

1. Identificar la necesidad:

Necesidad principal:

La paciente necesita incrementar su independencia funcional, sobre todo en la capacidad de subir y bajar escaleras por sí misma.

Justificación:

Se trata de una niña de 10 años con diagnóstico de enfermedad de Camurati-Engelmann y pie plano valgo, condiciones que le generan limitaciones importantes en su movilidad. Presenta fuerza muscular disminuida en miembros inferiores, dolor constante en las piernas, marcha patológica y cansancio fácil, lo que hace que dependa del uso de silla de ruedas para trayectos largos y que requiera del apoyo de su madre para subir o bajar escaleras.

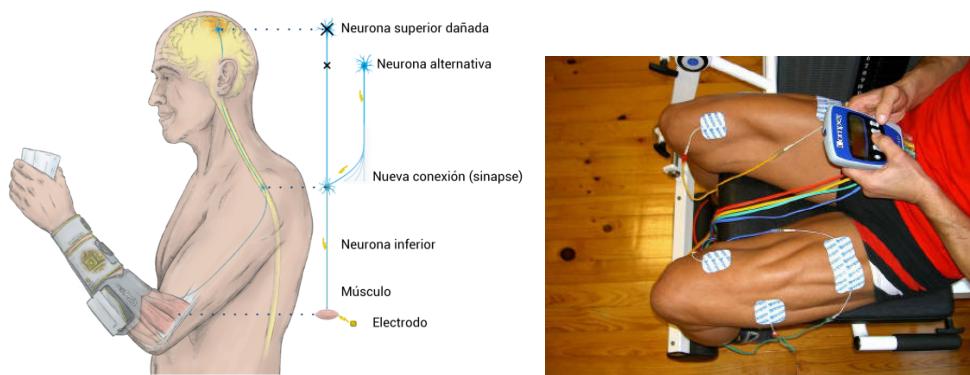
A pesar de su edad, aún depende completamente de la ayuda de su mamá para actividades que deberían realizarse de manera autónoma, lo que genera una sobrecarga física y emocional en su principal cuidadora. Estas dificultades se ven reforzadas por las características de la enfermedad, la cual es progresiva y con mal pronóstico, lo que significa que la pérdida de fuerza y de la marcha se irá acentuando con el tiempo. Por ello, resulta prioritario intervenir de manera temprana para mantener la mayor funcionalidad posible y favorecer la autonomía de la paciente.

Objetivo:

El objetivo principal es que la paciente logre subir escaleras por sí misma, favoreciendo su independencia y mejorando su calidad de vida. Para alcanzarlo, se propone un abordaje integral que incluya el fortalecimiento muscular mediante terapia física, el uso de órtesis y ayudas técnicas que le brinden mayor estabilidad, así como el apoyo de un equipo interdisciplinario que acompañe tanto a la niña como a su madre en el proceso de adaptación y manejo de la enfermedad.

2. Selección de tecnologías:

a. Estimulación Eléctrica Funcional



- **Empresas distribuidoras en Perú:**

- Phymed
- JP REHAB SRL
- Brasmédica

- **Descripción funcional:**

La estimulación eléctrica funcional (FES) es una técnica de rehabilitación que utiliza impulsos eléctricos de baja intensidad para activar directamente los nervios periféricos y provocar la contracción de los músculos. A diferencia de la estimulación eléctrica convencional, la FES busca generar un movimiento útil y funcional, como caminar, extender la rodilla o levantar el pie durante la marcha. De esta manera, ayuda a recuperar patrones de movimiento en personas con debilidad muscular o parálisis parcial. Además, contribuye a mejorar la fuerza, la resistencia, la coordinación motora y la circulación, mientras previene complicaciones como la atrofia o la espasticidad.

- **Ventajas:**

- Mejora la función motora: ayuda a recuperar movimientos funcionales como caminar, levantarse o subir escaleras.
- Prevención de atrofia muscular: mantiene el trofismo y la fuerza en músculos debilitados por desuso.
- Mejora de la circulación sanguínea: favorece el retorno venoso y reduce el riesgo de trombosis.
- Reducción de la espasticidad: puede disminuir la rigidez muscular y mejorar la movilidad articular.
- Aumento de independencia: facilita la realización de actividades cotidianas, mejorando la calidad de vida.
- Plasticidad neuronal: estimula el sistema nervioso y favorece la reorganización neuromuscular.

- **Desventajas:**

- Costo elevado: los dispositivos FES suelen ser caros y no siempre están disponibles en todos los centros.
- Necesidad de entrenamiento especializado: requiere supervisión de personal capacitado para su uso correcto.
- Incomodidad o dolor: algunos pacientes refieren molestias por la estimulación eléctrica.
- Limitaciones en patologías avanzadas: su efectividad disminuye en casos de daño neuromuscular severo o enfermedad muy progresiva.
- Dependencia del equipo: los movimientos solo se logran mientras se aplica la estimulación.
- Contraindicaciones médicas: no puede usarse en personas con marcapasos, epilepsia no controlada, lesiones cutáneas en el área de aplicación, entre otros.

- **Biblio:**

- Gad, A. (2018). Functional Electrical Stimulation (FES): Clinical successes and failures to date. *Journal Of Novel Physiotherapy And Rehabilitation*, 2(3), 080-086. <https://doi.org/10.29328/journal.jnpr.1001022>
- Marquez-Chin, C., & Popovic, M. R. (2020). Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: a review. *BioMedical Engineering OnLine*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12938-020-00773-4>

- Koh, S., Choi, W., & Lee, S. (2021). The Effects of Stair Climbing Training with Functional Electrical Stimulation on Muscle Strength, Balance, and Gait in Patients with Chronic Stroke. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 10(1), 32-39. <https://doi.org/10.14474/ptrs.2021.10.1.32>

b. Silla eléctrica para subir escaleras con oruga:



● **Empresas distribuidoras en Perú:**

- Emed: distribuye en el país el salvaescaleras ANTANO LG2004, un accesorio adaptable a sillas de ruedas estándar.
- Orimed: ofrece un producto propio de características similares, enfocado en la accesibilidad de personas con movilidad reducida.

● **Descripción funcional:**

Los salvaescaleras de orugas son equipos de asistencia con un diseño pensado en facilitar la movilidad o traslado de personas en silla de ruedas a través de escaleras, ofreciendo una alternativa frente a infraestructuras que no contemplan adecuadamente las necesidades de las personas con discapacidad. Estos dispositivos cuentan con un sistema de orugas motorizadas que se adhieren a los peldaños y permiten subir o bajar de manera estable. El usuario permanece en su propia silla de ruedas, mientras que su acompañante controla el equipo mediante un control intuitivo y fácil de usar.



● **Ventajas:**

- Disponibilidad en el mercado local: se consiguen en Perú (Emed, Orimed), lo que facilita la compra y soporte.
- Compatibilidad universal: permiten usar la mayoría de sillas de ruedas estándar sin necesidad de equipos especiales.
- Portabilidad relativa: al ser plegables, pueden trasladarse entre distintos entornos.
- Seguridad integrada: con frenos automáticos, cinturones de sujeción y orugas antideslizantes.
- Costo relativo menor: más accesibles que soluciones robóticas como Scewo BRO.(Silla eléctrica especial, que ofrece total autonomía a la hora de subir escaleras)

● **Desventajas:**

- Dependencia de un acompañante: no permiten autonomía total, siempre requieren que otra persona los opere.
- Peso elevado: aunque son plegables y transportables, su masa (30–50 kg) dificulta el traslado sin vehículo o ayuda adicional.
- Limitaciones técnicas: solo funcionan en escaleras rectas, con espacio suficiente y peldaños dentro de medidas estándar; no sirven en escaleras de caracol o muy irregulares.
- Costo alto: Costo entre 8000 a 20 000 soles, aunque más baratos que soluciones robóticas avanzadas como Scewo BRO(Silla eléctrica especial, que ofrece total autonomía a la hora de subir escaleras) que llega a los 20 000 dólares, siguen siendo una inversión difícil de cubrir para muchas familias.

● **Referencia**

- Lee, J., Jeong, W., Han, J., Kim, T., & Oh, S. (2021). Barrier-Free Wheelchair with a Mechanical Transmission. *Applied Sciences*, 11(11), 5280. <https://doi.org/10.3390/app11115280>
- Orimed. (2025). *Silla eléctrica para subir escaleras con oruga o salvaescaleras gris*. Orimed Perú. Recuperado de https://orimed.com.pe/product/silla-electrica-para-subir-escaleras-con-oruga-o-salvaescaleras-plomo/?srsltid=AfmBOorHa29PpnCzo_aJvevCp9ko3qvR3R_a1RMaYSHi7e4-OsFoXWth
- E-Med. (2025). *Salva-escaleras de orugas LG2004*. Recuperado de E-Med Perú: <https://emed.pe/producto/salva-escaleras-de-orugas-lg2004/>

c. **Plantillas inteligentes con sensores de presión:**

● **Empresas distribuidoras:**

- Moticon Science: plantillas inalámbricas con sensores de presión y acelerómetros.
- Tekscan

- **Descripción funcional:**

Las plantillas inteligentes incorporan sensores de presión (piezoresistivos o capacitivos), acelerómetros y giroscopios. Estos permiten registrar la distribución de cargas durante la marcha, subir escaleras o ponerse de pie. La información se transmite a un software (PC o app móvil) para analizar patrones de apoyo y detectar sobrecargas relacionadas con pie plano valgo.

- **Ventajas:**

- Permite cuantificar objetivamente la pisada y el esfuerzo al subir escaleras.
- Bajo costo relativo si se diseña como prototipo.
- Brinda la opción de incorporar retroalimentación inmediata para ajustar y mejorar la marcha.
- Permite realizar un monitoreo continuo, no solo en clínica.

- **Desventajas:**

- Necesidad de recargas frecuentes debido a la autonomía limitada de la batería.
- Puede generar falsas alarmas en entornos con muchos obstáculos o interferencias.
- La implementación depende del usuario, ya que implica un peso adicional y un periodo de adaptación.

d. SCKAFO

- **Empresas distribuidoras**

- Becker orthopedic
- Ottobock (mecánico, electrónico o microprocesador)
- Fillauer

- **Descripción funcional**

Es una ótesis que cubre rodilla, tobillo y pie con control de postura, diseñada para brindar estabilidad a personas con debilidad muscular en miembros inferiores. Además, incorpora un mecanismo que bloquea la rodilla cuando el pie está apoyado en el suelo, evitando que se doble y cause caídas, pero la libera cuando la pierna avanza durante la marcha. Esto permite que el movimiento al caminar sea más natural, reduciendo la rigidez, el gasto energético y el dolor asociado al esfuerzo excesivo.

- **Ventajas**

- Disminuyen considerablemente el esfuerzo al caminar y evitan que otros grupos musculares tengan que sobretrabajar.
- Facilita la realización de actividades de la vida diaria
- Mejora la independencia funcional al facilitar actividades como subir rampas, bajar escaleras o caminar en terrenos irregulares en comparación con otros por ejemplo el LKAFO

- **Desventajas**

- Se requiere suficiente fuerza en los flexores de cadera, porque son los que permiten que la pierna se desplace hacia adelante en la fase de balanceo al caminar
- Menor efectividad en etapas avanzadas con pérdida casi total de fuerza muscular.
- Mantenimiento continuo y coste en variación a los materiales utilizados.

- **Referencia**

Ontario Health (Quality) (2021). Stance-Control Knee-Ankle-Foot Orthoses for People With Knee Instability: A Health Technology Assessment. Ontario health technology assessment series, 21(11), 1–96.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8376152/>

Naif Saad Alsuwayti, Meshari Farzal Ashwi Alshammari et al. (2024). A Review of Knee-Ankle-Foot Orthoses in Managing Neuromuscular Disorders: Focus on Children with Cerebral Palsy, Journal of Angiotherapy, 8(7), 1-8, 9797 <https://doi.org/10.25163/angiotherapy.879797>

e. **ATLAS 2030**

- **Empresas distribuidoras**

En el contexto peruano, el exoesqueleto ATLAS 2030 no cuenta con distribución masiva. Sin embargo, la empresa RobotSalud actúa como representante y distribuidor oficial en Sudamérica de exoesqueletos pediátricos y de rehabilitación, incluyendo el ATLAS 2030 de Marsi-Bionics.

- **Descripción funcional**

El ATLAS 2030 es un exoesqueleto pediátrico de marcha desarrollado por Marsi-Bionics (España) en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Está diseñado para niños de 3 a 14 años con patologías neurológicas o neuromusculares, principalmente parálisis cerebral y atrofia muscular espinal. Aunque estas no corresponden al diagnóstico de la paciente, esta referencia se toma en cuenta, ya que comparten manifestaciones funcionales similares, como debilidad muscular, alteraciones en la marcha y limitaciones en la movilidad. El dispositivo cuenta con ocho articulaciones activas (caderas, rodillas y tobillos) y diferentes modos de funcionamiento (pasivo, activo y asistido), lo que le permite facilitar la marcha hacia adelante y hacia atrás. Asimismo, es ajustable a las características antropométricas del niño, acompañando su crecimiento.

- **Ventajas**

- Mejora el rango de movimiento y la fuerza de los miembros inferiores.
- Ofrece seguridad y buena usabilidad, sin eventos adversos graves reportados en ensayos clínicos.
- Altamente ajustable, adaptándose al crecimiento del niño.
- Reduce la carga del terapeuta al sostener al paciente durante sesiones.
- Promueve la plasticidad neuromuscular y la prevención de complicaciones musculoesqueléticas.

- **Desventajas**

- Costo elevado y necesidad de importación y mantenimiento especializado.

-Requiere que el paciente tenga cierta estabilidad de tronco y tolerancia postural.

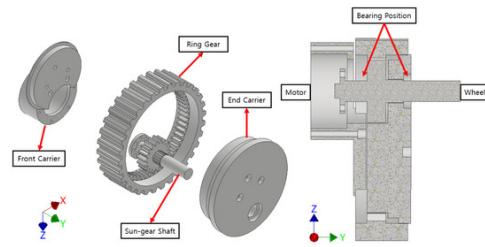
-Adaptación y entrenamiento especializados son necesarios, lo que puede ser una barrera en contextos con recursos limitados.

- **Referencia**

Cumplido-Trasmonte, C., Barquín-Santos, E., Aneiros-Tarancón, F., Plaza-Flores, A., Espinosa-García, S., Fernández, R., & García-Armada, E. (2024). Usability and safety of the ATLAS 2030 robotic gait device in children with cerebral palsy and spinal muscular atrophy. *Children*, 11(12), 1500.

<https://doi.org/10.3390/children11121500>

f. TooWheels — silla de ruedas open source



- **Autor, empresa o institución responsable:**

- **TooWheels:** Comunidad maker internacional, difundido en *Hackaday* por el creador Open Source Wheelchairs.
- **Artículo MDPI:** Lee, J., Jeong, W., Han, J., Kim, T., & Oh, S. — Universidad de Corea del Sur, publicado en *Applied Sciences* (2021).

- **Descripción funcional**

TooWheels es un proyecto de silla de ruedas diseñado para ser fabricado con materiales accesibles (madera, tubos, piezas de bicicleta, impresión 3D). Su objetivo es brindar un modelo de bajo costo y adaptable a distintos usuarios, especialmente en países donde las sillas comerciales son costosas o de difícil acceso.

El prototipo descrito por Lee et al. (2021) propone un sistema mecánico de transmisión que permite a la silla superar escaleras rectas mediante engranajes y modos de marcha, reduciendo los costos y la complejidad frente a sillas robóticas avanzadas.

- **Ventajas**

- TooWheels: open source, accesible y adaptable a distintos usuarios, con materiales fáciles de conseguir.
- mecanismo probado para subir escaleras, con menor costo que sillas robóticas.
- En conjunto: ofrecen una alternativa escalable y personalizable que puede evolucionar según las necesidades de la paciente.

- **Desventajas**

- TooWheels no incorpora un sistema para subir escaleras, lo que abre la oportunidad de complementarlo con mecanismos externos.
- El diseño descrito por Lee et al. utiliza un sistema mecánico relativamente complejo, lo que hace que su fabricación y ensamblaje requieran recursos y conocimientos técnicos adicionales.
- El diseño de Lee et al. se probó principalmente en escaleras rectas y con dimensiones estándar, lo cual puede limitar su aplicabilidad en contextos reales donde las escaleras suelen ser más diversas o irregulares.

- **Referencia**

Lee, J., Jeong, W., Han, J., Kim, T., & Oh, S. (2021). *Barrier-Free Wheelchair with a Mechanical Transmission*. *Applied Sciences*, 11(11), 5280.
<https://doi.org/10.3390/app11115280>

TooWheels. (s. f.). *TooWheels — The Open Source Wheelchair*. Hackaday. Recuperado el 16 de septiembre de 2025, de <https://hackaday.io/project/25757-toowheels-the-opensource-wheelchair>

3. Reflexión final:

La paciente necesita subir y bajar escaleras de manera autónoma, ya que actualmente depende completamente de su madre debido a la debilidad muscular y el dolor constante provocados por la enfermedad de Camurati-Engelmann y el pie plano valgo. Aunque existen tecnologías como la FES, órtesis, sillas salvaescaleras y exoesqueletos pediátricos, ninguna le permite combinar movilidad segura con independencia total en su entorno doméstico.

En un nuevo prototipo, sería fundamental integrar un sistema que le permita subir escaleras sin asistencia directa de un adulto, adaptándose a distintos tipos de peldaños y espacios reducidos, mientras mantiene seguridad y comodidad. Además, podría incluir monitoreo de fuerza y postura para prevenir sobrecarga o lesiones. Esto cubriría una necesidad aún insuficientemente atendida: la autonomía real y segura de la paciente al moverse en su propio hogar, mejorando su calidad de vida y reduciendo la carga de su cuidadora.