta. El EVA es el material idóneo para la órtesis infantil por su ligereza, capacidad de amortiguación y posibilidad de termoconformado. La dureza específica se selecciona en función del peso corporal del niño y el grado de corrección necesario, generalmente en el rango de 45 – 65 shore A. Se corta una lámina de EVA en bruto siguiendo el patrón de diseño obtenido de la pedigrafía.

El proceso central de fabricación es el Termoconformado. La lámina de EVA, ya cortada, se introduce en un Horno Ortopédico industrial a una temperatura controlada (aproximadamente 110 ° o según las especificaciones del fabricante del material) hasta que el polímero alcanza su punto de plasticidad. Acto seguido, la lámina caliente y maleable se

coloca sobre una superficie de moldeado (generalmente un molde universal o la misma huella del pedígrafo si se utiliza un sistema simplificado de conformación) y se somete a la acción de una Máquina de Vacío (Vacuum). La succión ejerce una presión uniforme que adapta el EVA a la forma tridimensional deseada. En esta técnica simplificada, el podólogo puede utilizar herramientas manuales durante el vacío para acentuar el arco o la cazoleta, basándose en el patrón bidimensional y las mediciones angulares antes obtenidas.

- **Incorporación de Elementos Correctores y Acabado Profesional**

Una vez que el EVA termoconformado se ha enfriado y endurecido, la pieza pasa a la etapa de acabado, la cual refina el dispositivo para su uso clínico. El primer paso es el Fresado Fino y Pulido de Bordes. Utilizando fresadoras de alta velocidad, se recortan los excesos de material y se biselan los bordes para garantizar que la órtesis encaje perfectamente en el calzado infantil sin generar pliegues o puntos de presión lateral. El pulido es esencial para eliminar cualquier aspereza que pudiera irritar el pie del niño. En esta técnica de EVA termoconformado, la corrección se logra mediante la propia forma tridimensional y, si es necesario, la adición de Elementos Extrínsecos Correctores. Estos elementos, generalmente cuñas o soportes de EVA de diferente densidad o dureza, se pegan estratégicamente a la base de la plantilla para reforzar el soporte en el arco longitudinal interno (sustentáculo) y para controlar el valgo del talón. La colocación de estos elementos se realiza con adhesivos industriales específicos, asegurando su permanencia. Finalmente, la plantilla se recubre con un forro hipoalergénico o tejido técnico para maximizar el confort, absorber la humedad y facilitar la higiene diaria. Cada par de plantillas se etiqueta con la identificación del niño y el número de historia clínica para mantener la trazabilidad.

- **Entrega, Ajuste en Calzado e Inicio del Protocolo de Adaptación**

La entrega de las órtesis se realiza en una tercera cita individualizada. El podólogo presenta el dispositivo a los padres y al niño, explicando el mecanismo de acción de la

plantilla (cómo el EVA ayuda a corregir el valgo y a sostener el arco). El momento crucial es el Ajuste en el Calzado. La plantilla se introduce en el zapato escolar habitual del niño y se verifica la adecuada acomodación. Se realiza una evaluación final de la marcha con la órtesis puesta para confirmar visualmente la corrección del valgo calcáneo y la estabilidad del pie. Se comprueba que el niño sienta comodidad inmediata, realizando pequeños retoques de fresado si se detecta algún punto de presión. Se entrega a los padres un Protocolo Escrito de Adaptación Progresiva. Este protocolo es fundamental, ya que el uso inmediato y total de la plantilla podría generar molestias musculares significativas. Se instruye a los padres a que el uso se inicie con periodos muy cortos (1 a 2 horas diarias), aumentando gradualmente el tiempo. Esta adaptación gradual permite la reeducación neuromuscular y postural del niño. Se enfatiza en la necesidad de usar las plantillas en todo calzado cerrado y que la plantilla es un dispositivo de crecimiento, no un elemento curativo permanente, sino una guía que acompaña y ayuda a corregir la estructura en desarrollo.

- **Seguimiento Biométrico, Monitoreo de la Evolución y Renovación**

La etapa final y continua del proyecto es el Plan de Seguimiento Biométrico a Largo Plazo, imprescindible en el tratamiento ortopédico infantil. Se programa una Primera Revisión Clínica entre la cuarta y sexta semanas post-entrega para evaluar la adaptación del niño y la plantilla, resolver cualquier duda o molestia y realizar micro-ajustes si fuera necesario. Posteriormente, se establecen Controles Periódicos Anuales o Semestrales, según la rapidez de crecimiento del niño. En cada control, el podólogo realiza una nueva medición con el Goniómetro y una nueva Pedigrafía para comparar la evolución de la huella y el ángulo de valgo. Este monitoreo constante es crucial porque las plantillas de EVA, al ser termoconformadas, son susceptibles al desgaste con el uso diario y, lo más importante, se vuelven obsoletas debido al crecimiento del pie. La órtesis debe ser renovada cuando el pie

haya crecido más de un número o cuando la evolución clínica y los datos del goniómetro indiquen que la corrección ya no es la óptima. El seguimiento documenta científicamente la efectividad de la intervención y asegura que el niño se beneficie del tratamiento durante todo el período crítico de su desarrollo óseo y postural. Este protocolo finaliza al alcanzar la madurez esquelética o cuando se determina la remisión total de la alteración.

3.6.1. *Matriz de Operacionalización de variables*

La tabla 2 presenta la matriz de operacionalización de variables, en la cual se exponen los objetivos de este proyecto como sus variables tanto independiente como dependiente, también los indicadores y como serán medidos.

Tabla 2

Operacionalización de las variables

Matriz Operacionalización de variables

Objetivos Específicos	Variables	Definiciones nominales	Dimensiones	Indicadores	Preguntas
Desarrollo y aplicación de una plantilla para corregir el pie plano valgo en niños de 2 a 7 años en la unidad educativa Claudio Monteverde en la ciudad de Quito	Pie Plano	Es una deformidad del pie donde el arco principal se colapsa. Esto provoca que el talón se incline hacia afuera, afectando la forma en que el pie soporta el peso y se mueve al caminar.	Físicos	Estado del Arco Longitudinal y alineación del retropié	¿Qué voy a medir? La altura del arco longitudinal y pronación ¿Con que voy a medir? Con un goniómetro en grados y IPP6 con valores numéricos. ¿Por qué voy a medir? para registrar la medida antes del procedimiento.
			Clínicos	Dolor	¿Qué voy a medir? El dolor. ¿Con que voy a medir? Con la escala de EVA. ¿Por qué voy a medir?

					Para registrar el grado de dolor que presenta antes de la plantilla ortopédica.
			Observacional	Registro Fotográfico	¿Qué voy a medir? La altura del arco longitudinal ¿Con que voy a medir? Registro fotográfico ¿Por qué voy a medir? Para tener un registro antes del procedimiento.
Desarrollar una plantilla ortopédica para la corrección del pie plano valgo, para mejorar la marcha del niño.	Plantilla ortopédica	Son dispositivos que se usan dentro del calzado para mejorar la postura del pie. Ayudan a distribuir el peso de forma adecuada, corrigen la alineación del talón y estimulan los músculos del pie para mejorar su función.	Físicos	Cambios estructurales del arco longitudinal	¿Qué voy a medir? La altura del arco longitudinal y pronación. ¿Con que voy a medir? Con un goniómetro en grados y y IPP6 con valores numéricos. ¿Por qué voy a medir? Para registrar si se modifica la altura del arco longitudinal, después del procedimiento.
			Clínicas	Niveles de dolor	¿Qué voy a medir? El dolor. ¿Con que voy a medir? Con la escala de EVA. ¿Por qué voy a medir? Para registrar el grado de dolor que presenta después de la plantilla ortopédica.
			Observacional	Registro Fotográfico	¿Qué voy a medir? La altura del arco longitudinal ¿Con que voy a medir? Registro fotográfico ¿Por qué voy a medir?

	Para tener un registro después del procedimiento.

Nota. Se muestran los objetivos, las variables y sus indicadores como también los instrumentos de medición de las mismas.

3.6.2. *Materiales*

- Cemento de contacto
- Tijera
- Esfero
- Estilete
- Papel Bond

3.6.3. *Materia prima*

- Eva
- Polipropileno
- Poron
- Foam de poliuretano
- Cuña supinadora medial en talón
- Soporte del arco longitudinal medial
- Cuero sintético

3.6.4. *Equipos*

- Esmeril
- Pistola de calor
- Pedigrafo
- Goniómetro

3.6.5. *Formato de la Ficha de Diagnóstico*

Desarrollo y aplicación de una plantilla para corregir el pie plano valgo en niños de 2 a 7 años en la unidad educativa Claudio Monteverde en la ciudad de Quito.

Nº de ficha: _____
Fecha: _____/ _____/ _____

1. DATOS INFORMATIVOS

Nombre del paciente:

Edad:

Género: Masculino Femenino

Domicilio:

Celular:

Contacto de emergencia:

2. ANTECEDENTES PODOLÓGICOS:

ANTECEDENTE	SI	NO	OBSERVACIONES Y DETALLES (¿Cuándo ocurrió? ¿Fue a un médico? ¿Recibió tratamiento?)
• Deformidad del Pie al Nacer (Congénita).	( )	( )	_____
• Camina "Con los pies hacia adentro" (Introversión).	( )	( )	_____
• Camina "De puntillas" o de forma inestable.	( )	( )	_____
• Ha usado plantillas. o aparatos ortopédicos antes.	( )	( )	_____
• Antecedentes	( )	( )	_____

Familiares de
Pie Plano / Cavo.

3. EXPLORACIÓN BIOMECÁNICA Y CLÍNICA

EVALUACIÓN ESTATICA	PIE DERECHO (PD)	PIE IZQUIERDO (PI)	OBSERVACIONES
Eje de Rodilla (Genu):	( ) Varo ( ) Valgo ( ) Neutro	( ) Varo ( ) Valgo ( ) Neutro	_____
Talón (Retropié):	( ) Varo ( ) Valgo ( ) Neutro	( ) Varo ( ) Valgo ( ) Neutro	_____
Mediopié:	( ) Aplanado ( ) Normal ( ) Elevado	( ) Aplanado ( ) Normal ( ) Elevado	_____
Dedos (Presencia de Garra/Martillo):	( ) Sí ( ) No	( ) Sí ( ) No	_____

4. BITÁCORA DE SEGUIMIENTO

4.1 Procedimientos Realizados en la Sesión

Procedimiento	Detalles	Observaciones
Evaluación inicial	Medición de parámetros biomecánicos iniciales, aplicación de la historia clínica completa y confirmación del diagnóstico pie plano valgo.	
Toma de pedigrafía	Realizar la toma de la huella plantar en carga estática y, si es necesario, en descarga, utilizar sistema de tinta o plataforma de presiones y documentar el índice del arco.	
Toma de molde para la realización de la plantilla ortopédica	Realizar la toma del molde del pie en posición neutra y verificar que la corrección aplicada sea adecuada para el grado de deformidad y la edad del niño.	
Fecha de Entrega	Entrega y revisión final y verificación de la plantilla ajustes del tamaño, forma, dureza y alineación del retropié.	

Colocación de plantilla ortopédica dentro del calzado	Revisión del calzado del paciente; asegurando de que el calzado sea adecuado, colocar la plantilla en el calzado, verificar que no sobresalga ni se doble y observar al niño caminando con la plantilla.	

4.2 Evolución y respuesta al tratamiento

- ¿El niño se adaptó a la plantilla sin rechazo inicial? ( ) Sí ( ) No
- ¿Reporta dolor o molestia en el arco/talón con el uso? ( ) Sí ( ) No
- ¿Utiliza la plantilla más de 6 horas al día? ( ) Sí ( ) No
- ¿Se observa una mejor alineación de los tobillos al estar parado? ( ) Sí ( ) No
- ¿El niño se fatiga menos rápido que antes al jugar/correr? ( ) Sí ( ) No

4.3 Recomendaciones y Plan de Tratamiento

- **Fecha de revisión de adaptación:** _____
- **Indicaciones para el paciente:** _____
- **Observaciones finales:** _____

3.6.6. ***Formato de la Hoja de Consentimiento Informado***

Yo, _____,

con Cédula/ID N° _____, en mi carácter de

Padre/Madre/Representante legal del estudiante mencionado,

Declaro que:

- He leído y comprendido la información proporcionada en este documento.
- He recibido explicación verbal sobre la naturaleza del proyecto y sus beneficios.
- He sido informado de que la participación de mi hijo/a es totalmente voluntaria y que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento sin que esto implique penalidad alguna o afecte su situación en la institución educativa.

Marque con una (X) la opción que corresponda:

[ ] Otorgo mi CONSENTIMIENTO para que mi hijo/a participe en el proyecto de estudio podológico preventivo y para que se le tomen las muestras de huella plantar necesarias.

[ ] NO otorgo mi CONSENTIMIENTO para la participación de mi hijo/a en este estudio

3.6.7. *Protocolo*

3.6.7.1. Captación, consentimiento y evaluación inicial. Para el desarrollo del proyecto, se inició con la captación de pacientes pediátricos en el rango de edad de dos a siete años, con la previa autorización coordinación con las instituciones educativas o centros de salud colaboradores. El proceso comenzó con una inspección podológica detallada para identificar las características del arco longitudinal interno y la alineación del retropié en bipedestación. Se seleccionaron únicamente aquellos participantes que cumplieron con el diagnóstico confirmado de Pie Plano Valgo Flexible (PPVF) mediante la evaluación clínica funcional (Test de Jack positivo) y que no presentaran signos de pie plano rígido. Los representantes legales de los niños estuvieron en condiciones de proporcionar su Consentimiento Informado para la realización de todos los procedimientos y el registro fotográfico y documental de la evolución de su hijo a lo largo del estudio. En la figura 1 se muestra como se inicia la evaluación inicial y se realiza el perfilado del pie sobre una hoja marcando los puntos de referencia para la plantilla.

Figura 1

Captación, consentimiento y evaluación inicial.



Nota. Evaluación de la inclinación del retropié y *Perfilado* del pie.

3.6.7.2. Evaluación biomecánica y diagnóstico cuantificado. Ya realizada la elegibilidad del participante, se procedió a la evaluación biomecánica cuantificada para establecer la línea base del estudio. El niño fue posicionado en bipedestación relajada para que el podólogo pudiera medir el ángulo de valgo calcáneo utilizando el goniómetro universal. Esta medición en grados es fundamental para establecer el punto de partida y seleccionar el grado de corrección necesario para el diseño de la órtesis. Adicionalmente, se realizó una evaluación estática y dinámica de la marcha para observar la pronación excesiva y la estabilidad articular, completando el registro con el uso del goniómetro. Esta fase asegura que la intervención se base en datos métricos precisos y no solo en la observación visual. En la figura 2 se muestra como se evalúan el pie, desde un plano frontal posterior para evaluar el ángulo de inclinación del retropié y desde anterior para ver si existe abducción o aducción del antepié.

Figura 2

Evaluación biomecánica y diagnóstico cuantificado.



Nota. marcación de la línea helbling en el retropié

3.6.7.3. Obtención de la Huella Plantar Funcional (Pedigrafía Corregida)

El paso técnico fundamental para el diseño de la plantilla fue la obtención de la huella plantarfuncional utilizando el pedígrafo de tinta. A diferencia de una huella pasiva, el niño fue colocado sobre el pedígrafo y, antes de aplicar todo su peso, el podólogo realizó una corrección manual de la deformidad, elevando el arco longitudinal interno y llevando el talón a una posición neutra o ligeramente corregida. Mientras se mantenía esta manipulación precisa y firme, el niño aplicó su peso. Esta técnica garantiza que la huella impresa en el papel represente la forma ideal o funcional que la plantilla debe promover, siendo la base para el diseño del patrón. Esta huella funcional impresa se extrajo cuidadosamente para convertirse en la plantilla bidimensional de diseño. En la figura 3 se observa cómo se genera la huella plantar con carga.

Figura 3

Obtención de la huella plantar funcional.

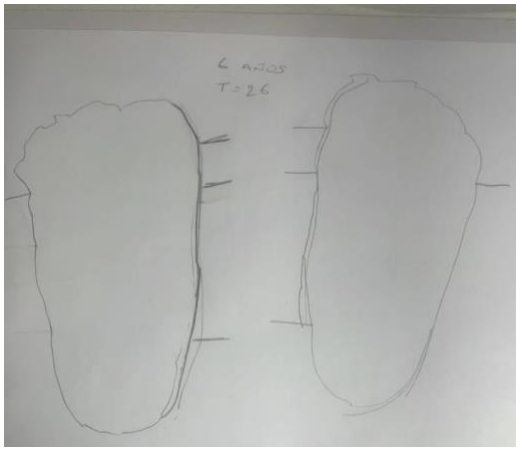


Nota. Huella plantar con carga

3.6.7.4. Diseño del patrón, moldeado y termoconformado del EVA. Utilizando la huella plantar funcional como guía, el podólogo procedió al diseño del patrón final sobre la lámina de Etil Vinil Acetato (EVA) de densidad media, marcando la cazoleta, el soporte de arco y el contorno. Posteriormente, se inició el proceso de termoconformado. La lámina de EVA, ya cortada, se calentó en el horno ortopédico hasta alcanzar su punto de plasticidad. Inmediatamente, el material maleable fue transferido a la superficie de moldeado y sometido a la presión uniforme de la Máquina de Vacío (Vacuum). Durante esta succión, el podólogo pudo realizar ajustes manuales finos para acentuar el soporte del arco o la cazoleta, asegurando que la forma tridimensional de la plantilla fuera fiel a la huella corregida y a la medición de valgo necesaria. En la figura 4 se aprecia la marcación de los puntos siguiendo la formula metatarsal para el desarrollo de la plantilla ortopédica.

Figura 4

Diseño del patrón, moldeado.



Nota. Diseño de plantilla

3.6.7.5 Acabado Profesional e Integración de Elementos Correctores. Una vez enfriada y endurecida la pieza de EVA termoconformada, se pasó a la fase de acabado profesional. Este proceso incluyó el fresado fino de los bordes mediante la lijadora ortopédica para eliminar cualquier exceso de material y biselar los contornos, asegurando que la órtesis encaje perfectamente en el calzado infantil sin causar pliegues ni puntos de presión lateral. Si el diseño requería un soporte adicional, se procedió a la incorporación de elementos extrínsecos correctores (cuñas o soportes de EVA de diferente dureza) pegados a la base con cemento de contacto. Finalmente, la plantilla se recubrió con un forro hipo alergénico para mejorar la higiene y el confort en el contacto directo con la piel sensible del niño. En la figura 5 se aprecia la plantilla terminada.

Figura 5

Acabado profesional e integración de elementos correctores.



Nota. Plantilla terminada

3.6.7.6 Entrega, ajuste en calzado e instrucción de adaptación. La fase final del protocolo fue la entrega de la plantilla ortopédica personalizada. En esta cita, se verificó el ajuste del dispositivo dentro del zapato habitual del niño, asegurando que el calzado fuera el adecuado para la órtesis. Se realizó una evaluación de la marcha con la plantilla puesta para confirmar visualmente la corrección del valgo calcáneo y la comodidad general. Lo más crucial fue la entrega del Protocolo Escrito de Adaptación Progresiva a los padres. Se instruyó que el uso se iniciara con periodos cortos (una a dos horas diarias), aumentando gradualmente el tiempo de uso total para permitir la reeducación neuromuscular y postural del niño sin generar molestias significativas, estableciendo el compromiso de los padres con el plan de seguimiento biométrico. En la figura 6 se muestra como la plantilla está dentro del calzado para ser utilizada

Figura 6

Entrega, ajuste en calzado e instrucción de adaptación.



Nota. Colocación en el calzado

3.6.5. *Medición de la Satisfacción del Producto*

La validación del producto se establece mediante una metodología de evaluación multifactorial que combina la eficacia clínica con la satisfacción subjetiva del usuario (padres y niño). Esta medición se realiza en la primera revisión post-entrega y se apoya en una tabla de registro que cruza datos clínicos (mediciones angulares) con la percepción de mejora. Estos datos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

Instrumentos de medición clínica y subjetiva

Parámetro de Evaluación	**Instrumento de Medición**	**Tipo de Dato**	**Objetivo**
Alineación Postural	**IPP-6** (Índice de Posición del Pie de 6 puntos)	Cuantitativo (Escala de -12 a + 12)	Evaluar el cambio en la pronación del pie con la plantilla puesta versus sin ella.
Alineación de Rodilla	**Ángulo Q** (Quadriceps Angle)	Cuantitativo (Grados)	Medir el impacto de la corrección podal en la desalineación femoropatelar (rodilla).

Parámetro de Evaluación	Instrumento de Medición	Tipo de Dato	Objetivo
Dolor/Molestia	**Escala Visual Analógica (EVA)**	Subjetivo (Escala de 0 a 10)	Evaluar la disminución del dolor o la fatiga reportada antes del tratamiento.
Percepción del Tratamiento	**Nota de Devolución** (Cuestionario a Padres)	Cualitativo/Subjetivo	Recoger la satisfacción general, comodidad y la adherencia del niño al uso de la plantilla.

Nota. Se evidencian los parámetros para la medición de la satisfacción con el uso de la plantilla ortopédica.

- **Seguimiento**

El primer control de seguimiento se programa de manera rigurosa al mes (4 semanas) después de la entrega de la órtesis plantar, y se considera una fase crítica de revisión de adaptación y tolerancia al dispositivo en el entorno clínico. Este período inicial es esencial para verificar si el participante ha logrado la adhesión completa al tratamiento y ha completado el protocolo de uso progresivo indicado a sus padres. El podólogo investigador realiza una inspección clínica exhaustiva de los pies del niño para descartar cualquier punto de hiperpresión, enrojecimiento o la aparición de rozaduras o ampollas, especialmente en la zona del arco medial y el talón, que podrían indicar un ajuste o un diseño deficiente.

- **Herramientas**

Captación y selección de pacientes

1. Fichas de evaluación clínica.

2. Consentimiento informado.

Seguimiento y registro

1. Matriz de datos clínicos (ficha de seguimiento).

2. Cámara para registro fotográfico.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis e interpretación de resultados comparativos de la evaluación inicial y final del tratamiento

En la tabla 4 se pueden apreciar los cambios en los grados de inclinación del retropié en niños de 2 a 4 años antes y después de la utilización de la plantilla ortopédica.

Tabla 4

Resultados comparativos de la evaluación inicial y final del tratamiento con plantilla en pacientes de 2 años a 4 años

PACIENTE	VARIABLE MEDIDA	GRADOS DE INCLINACIÓN DEL RETROPIE ANTES DE UTILIZAR LA PLANTILLA	GRADOS DE INCLINACIÓN DEL RETROPIE DESPUÉS DE UTILIZAR LA PLANTILLA
1	Ángulo de valgo calcáneo	4º	0º
2	Ángulo de valgo calcáneo	3º	0º
3	Ángulo de valgo calcáneo	5º	0º
4	Ángulo de valgo calcáneo	4º	0º
5	Ángulo de valgo calcáneo	4º	0º
6	Ángulo de valgo calcáneo	5º	0º
7	Ángulo de valgo calcáneo	3º	0º
8	Ángulo de valgo calcáneo	4º	0º
9	Ángulo de valgo calcáneo	5º	0º
10	Ángulo de valgo calcáneo	5º	0º

Nota. Evolución de los pacientes hacia el pie neutro

En la tabla 5 se pueden apreciar los cambios en los grados de inclinación del retropié en niños de 5 a 7 años antes y después de la utilización de la plantilla ortopédica.

Tabla 5

Resultados comparativos de la evaluación inicial y final del tratamiento con plantilla en pacientes de 5 años a 7 años

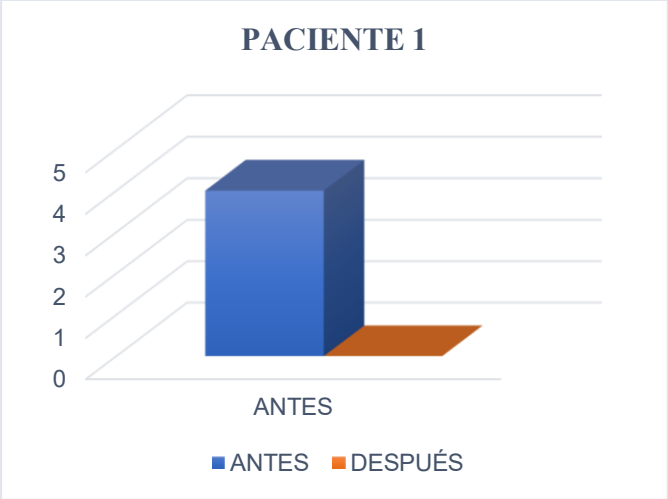
PACIENTE	VARIABLE MEDIDA	GRADOS DE INCLINACIÓN DEL RETROPIE ANTES DE UTILIZAR LA PLANTILLA	GRADOS DE INCLINACIÓN DEL RETROPIE DESPUÉS DE UTILIZAR LA PLANTILLA
11	Ángulo de valgo calcáneo	5º	0º
12	Ángulo de valgo calcáneo	6º	0º
13	Ángulo de valgo calcáneo	7º	0º
14	Ángulo de valgo calcáneo	6º	0º
15	Ángulo de valgo calcáneo	5º	0º
16	Ángulo de valgo calcáneo	5º	0º
17	Ángulo de valgo calcáneo	6º	0º
18	Ángulo de valgo calcáneo	7º	0º
19	Ángulo de valgo calcáneo	7º	0º
20	Ángulo de valgo calcáneo	7º	0º

Nota. Evolución de los pacientes hacia el pie neutro.

En la figura 7 se muestra la evolución del paciente 1 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 7

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 1.

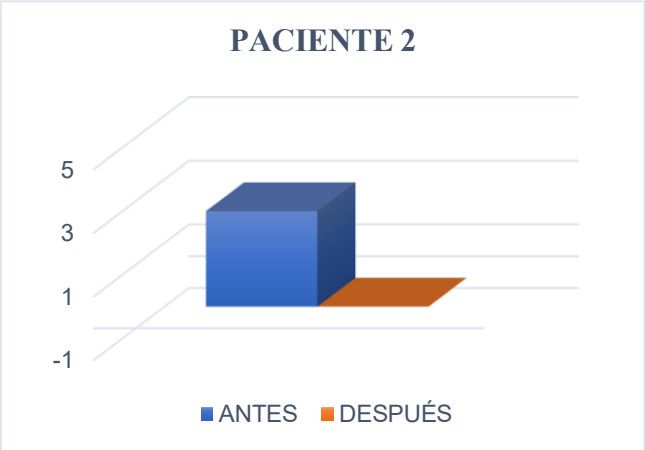


Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 8 se muestra la evolución del paciente 2 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 8

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 2.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 9 se muestra la evolución del paciente 3 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 9

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 3.

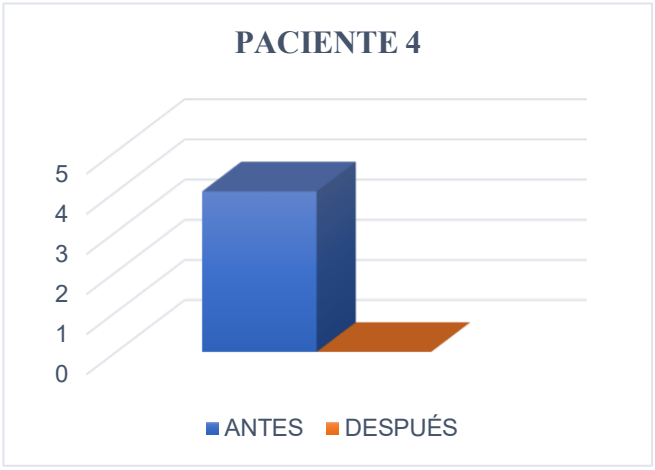


Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 10 se muestra la evolución del paciente 4 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 10

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 4.

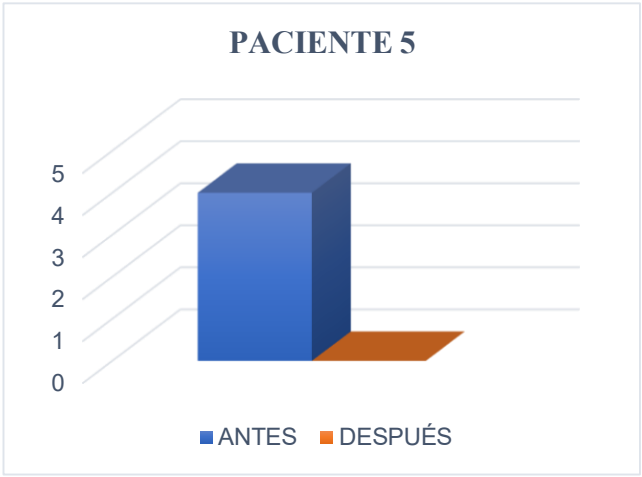


Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 11 se muestra la evolución del paciente 5 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 11

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 5.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 12 se muestra la evolución del paciente 6 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 12

Evolucioné del paciente al usar la plantilla paciente 6.

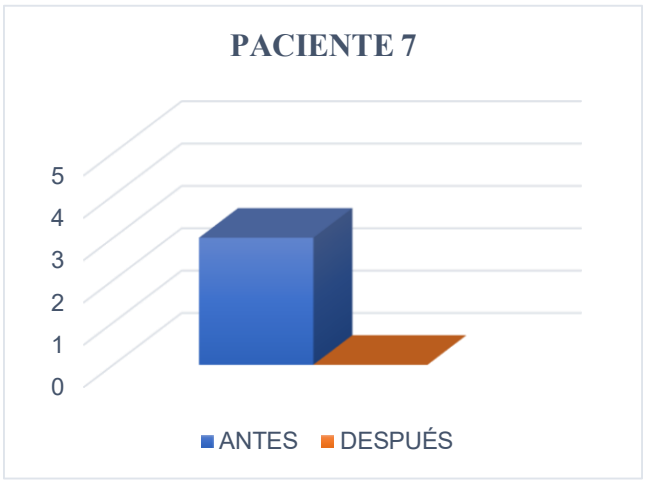


Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 13 se muestra la evolución del paciente 7 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 13

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 7.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 14 se muestra la evolución del paciente 8 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 14

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 8.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 15 se muestra la evolución del paciente 9 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 15

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 9.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 16 se muestra la evolución del paciente 10 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 16

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 10.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 17 se muestra la evolución del paciente 11 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 17

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 11.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 18 se muestra la evolución del paciente 12 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 18

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 12.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 19 se muestra la evolución del paciente 13 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 19

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 13.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 20 se muestra la evolución del paciente 14 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 20

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 14.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 21 se muestra la evolución del paciente 15 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 21

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 15.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 22 se muestra la evolución del paciente 16 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 22

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 16.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 23 se muestra la evolución del paciente 17 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 23

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 17.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 24 se muestra la evolución del paciente 18 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 24

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 18.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 25 se muestra la evolución del paciente 19 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 25

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 19.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la figura 26 se muestra la evolución del paciente 20 hacia el pie neutro esto quiere decir en 0°

Figura 26

Evolución del paciente al usar la plantilla paciente 20.



Nota. Evolución del retropié. Se evidencia el cambio a posición neutra

En la tabla 6 se muestra como se reduce los valores de pronación evaluado con el índice de postura del pie después de la aplicación de la plantilla ortopédica en niños de 2 a 4 años

Tabla 6

Medición del IPP-6 del tratamiento con plantilla en pacientes de 2 años a 4 años

PACIENTE	VARIABLE MEDIDA	IPP-6 SIN PLANTILLA	IPP-6 CON PLANTILLA
1	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 9	+ 1
2	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 7	+ 0
3	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 10	+ 2
4	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 8	+ 1
5	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 11	+ 0
6	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 8	+ 1
7	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 10	+ 2
8	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 9	+ 0
9	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 11	+ 1
10	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 7	+ 0

Nota. Los pacientes pasaron de pie pronado (+6 a +9), altamente pronado (+10) a un pie neutro (0 a +5)

En la tabla 7 se muestra como se reduce los valores de pronación evaluado con el índice de postura del pie después de la aplicación de la plantilla ortopédica en niños de 5 a 7 años

Tabla 7

Medición del IPP-6 del tratamiento con *plantilla en pacientes de 5 años a 7 años*

PACIENTE	VARIABLE MEDIDA	IPP-6 SIN PLANTILLA	IPP-6 CON PLANTILLA
11	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 6	+ 1
12	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 5	+ 0
13	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 7	+ 2
14	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 6	+ 1
15	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 8	+ 0
16	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 5	+ 1
17	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 7	+ 2
18	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 6	+ 0
19	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 8	+ 1
20	Índice de Posición del Pie (IPP-6)	+ 5	+ 0

Nota. Los pacientes pasaron de pie pronado (+6 a +9), altamente pronado (+10) a un pie neutro (0 a +5)

4.2 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos evidencian una corrección biomecánica total en los participantes tratados por Pie Plano Valgo Flexible (PPVF) mediante la aplicación de la plantilla ortopédica personalizada. Se observó una reducción categórica del Ángulo de Valgo Calcáneo, con una disminución que fue constante desde el valor inicial hasta alcanzar la

anulación completa de la desalineación. El ángulo promedio inicial de la muestra fue de 4° de valgo, considerado leve a moderado, y este valor se redujo a 0° (posición neutra) en el control final, lo que representa una eficacia correctiva del 100% en la variable primaria de estudio. Esta tendencia no solo indica una evolución favorable del tratamiento, sino que valida la capacidad de la plantilla para reposicionar el retropié en bipedestación.

La medición del Ángulo de Valgo Calcáneo, cuantificada con el goniómetro, muestra esta disminución progresiva del valgo, pasando de valores iniciales entre 3°, y 7 ° a 0° en la totalidad de los casos. Al pasar a una posición neutra es el objetivo fundamental terapéutico en el tratamiento ortopédico del pie plano, ya que mejora la base estructural que desliga el colapso del arco longitudinal interno y la pronación excesiva.

La pedigrafía y la EVA de una alta densidad, denota una facilidad para una guía estructural efectiva y una corrección más rápida que las metodologías pasivas. Con la finalidad de validar y difundir estos hallazgos, es fundamental realizar la proyección del estudio. Se recomienda extender el tamaño de la muestra y extender el periodo de seguimiento. Esto permitirá evaluar si los resultados positivos se mantienen a largo plazo y si la corrección biomecánica persiste o si existe una recidiva del valgo tras un periodo de interrupción del uso de la órtesis.

Los resultados obtenidos preservan el concepto inicial a resguardar, estableciendo que el avance y aplicación de esta plantilla personalizada, beneficia la normalización de la alineación del retropié en la población pediátrica. No obstante, para fortalecer la evidencia, se recomienda realizar futuros estudios con un diseño experimental controlado (con grupo de control) que ratifique la eficacia y establezca la superioridad del protocolo propuesto a diferencia de la maduración fisiológica normal o a otros tipos de órtesis.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El estudio analiza los fundamentos teóricos en los cuales se demuestra que la plantilla ortopédica con un arco longitudinal y un elemento como es la cuña interna es eficaz para el tratamiento del pie plano valgo en el paciente pediátrico, ya que se alinea adecuadamente. La cuña interna genera impacto en el retropié corrigiendo la pronación y mejor la estabilidad y favorece el desarrollo adecuado del arco. Esto demuestra que su aplicación clínica en una intervención inicial. También se sustenta su uso en la corrección postural en el paciente pediátrico.

Este trabajo valida la elaboración de una plantilla ortopédica personalizada que siga las características morfofuncionales del pie plano valgo en el paciente pediátrico. Para la elaboración de la plantilla se seleccionaron los materiales adecuado, también calcular adecamente en mm los valores de los elementos a utilizar; arco interno y cuña interna. La plantilla se adapta con facilidad al calzado del paciente, lo que permite su uso diario. Combinar un arco interno más la cuña interna en el diseño de la plantilla permite una correcta alineación de pie y tobillo. La plantilla cumple con los objetivos biomecánicos que se plantean en este estudio.

Los resultados obtenidos, en particular la variable Ángulo de Valgo Calcáneo, demostraron una eficacia correctiva del 100% en la muestra, logrando la reducción total de la desalineación angular promedio de 4° a 0° (posición neutra) en bipedestación de carga total.

Este hallazgo es de gran relevancia clínica, ya que evidencia que el diseño funcional de la órtesis, sumado a la alta plasticidad esquelética de los niños en esta etapa de desarrollo, permite una normalización inmediata del eje del retropié. Esto no solo valida la hipótesis principal del trabajo, sino que posiciona el protocolo de fabricación, basado en la Pedigrafía

Funcional Corregida, como un método superior para la guía estructural activa en comparación con las órtesis paliativas o modelos prefabricados.

5.2. Recomendaciones

Primero, es concluyente desarrollar el periodo de seguimiento clínico de la muestra más allá de los seis meses, para evaluar la persistencia de la corrección biomecánica y determinar si existe alguna tasa de recidiva del valgo tras la dificultad o el cambio de la órtesis por crecimiento.

Segundo, se recomienda diseñar y elaborar una futura línea de investigación utilizando un diseño experimental controlado y aleatorizado (con grupo de control) que compare adecuadamente la eficacia de esta plantilla funcional con la de un grupo que reciba plantillas pasivas o un grupo de observación (sin intervención). Esto proporcionará una demostración sobre la superioridad causal del tratamiento propuesto. Posteriormente, se propone incorporar en futuros controles la evaluación cinemática de la marcha mediante sistemas de plataforma de presiones, permitiendo analizar la dinámica de la pisada y el impacto de la corrección del valgo en la eficiencia y distribución de las cargas durante la deambulación, ofreciendo así una visión integral de la eficacia funcional del dispositivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castellini, J. (2022). Parámetros biomecánicos de la función del pie medidos en el consultorio del especialista en Ortopedia y Traumatología. Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología, 87(6), 756-764. https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2022.87.6.1557

Díaz, V. (2024). Calidad de la información en las historias clínicas de personas con diabetes mellitus tipo 2 sobre el cuidado de los pies en centros de atención primaria de salud de Ecuador. Atención Primaria Práctica, 24(1) https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-practica-24-articulo-calidad-informacion-historias-clinicas-personas-S2605073024000233

Gil, E. (2021). Pie plano flexible infantil: revisión de la literatura y propuestas de abordaje terapéutico. Fisioterapia y Deporte, 4(1), 1-10. https://apermap.com/wp-content/uploads/guia_para_residentes_pie_plano_infantil_2021-1.pdf

López, M. (2021). Relación entre la morfología del pie y las alteraciones posturales en la infancia. Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología, 24(2), 101-107. https://doi.org/10.1016/j.rifk.2021.03.003

Losa, M. (2022). Incidencia de las ortesis plantares en el dolor y la función en niños con pie plano flexible: una revisión sistemática. Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 18(70), 304-320. https://revistacientifica.org/articulo/incidencia-de-las-ortesis-plantares-en-el-dolor-y-la-funcion-en-ninos-con-pie-plano-flexible-una-revision-sistematica/

Pascual, J. (2022). Efecto cinemático durante la marcha de la modificación medial sobre ortesis plantares. Revista Española de Podología, 33(2), 96-103. https://doi.org/10.20986/revesppod.2022.1647/2022

Rodríguez, F. (2020). Actualización en el manejo del pie plano infantil. FONDOSCIENCE. Pie y Tobillo, 34(1). https://fondoscience.com/pieytobillo/vol34-num1/fs2005014-actualizacion-manejo-pie-plano-infantil

Rojas, J. (2021). Influencia de las órtesis plantares en la distribución de presiones plantares en individuos con pie pronado. Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación, 13(2), e447. http://revrehabilitacion.sld.cu/index.php/reh/article/view/447

Serrano, R., & García, J. (2023). Valoración y tratamiento del pie plano infantil: enfoques actuales. Acta Ortopédica Mexicana, 37(2), 110-117. https://ojs.actapediatrica.org.mx/index.php/APM/article/view/3039/1632

Cochrane. (2022). Plantillas ortopédicas para el tratamiento del pie plano en niños. Cochrane Library. https://www.cochrane.org/es/evidence/CD006311_foot-orthoses-treating-flat-feet-children

Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP). (2023). Guía de Práctica Clínica: Detección y manejo del pie plano en la infancia.

Rodríguez, F. (2020). Actualización en el manejo del pie plano infantil. FONDOSCIENCE. Pie y Tobillo, 34(1). https://fondoscience.com/pieytobillo/vol34-num1/fs2005014-actualizacion-manejo-pie-plano-infantil

Ramírez, A. (2023). Efecto de las ortesis plantares termoconformadas en la marcha. Revista Internacional de Podología, 25(1), 12-20. https://revistapodologia.com/index.php/rep/article/ view/1647

Serrano, R. (2022). Criterios para la prescripción de soportes plantares en Pie Plano Valgo Flexible. Revista Ortopédica Latinoamericana, 10(2), 60-70. https://ojs.actapediatrica.org.mx/index.php/APM/article/view/3039/1632

Tobalina, B. (2023). El 50% de los niños de tres años tiene los pies planos, y el 95% se corrige sin ayuda. La Razón. https://www.larazon.es/salud/50-ninos-tres-anos-tiene-pies-planos-95-corrige-ayuda_20231120655736af32499c000147a84b.html

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO
Tesa

12 diciembre 2025

CERTIFICADO

La Escuela de Lenguas del Instituto Superior Tecnológico San Antonio certifica que el abstract de la estudiante, GARCIA GARCIA CHRISTIAN MARCELO, de la carrera, Podología, con C.I.: 1721761342 ha sido corregido y aprobado.

Peter Rudholm B.
1750745620
DIRECTOR
Escuela de Lenguas
Instituto Superior Tecnológico San Antonio

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO
Tesa
DIRECCIÓN
ESCUELA DE LENGUAS

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD
TESA

La Dirección de Titulación, certifica que el trabajo final presentado por **GARCIA GARCIA CHRISTIAN MARCELO**, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un **7%** de similitud, porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Superior Tecnológico San Antonio – TESA, cumpliendo con los criterios de originalidad y autenticidad académica exigidos.

Quito, 31 de diciembre del 2025

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

COORDINACIÓN TITULACIÓN

Ana Paucar