



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA:**

**“ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN EL TREN INFERIOR PARA LA REINSERCIÓN DEPORTIVA EN LA FASE FINAL DE REHABILITACIÓN EN DEPORTISTAS AMATEUR DE TRAIL RUNNING EN FISIOALMED, 2025”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Magíster en  
Entrenamiento Deportivo

**Línea de investigación:** Salud y Bienestar Integral

**AUTOR:**

Lcda. Sindy Lorena Montesdeoca Sánchez

**DIRECTOR:**

MSc. Ronnie Andrés Paredes Gómez

**Ibarra – Ecuador 2026**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

| DATOS DE CONTACTO           |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> | SINDY LORENA MONTESDEOCA SÁNCHEZ |

| DATOS DE LA OBRA               |   |
|--------------------------------|---|
| <b>TÍTULO:</b>                 | “ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN EL TREN INFERIOR PARA LA REINSERCIÓN DEPORTIVA EN LA FASE FINAL DE REHABILITACIÓN EN DEPORTISTAS AMATEUR DE TRAIL RUNNING EN FISIOALMED, 2025” |
| <b>AUTOR (ES):</b>             | Sindy Lorena Montesdeoca Sánchez  |
| <b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>       | 04 de mayo del 2026   |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO    |   |
| <b>PROGRAMA:</b>               | <input type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>  |
| <b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b> | Magíster en Entrenamiento Deportivo   |
| <b>DIRECTOR /ASESOR:</b>       | MSc. Ronnie Andrés Paredes Gómez<br>MSc. Marcela Baquero Cadena   |

## **1. CONSTANCIAS**

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

Ibarra, a los 04 días del mes de mayo del año 2026.

### **EL AUTOR**

Firma: .....

Nombre Sindy Lorena Montesdeoca Sanchez

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

Ibarra, a los 04 días de mayo del 2026

MSc. Ronnie Andrés Paredes Gómez

### **DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de titulación, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....

MSc. Ronnie Andrés Paredes Gómez

C.C. 1003637822

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios, por fortalecerme en cada paso de esta experiencia académica; a mis queridos padres y hermana por su apoyo constante e incondicional, comprensiones inquebrantables y por inspirar con su ejemplo la perseverancia y disciplina que exige el nivel académico.

*Sindy Lorena Montesdeoca Sánchez*

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a Dios, por concederme la fortaleza, la salud y la guía necesarias para culminar este trabajo de investigación, y por iluminar cada decisión a lo largo de este proceso académico.

A mis docentes y tutores que formaron parte de formación profesional, por su rigor científico, acompañamiento continuo y por fomentar el pensamiento crítico orientado al bienestar deportista, así también cuyos aportes académicos contribuyeron significativamente al perfeccionamiento de este trabajo.

A mi familia y amigos, por su apoyo incondicional en los momentos de mayor exigencia, por las palabras de aliento y por recordar siempre la razón de este esfuerzo.

Extiendo mi gratitud también a los deportistas que participaron en la investigación, por su compromiso, tiempo y disposición, sin los cuales el presente proyecto de investigación no habría sido posible. A todas las personas que, directa o indirectamente, colaboraron con este proyecto.

*Sindy Lorena Montesdeoca Sánchez*

## Índice

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE..... | ii                                   |
| APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....   | iv                                   |
| OFICIO DE CONFORMIDAD .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Dedicatoria .....  | v                                    |
| Agradecimientos .....  | vi                                   |
| Índice.....  | vii                                  |
| RESUMEN .....  | xiii                                 |
| Abstract .....   | xiv                                  |
| CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....  | 15                                   |
| 1.1. Contextualización del problema, internacional, nacional y local. ....         | 15                                   |
| 1.2. Formulación del problema .....  | 17                                   |
| 1.3. Antecedentes .....  | 20                                   |
| 1.4. Objetivos .....   | 22                                   |
| 1.4.1. Objetivo General.....   | 22                                   |
| 1.4.2. Objetivos Específicos.....  | 22                                   |
| 1.5. Justificación .....   | 23                                   |
| CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL .....   | 25                                   |
| 2.1. Estado del arte.....  | 25                                   |
| 2.2. Marco conceptual.....   | 27                                   |
| 2.2.1. Trail Running .....   | 27                                   |
| a) Definición y características básicas: .....                                     | 27                                   |
| b) Biomecánica y fisiología: .....   | 28                                   |
| c) Exigencias del tren inferior.....   | 30                                   |
| 2.2.2. Rehabilitación Deportiva y Reinserción .....                                | 33                                   |
| Fases en Rehabilitación.....   | 34                                   |
| a. Fase aguda.....   | 35                                   |
| b. Fase subaguda .....   | 35                                   |
| c. Fase de reacondicionamiento .....   | 35                                   |
| d. Fase de retorno deportivo.....  | 36                                   |
| Papel del fisioterapeuta en la reinserción deportiva. ....                         | 37                                   |
| 2.2.3. Fundamentos de la Fuerza .....  | 39                                   |

|   |    |
|---|----|
| Definición de fuerza.....   | 39 |
| Tipos de fuerza: máxima, resistencia y explosiva (se destaca la explosiva como foco del estudio)..... | 40 |
| a. Fuerza máxima.....   | 40 |
| b. Fuerza resistencia.....  | 40 |
| c. Fuerza explosiva .....   | 40 |
| Relación de la fuerza explosiva con la readaptación en Trail Running. ....                            | 41 |
| 2.2.4. Fundamentos Energéticos o fisiología deportiva .....   | 46 |
| Sistemas energéticos (ATP-PC, glucolítico, oxidativo).....  | 46 |
| a. Sistema Anaeróbico aláctico .....  | 46 |
| b. Sistema anaeróbico láctico.....  | 46 |
| c. Sistema aeróbico .....   | 47 |
| 2.2.5. Principios de progresión y seguridad.....  | 47 |
| 2.2.6. <i>Evaluación</i> de la Fuerza y Beneficios Esperados .....                                    | 48 |
| a) Salto con contramovimiento .....   | 49 |
| Dispositivo vert.....   | 50 |
| b) Salto horizontal .....   | 50 |
| c) Sprint de 30 metros .....  | 51 |
| 2.3. MARCO LEGAL.....   | 52 |
| a. Salud .....  | 52 |
| b. Deporte.....   | 53 |
| CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....  | 55 |
| 3.1. Descripción del área de estudio/ grupo de estudio.....   | 55 |
| 3.2. Enfoque y tipo de la investigación.....  | 56 |
| 3.3. Métodos.....   | 57 |
| 3.3.1. Método Analítico Sintético .....   | 57 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos.....   | 58 |
| 3.4.1. Análisis bibliográfico-documental.....   | 58 |
| 3.4.2. Encuesta .....   | 58 |
| 3.5. Análisis Estadístico.....  | 58 |
| 3.6. Procedimientos.....  | 59 |
| 3.6.1. Protocolo experimental .....   | 59 |
| a. Salto vertical con contramovimiento .....  | 60 |

|  |  |    |
|--|--|----|
| b.   | Salto horizontal con manos libres .....  | 60 |
| c.   | Sprints de 30 metros.....  | 60 |
| 3.6.2.   | Protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva .....   | 61 |
| a.   | Entrenamiento de Fuerza Explosiva en el Tren Inferior .....  | 61 |
| 3.7.   | Operacionalización de variables .....  | 62 |
| 3.8.   | Consideraciones bioéticas.....   | 0  |
| 3.8.1.   | Declaración de Helsinki.....   | 0  |
| 3.8.2.   | Consentimiento Informado .....   | 1  |
| CAPÍTULO IV.....   |  | 4  |
| 4.1.   | Resultados y discusión:.....   | 4  |
| 4.1.1.   | Características de la Población .....  | 4  |
| 4.1.2.   | Estadística Descriptiva: Resultados de las pruebas físicas pre y post .....                          | 5  |
| a.   | Salto vertical con contramovimiento media .....  | 5  |
| b.   | Salto Horizontal .....   | 6  |
| c.   | Prueba de 30 metros.....   | 7  |
| 4.1.3.   | Estadística Inferencial: Análisis de la prueba t student para muestras relacionadas.....             | 8  |
| a.   | Prueba de t de Student para salto con contramovimiento, salto horizontal y prueba de 30 metros. .... | 8  |
| CAPITULO V .....   |  | 13 |
| 5.1.   | CONCLUSIONES .....   | 13 |
| 5.2.   | RECOMENDACIONES.....   | 15 |
| ANEXOS .....   |  | 16 |
| Anexo 1.....   |  | 16 |
| Anexo 2.....   |  | 16 |
| Anexo 3.....   |  | 17 |
| Anexo 4.....   |  | 17 |
| Anexo 5.....   |  | 17 |
| Anexo 6.....   |  | 18 |
| Abstrac elaborado por LA U EMPRENDE E.P. ....                                |  | 19 |
| Encuesta de los datos demográficos de los participantes en Google Forms..... |  | 20 |
| Resultados de los datos demograficos exportados en excel.....                |  | 24 |
| Protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva .....                         |  | 26 |

|   |    |
|---|----|
| Guía de ejercicios para el entrenamiento de fuerza explosiva.....                         | 28 |
| Resultados obtenidos de los pretest y postest.....  | 40 |
| Certificado del uso de las instalaciones de FIsioalmed .....                              | 42 |
| Evidencia fotográfica de la aplicación y guía de los ejercicios de fuerza explosiva ..... | 43 |
| Consentimiento informado.....   | 45 |
| REPORTE DE PLAGIO .....   | 47 |
| REFERENCIAS.....  | 48 |

## Índice de Tablas

|              |   |
|--------------|---|
| Tabla 1..... | 0 |
| Tabla 2..... | 4 |
| Tabla 3..... | 5 |
| Tabla 4..... | 6 |
| Tabla 5..... | 7 |
| Tabla 6..... | 8 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación del centro de rehabilitación Fisioalmed .....                                 | 55 |
| Figura 2. Calentamiento a los participantes antes de aplicar los test iniciales. ....             | 16 |
| Figura 3. Test de salto Vertical con contramovimiento inicial con el dispositivo Vert... 16       |    |
| Figura 4. Ubicación del dispositivo VERT. ....  | 17 |
| Figura 5. Recolección de resultados en la aplicación de Vert.....                                 | 17 |
| Figura 6. Test de Salto Horizontal Inicial .....  | 18 |
| Figura 7. Test de 30 metros Inicial.....  | 18 |
| Figura 8. Certificado de uso de instalaciones en el centro de rehabilitación FISIOALMED.<br>..... | 42 |
| Figura 9. Ejemplo de los ejercicios aplicados en la semana 1 y 2 .....                            | 43 |
| Figura 10. Ejemplo de los ejercicios aplicados en la semana 3, 4 y 5 .....                        | 43 |
| Figura 11. Ejemplo de los ejercicios aplicados en la semana 6, 7 y 8 .....                        | 43 |
| Figura 12. Entrenamiento de gesto deportivo en el área de campo .....                             | 44 |

## RESUMEN

### “ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN EL TREN INFERIOR PARA LA REINSERCIÓN DEPORTIVA EN LA FASE FINAL DE REHABILITACIÓN EN DEPORTISTAS AMATEUR DE TRAIL RUNNING EN FISIOALMED, 2025”

**Autor:** Montesdeoca Sanchez Sindy Lorena

**Correo:** [slmontesdeocas@utn.edu.ec](mailto:slmontesdeocas@utn.edu.ec)

**Director:** MSc. Ronnie Andrés Paredes Gómez

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza explosiva en la fase final de rehabilitación en deportistas amateurs de Trail Running en el centro de especialidades FISIOALMED, durante el año 2025. El estudio se fundamentó en la incidencia de lesiones del tren inferior en esta disciplina y la necesidad de optimizar los protocolos fisioterapéuticos de retorno deportivo para evitar recidivas. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental de alcance explicativo, aplicando una muestra de 24 pacientes seleccionados por conveniencia. Se evaluó la funcionalidad mediante pruebas específicas de pre y post intervención: salto con contramovimiento (CMJ), prueba de salto horizontal y test de velocidad de 30 metros. Tras la aplicación de un protocolo de entrenamiento de 8 semanas con 21 sesiones en total y con más de 30 minutos de entrenamiento de explosividad; basado en ejercicios de explosividad bajo criterios fisioterapéuticos de progresión y seguridad. Los resultados evidenciaron mejoras estadísticas significativas ( $p < 0,5$ ) en todas las variables físicas, no solo mejorando el control motor y la rigidez de las piernas tras una lesión, sino que también la retroalimentación constante de equilibrio y estabilidad de una forma más rápida. Se concluye que el entrenamiento de fuerza explosiva es una estrategia efectiva que mejora la fuerza, potencia, estabilidad y funcionalidad del deportista, garantizando una reinserción segura y disminuyendo el riesgo de futuras lesiones.

**Palabras claves:** fuerza explosiva, rehabilitación deportiva, Trail Running, prevención de lesiones.

## Abstract

### “EXPLOSIVE STRENGTH TRAINING OF THE LOWER LIMBS FOR SPORTS REINTEGRATION IN THE FINAL PHASE OF REHABILITATION IN AMATEUR TRAIL RUNNING ATHLETES AT FISIOALMED, 2025.”

**Author:** Montesdeoca Sanchez Sindy Lorena

**Email:** [slmontesdeocas@utn.edu.ec](mailto:slmontesdeocas@utn.edu.ec)

**Thesis Advisor:** MSc. Ronnie Andrés Paredes Gómez

The present study aimed to analyze the effects of an explosive strength training program during the final phase of rehabilitation in amateur Trail Running athletes at the FISIOALMED Specialty Center in 2025. The research addressed the high incidence of lower-limb injuries in this discipline and the need to optimize physiotherapeutic return-to-sport protocols to prevent recurrence. A quantitative approach with a quasi-experimental design of explanatory scope was employed. The sample consisted of 24 patients selected through convenience sampling. Functional performance was evaluated using specific pre- and post-intervention tests: countermovement jump (CMJ), horizontal jump test, and 30-meter sprint test. The intervention comprised an eight-week training protocol (21 sessions), including more than 30 minutes of explosive training per session, structured according to physiotherapeutic criteria of progression and safety. Statistically significant improvements ( $p < 0.05$ ) were observed in all physical variables. Participants demonstrated enhanced motor control and leg stiffness after injury, as well as faster balance and stability responses. Explosive strength training proved to be an effective strategy for improving strength, power, stability, and functional performance in athletes, facilitating a safe return to sport and reducing the risk of future injury.

**Keywords:** explosive strength; sports rehabilitation; Trail Running; injury prevention.

## CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Contextualización del problema, internacional, nacional y local.

Universalmente, el Trail Running ha experimentado un crecimiento exponencial durante las dos últimas décadas, transformados en una práctica recreativa de montaña a una disciplina con circuitos competitivos e incluso federativo en varios países del mundo. Este incremento ha expuesto a un volumen mayor de deportistas a demandas mecánicas específicas, caracterizada por superficies irregulares, pendientes pronunciadas, cambios bruscos de dirección y acciones repetidas de desaceleración y salto. La evidencia describe que más del 70% de las lesiones en Trail afectan a rodilla, tobillo y pierna, siendo los esguinces, tendinopatías y síndromes por sobreuso las más frecuentes (Vincent et al. 2022). En el contexto de rehabilitación deportiva, los estudios mencionan que las adaptaciones neuromecánicas asociadas a la pliometría incluyen mejoras en el reclutamiento neural, la tasa de desarrollo de fuerza, la eficacia de ciclo estiramiento-acortamiento (SSC), la activación anticipatoria y las estrategias de absorción de impactos (Kubo et al. 2021). Dichos resultados han fortalecido la recomendación de incluir criterios funcionales objetivos para el retorno deportivo basados en mediciones de potencia, saltos, simetría bilateral y control neuromotor (Buckthorpe & Roi, 2018).

En Ecuador, el Trail Running ha demostrado un crecimiento notable durante la última media década, favorecido por la diversidad geográfica del país. Si bien la práctica se caracteriza por un perfil mayoritariamente amateur, por lo que ha traído consigo una mayor incidencia de lesiones en extremidades inferiores. Sin embargo, la literatura científica ecuatoriana sobre la epidemiología, rehabilitación y retorno deportivo en Trail runners es escasa, lo que genera una brecha de conocimiento y una dependencia metodológica de investigaciones internacionales. Desde el enfoque de rehabilitación y fisioterapia deportiva, el marco ecuatoriano aún se encuentra poca actualizada y aún en fase de consolidación. La implementación de criterios funcionales para el retorno deportivo no se encuentra sistematizada y la fase final de rehabilitación frecuentemente se acorta debido a múltiples factores: costos, tiempos, desconocimiento técnico o la falsa equivalencia entre ausencia de dolor y alta deportiva. La literatura internacional demuestra que el uso de pliometría, la tasa de desarrollo de fuerza y el trabajo de potencia reduce las asimetrías funcionales y optimiza el rendimiento del tren inferior (Kubo, 2021; Kasmi, 2021); pero estos métodos aún no se han incorporado de forma sistemática en los protocolos ecuatorianos de rehabilitación.

Además, el acceso a valoración funcional mediante plataformas de fuerza, dinamometría, o test biomecánicos también es limitado en comparación con centros especializados de Europa o Norteamérica.

En Ibarra-Imbabura se observa un incremento de corredores aficionados que participan en rutas de montaña y carreras con distancias variables, lo que ha diversificado el perfil epidemiológico de lesiones. En este grupo predominan deportistas no profesionalizados que carecen de planificación durante el proceso de preparación, especificidad o competencia, peor aún en programas de retorno deportivo. En la mayoría de los centros de rehabilitación, la fase final suele limitarse a ejercicios de fortalecimiento básico y propiocepción, sin integrar componentes clave como fuerza explosiva, control de desaceleración, entrenamiento excéntrico o pliometría avanzada. La falta de investigación aplicada al contexto nacional, la ausencia de literatura impide construir un cuerpo metodológico propio y contextualizado para la disciplina.

## 1.2. Formulación del problema

Moreno et al. (2023) menciona que los beneficios de la actividad física son indiscutibles; sin embargo, es una causa principal de lesiones en miembros inferiores en la población adulto joven y razón principal de consulta en traumatología o fisioterapia. En la etapa final de fisioterapia deportiva, también llamada fase de readaptación al rendimiento deportivo busca la transición del atleta a su actividad física normal o deportiva mediante una recuperación físico funcional, biomecánica y psicológica de forma segura y óptima, para minimizar el riesgo de recaídas y maximizar su desempeño. La fuerza muscular es una de las estrategias utilizadas durante la etapa de fortalecimiento de miembros inferiores y su trabajo tiene efectos significativos en la capacidad neuromuscular para maximizar el desarrollo de una fuerza óptima en el paciente tras una lesión en el tren inferior. Cuando cualquier tipo de lesión en miembros inferiores se vuelve de estadio crónico, además de la impotencia funcional que el deportista presenta; se incrementa el riesgo de lesión de moderada a grave a nivel de tobillo, rodilla o cadera; y es una de las razones principales para que el deportista acuda con profesionales en fisioterapia. El dolor, el déficit de fuerza muscular, la inestabilidad articular y la alteración de la marcha, son problemas recurrentes durante la fase intermedia en rehabilitación física que los pacientes deportistas manifiestan (Ferri Alcaraz 2022). Sin embargo, en centros públicos, el servicio de rehabilitación física se maneja por sesiones y tiempo de sesiones limitadas, además del largo tiempo de espera para las citas. Por lo que, es una gran consecuencia a que la mayoría de los pacientes que practican algún tipo de ejercicio físico no logren llegar a completar la fase resolutive, que es el periodo más importante en el ámbito del retorno deportivo.

El Trail Running se ha vuelto una práctica deportiva muy popular y físicamente muy demandante. Es una carrera de resistencia de varios kilómetros en montaña con diversos desniveles y superficies, por lo que es muy susceptible a lesiones frecuentes en el tren inferior. Comúnmente algunos factores asociados con las lesiones son el historial de lesiones previas y los programas de entrenamiento con sobrecarga excesiva, que afecta directamente los niveles de estrés del atleta morfológica y psicológicamente al atleta, exponiéndolo a un mayor riesgo de lesiones musculoesqueléticas e incluso alteraciones del sistema inmunitario. En ciertas situaciones, aquellos deportistas que han regresado a su deporte no rinden al nivel deseado, y si los síntomas aumentan gradualmente con el tiempo, puede convertirse en una decisión de retirada del deporte o a la reducción de la carga en el entrenamiento, con menor número de

sesiones o incluso que se sustituya parcialmente por entrenamiento de rehabilitación. Hay estudios que mencionan que la mitad de los deportistas recuperan con éxito su nivel de participación deportiva después de un año de su lesión. Sin embargo, en algunas lesiones agudas, como parte de los profesionales clínicos, se debe reconocer cuando es necesaria la retirada inmediata del atleta para proteger su integridad físico funcional.

En este contexto, durante la fase resolutive en rehabilitación deportiva, los deportistas muestran síntomas importantes comunes como; disminución de la masa muscular, sobre todo de la cadena extensora de la extremidad afectada; puntos dolorosos musculares, trastornos de estabilidad, disminución de la coordinación, de agilidad y la velocidad. Los estudios recientes han destacado a la fuerza explosiva progresiva como una estrategia efectiva para el entrenamiento neuromuscular. Gracias a su mecanismo de ciclos de estiramiento – acortamiento repetitivo, mejora de forma significativa la capacidad de la unidad musculotendinosa para generar fuerza máxima en el mínimo tiempo posible. Por ello, la importancia de aplicar un entrenamiento de fuerza explosiva en la última fase rehabilitación radica en maximizar la funcionalidad morfofisiológica del tren inferior, y por ende mejorar el rendimiento deportivo sin recidivas o con el mínimo riesgo de lesiones.

El Trail en Ecuador mantiene un perfil amateur recreativo en el que prevalecen corredores sin seguimiento fisioterapéutico continuado. Ello configura un escenario donde la fase final de rehabilitación y el retorno deportivo, a menudo autoinducido, sin cumplir criterios objetivos de fuerza, potencia o simetría funcional, lo que incrementa la probabilidad de recurrencia de lesión. Esto constituye uno de los principales desafíos para el mantenimiento de salud deportiva y la permanencia en el circuito competitivo. En los últimos meses, el centro privado de especialidades FISIOALMED ubicado en Ibarra; aproximadamente el 70% acuden a consulta por algún tipo de lesión en miembros inferiores siendo de diferente etiología y en relación con el Trail Running. Por tanto, la formulación de un protocolo de fuerza explosiva en la fase final de fisioterapia contribuirá en gran medida a los pacientes con lesiones deportivas a conseguir múltiples efectos morfofuncionales de gran importancia para su recuperación y, sobre todo a un retorno deportivo con progresión estandarizada, y con mayor efectividad y seguridad.

Por tanto, el planteamiento del problema del siguiente proyecto es ¿Cuáles son los efectos del entrenamiento de fuerza explosiva para la reinserción deportiva en la fase final de

rehabilitación en deportistas Amateur de Trail Running en FISIOALMED, 2025?. Formulando la hipótesis: los efectos del entrenamiento de fuerza explosiva tienen un efecto estadísticamente significativo para la reinserción deportiva en la fase final de rehabilitación ( $H_1$ ), en todas las variables evaluadas gracias a su enfoque integral, funcional y sistemático.

### 1.3. Antecedentes

El investigador Carrión et al. (2021) hace referencia a las lesiones deportivas como “cualquier evento traumático que ocurre durante o como resultado del desempeño deportivo”. Es un daño físico que modifica el proceso de entrenamiento, limitando también la participación en actividades personales, familiares o de recreación. Según el deporte, las articulaciones de los miembros inferiores son más frecuentemente expuestas a traumas deportivos y a varios factores predisponentes a una lesión por síndromes de sobreuso. En el artículo de Gavia et al. (2025) indica que “estas lesiones muestran diversas tasas según su naturaleza: entre 0.8 a 90.9 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y entre 3.1 y 54.8 lesiones por cada 1000 horas de competencia”. Un plan de entrenamiento no individualizado en función de la maduración biológica del deportista es una de las múltiples causas de lesiones a cualquier edad. La planificación en cada una de las fases de entrenamiento, el equipamiento utilizado y las áreas deportivas utilizadas, son factores claves que inciden en lesiones deportivas crónicas o agudas, así como también el abordaje que se da en la prevención de esta.

La fuerza explosiva, sobre todo los ejercicios de explosividad nacen en Europa y significan: aumentar longitud (Melgar & Fernando, 2023). Son ejercicios de alta intensidad que combinan la fuerza excéntrica y concéntrica en el menor tiempo posible, es decir, entrenamiento de potencia. Brinda al deportista múltiples beneficios morfofisiológicos, entre ellos masa y fuerza muscular, el desarrollo de explosividad y velocidad, y también reduce el riesgo de lesiones o recidivas. Se basa en ejercicios de saltos y rebotes. Estos ejercicios se los puede realizar con poco peso o con el propio peso corporal, puesto que la clave está en la explosividad con la que ejecutamos el ejercicio. En el estudio de revisiones sistemáticas de Cristina Estefanía (2021), concluye que la fuerza explosiva es un gran estímulo necesario para mejorar la fuerza y flexibilidad, así como también la agilidad y la velocidad, debido a que el reclutamiento de unidades motoras y velocidad de conducción es más rápido. A largo plazo, influye directamente en la densidad ósea, composición corporal, estabilidad corporal y rendimiento físico. A corto plazo, mejora la coordinación intermuscular e intramuscular, además de la elasticidad muscular, ligamentaria y tendinosa de las extremidades inferiores. Se destaca que, en el entrenamiento de fuerza explosiva, el

“entrenamiento pliométrico demostró ser una opción de entrenamiento seguro en adultos. Una alternativa factible y segura al entrenamiento de fuerza tradicional, para aumentar individualmente el rendimiento neuromuscular”, Cristina Estefanía (2021) para deportistas de ambos sexos, de diferentes edades y para prevenir lesiones.

La mayoría de los ejercicios de fuerza explosiva en fisioterapia para lesiones en el tren inferior están basados en diferentes estímulos de saltos, ya sea saltos en un solo pie o saltos con o sin carga. Por ejemplo, en el estudio de Alexandra et al. (2021) utilizó de forma progresiva los saltos contra movimiento, salto en cuclillas, salto en caída. Y encontró diferencias estadísticamente significativas entre las capacidades de salto antes y después de la intervención con pliometría en los pacientes con lesiones de rodilla. Cabe recalcar que, los ejercicios de potencia deben aplicarse en deportistas completamente recuperados tras una lesión. Sus beneficios son mayores cuando el periodo de intervención abarca de 10 o más semanas, siendo evidente desde la cuarta semana. Pueden sugerirse entrenamientos de explosividad solo o en combinación con otras formas de entrenamiento para maximizar el rendimiento.

En conjunto la evidencia científica señala que, el problema radica en la alta incidencia de lesiones deportivas en el tren inferior, ya sea en recurrencia o en el desarrollo de nuevas lesiones, las mismas que están asociadas a una inadecuada planificación de entrenamiento y a la limitada aplicación de programas específicos de fuerza explosiva en el proceso de rehabilitación y retorno deportivo. A pesar de la alta evidencia científica que respalda los beneficios del entrenamiento explosivo, su aplicación aún no se encuentra estandarizada, sobre todo a nivel nacional y regional, dentro de los protocolos fisioterapéuticos post lesión, lo que puede comprometer el rendimiento físico del deportista. En este contexto, el objeto de estudio se relaciona con una adecuada planificación de fuerza explosiva como estrategia fisioterapéutica, para influir positivamente al sujeto de estudio en recuperar su máxima funcionalidad deportiva, respaldado con apoyo científico.

## **1.4.Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Analizar los efectos del trabajo de fuerza explosiva en el tren inferior para la reinserción deportiva en la fase final de rehabilitación en deportistas Amateur de Trail Running en FISIOALMED, 2025

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Evaluar la capacidad de fuerza explosiva del tren inferior en base a las pruebas funcionales de salto con contramovimiento, test horizontal y prueba de 30 metros, que valore el rendimiento funcional en la fase final de rehabilitación de los deportistas.
2. Aplicar un protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior, bajo criterios fisioterapéuticos de progresión y seguridad, con el fin de mejorar la capacidad funcional y reinserción deportiva.
3. Determinar la eficacia de la intervención a partir de los resultados obtenidos pretest y posttest del entrenamiento de fuerza explosiva, para sustentar el proceso de reinserción deportiva en la fase final de rehabilitación en deportistas amateur de Trail Running.

## 1.5. Justificación

La escasez de protocolos progresivos específico para el Trail Running y la ausencia de criterios objetivos de reinserción deportiva a nivel amateur es un motivo importante para la investigación; ya que, por lo general la evidencia es procedente solo de deportes colectivos comunes. El déficit de entrenamiento explosivo en la fase final de rehabilitación, a pesar de su relevancia para el rendimiento excéntrico y concéntrico, el trabajo de potencia es escasamente incorporado en la rehabilitación del corredor aficionado ecuatoriano. Los estudios internacionales recomiendan criterios funcionales basados en fuerza, potencia, simetría y control neuromotor (Buckthorpe & Della Villa, 2021) mientras que localmente predomina el criterio subjetivo de ausencia de dolor. Por tanto, la convergencia entre estas brechas valida la pertinencia de estudios que investiguen la implementación de entrenamiento de fuerza explosiva en deportistas amateur, particularmente en la fase final de rehabilitación.

El presente estudio fue viable debido a que se desarrolló en un contexto claramente delimitado y controlado, cuenta con una población claramente determinada de deportistas amateur con lesiones deportivas en el tren inferior por el Trail Running que se encuentren en la fase resolutiva en el centro de especialidades FISIOALMED durante octubre-diciembre 2025 en Ibarra. Esta delimitación clínica y deportiva precisa facilita la aplicación del entrenamiento propuesto y el seguimiento factible de cada uno de los resultados funcionales que se logro objetivamente. De igual forma, la factibilidad del estudio se sustenta en la disponibilidad de los recursos humanos, materiales y metodológicos para la ejecución. La accesibilidad de los participantes, la disponibilidad del espacio físico e infraestructura adecuada y el tiempo establecido para la intervención aseguró la continuidad del proceso investigativo, con el fin de lograr objetivos fisioterapéuticos deportivos en donde el participante logra la máxima capacidad y readaptación funcional post lesión. El aporte metodológico es el protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva basado en ejercicios de potencia con carga progresiva, los más adecuados, utilizados y recomendados por evidencia científica, bajo supervisión profesional del fisioterapeuta garantiza un adecuado control de la carga, progresión y prevención de riesgos, lo que asegura la factibilidad metodológica y ética del estudio. En este contexto, los beneficiarios directos son los deportistas amateurs de Trail Running que han sufrido lesiones en los miembros inferiores, quienes serán favorecidos por un proceso de recuperación más eficiente, orientado al fortalecimiento muscular, el control neuromuscular y la recuperación de

capacidades físicas condicionantes. Como beneficiarios indirectos, se incluye los profesionales de la fisioterapia y la rehabilitación deportiva, quienes podrán disponer de un protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva con evidencia, aplicable a contextos clínicos similares. El centro de rehabilitación Fisioalmed también se beneficiará al fortalecer sus estrategias terapéuticas y mejorar la calidad de la atención brindada a sus pacientes; al igual que la Universidad Técnica del Norte, brindando actualización en conocimientos.

Por último, el impacto del presente estudio fue manifestar en los ámbitos clínico, deportivo y académico. El protocolo de entrenamiento explosivo para la reinserción deportiva en el Trail Running optimizará significativamente el estado físico funcional del atleta, debido a que incrementa respuestas musculares rápidas y coordinadas para la protección de tejido blando, así como los factores propioceptivos perdidos durante una lesión; haciendo que las estructuras de tejido conectivo desarrollen mayor estabilidad y equilibrio a la articulación y con ello perfeccionen las capacidades de coordinación, velocidad y agilidad. Se logra un exitoso control motor, aumenta la habilidad y capacidad de producir impulsos potentes y rápidos durante los cambios de dirección, ascensos y descensos que la carrera en montaña demanda. Por tanto, el estudio aporta evidencia científica relevante y fortalece el conocimiento en fisioterapia deportiva y rehabilitación funcional.

El proyecto se enmarcó en la línea de investigación de salud y bienestar integral, al enfocarse en el desarrollo deportivo de adultos posterior a lesiones deportivas, fortaleciendo el conocimiento en fisioterapia deportiva y rehabilitación funcional.

## CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. Estado del arte

El incremento de corredores de montaña ha expuesto a un volumen mayor de deportistas a demandas mecánicas con cargas elevada sobre el tren inferior, con características fisiológicas, biomecánicas y ambientales específicas; lo que ha situado a las lesiones musculoesqueléticas como uno de los principales factores limitantes para la continuidad deportiva. Estas tendencias epidemiológicas han impulsado la investigación relacionada con su perfil de demanda, lesiones y procesos de rehabilitación con protocolos que optimizan el retorno deportivo (return to sport, RTS) y minimicen el riesgo de recurrencia de lesión. La literatura contemporánea ha identificado la fase final de rehabilitación como una ventana crítica para reacondicionar y la prevención de lesiones, particularmente la fuerza explosiva y la potencia del tren inferior donde los factores predisponente más relevantes para las lesiones son el control neuromotor deficiente, desequilibrios de rigidez musculo tendinosa, fatiga y variabilidad cinemática (Buckthorpe & Della Villa, 2021).

Investigaciones recientes destacan que, los elementos biomecánicos del Trail Running justifican que el entrenamiento orientado al retorno deportivo incluya componentes de fuerza reactiva, control neuromuscular, estabilidad postural y pliometría, especialmente en fases avanzadas de retorno. En este contexto, la fuerza explosiva en el tren inferior se entiende como la capacidad del sistema neuromuscular para generar incrementos rápidos de fuerza, fundamental para la eficiencia mecánica y reducción del riesgo de lesión (Pardos-Mainer, 2021; Buckthorpe & Della Villa, 2021).

El entrenamiento de fuerza explosiva se ha posicionado como componentes fundamentales para el acondicionamiento neuromuscular en disciplinas que implican acciones balísticas, como el cambio de dirección, el ascenso y el descenso rápido en pendientes, saltos y recepción de impactos (Pardos-Mainer et al. 2021). Estas adaptaciones son determinantes para el rendimiento en Trail Running, dado que la disciplina exige una transición constante entre acciones excéntricas, durante el descenso y frenado, y concéntricas durante el ascenso y la propulsión. De igual forma, se menciona que la rigidez adecuada del sistema musculo tendón es clave para almacenar la energía elástica durante la marcha y carrera, y generar fuerza concéntrica. La base fisiológica de la pliometría mejora

el tiempo de contacto del pie, eficiencia propulsiva y economía de carrera. Todos factores que determinan rendimiento y riesgo de recaída.

La literatura destaca la necesidad de protocolos, en donde el deportista es progresivamente expuesto a estímulos complejos, impredecibles y específicos de su disciplina. Para el Trail Running, esto incluye tareas de pliometría reactiva, desaceleraciones, perturbaciones y trabajo en superficies irregulares. La evidencia muestra que el entrenamiento pliométrico constituye un método más eficaz para estimular el ciclo estiramiento-acortamiento, facilitando mejoras de potencia, estabilidad dinámica y excitabilidad neuromuscular (Kubo et al. 2021). Estas adaptaciones son particularmente relevantes en rehabilitación, donde la pérdida de velocidad de producción de fuerza y el déficit de control motor son factores asociados a la reincidencia lesional y al retraso en el retorno deportivo (Memain et al. 2024).

Estudios en población deportiva lesionada ha demostrado que el ejercicio explosivo en rehabilitación acelera la recuperación de la tasa de fuerza, mejora la mecánica de aterrizaje y reduce el riesgo de nuevas lesiones en rodilla y tobillo (Memain et al. 2024; Shedge & Ramteke, 2024; Kasmi et al. 2021) reportan mejoras significativas en control neuromotor y cinemática del salto tras tres semanas de protocolos específicos deportivos, indicando las ganancias explosivas y de reabsorción de carga son necesarias al retorno a competencia.

Así mismo, revisiones sistémicas y metaanálisis ha demostrado a la explosividad genera mejoras significativas en potencia, salto, sprint y cambios de dirección, siendo superior al entrenamiento de fuerza tradicional para el desarrollo de componentes explosivos (Pardos-Mainer et al. 2021). Mas aún en el Trail, donde las demandas excéntricas aumentan en descensos y terrenos técnicos, el ciclo estiramiento-acortamiento juega un papel protector en la modulación de la rigidez musculo tendinosas y económica del movimiento (Kubo et al. 2021).

El Trail Running exige un alto control postural y un ajuste continuo de tronco y extremidades frente a variaciones abruptas del terreno. El control neuromuscular se logra mediante coactivación muscular, y la rehabilitación debe incluir ejercicios con saltos hacia adelante y laterales, sentadillas a una pierna y trabajo inestable. Esto conecta directamente con la fase final de rehabilitación, donde el objetivo es transferir capacidades musculares y neuromotoras hacia demandas deportiva realas, como saltos, desaceleraciones y cambios de

terreno característicos de Trail. La fuerza explosiva puede mejorar, estabilidad postural dinámica, rigidez adecuada de tejidos, coordinación intermuscular, control de valgo dinámico de rodilla y respuestas reactivas ante impactos. Todos estos son marcadores clínicos relevantes para la alta y retorno deportivo seguro.

El Trail destaca la exigencia de desaceleraciones repetidas, impactos verticales elevados, carreras en descenso y variaciones cinemáticas. Los pliométricos comprende saltos en caída, saltos en tijera, saltos con contramovimiento y saltos unilaterales. Esos ejercicios imitan condiciones de Trail y en fase final de rehabilitación son utilizados para recuperar eficiencia mecánica en el ciclo elástico, potenciar el impulso y reactividad en el apoyo y acelerar la transición hacia ritmos de carrera competitivos.

Finalmente, la literatura plantea que el retorno deportivo seguro tras una lesión no puede sustentarse únicamente en ausencia de dolor, sino en la recuperación de capacidades funcionales avanzadas como potencia explosiva, simetría, control motor y tolerancia a impacto, siendo la explosividad uno de los principales medios para ellos (Buckthorpe & Roi, 2018); Kasmi et al. 2021). Por tanto, el entrenamiento de fuerza explosiva constituye un componente esencial en la fase final de rehabilitación deportiva y un predictor funcional relevante para garantizar el retorno al Trail sin limitaciones.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Trail Running**

#### ***a) Definición y características básicas:***

La International Trail Running Association (ITRA) lo define como “una competición pedestre abierta a todos, que se desarrolla en un entorno natural, con al menos un máximo 20% de superficie pavimentada” Puigarnau Coma (2021). Este deporte nace desde la década de los 90s, teniendo mayor auge desde el año 2000 y fundándose la primera Asociación Internacional de Trail Running en el 2013. Actualmente es una disciplina que ha crecido enormemente a nivel mundial, probablemente debido al mayor atractivo de estas competiciones en comparación con las carreras en pista. En Ecuador es un lugar perfecto para este deporte debido a sus grandes escenarios geográficos que ofrece, con montañas, volcanes y paramos. Corredores ecuatorianos como Joaquín López, se ha destacado a nivel internacional, mostrando el potencial de los atletas del país en esta disciplina.

El Trail Running implica una carrera de resistencia en senderos o fuera de ellos perfectamente señalizados y seguros, con abastecimiento de alimentación e hidratación o también puede ser autosuficiente, es decir, que el propio corredor sea autónomo en cuanto a comida, bebida, ropa y comunicación. Los atletas compiten entre sí para lograr el mejor tiempo en un recorrido determinado, que incluye varios tipos de terreno y diversos entornos: montañas, campos, bosques, llanuras, entre otros. Comprende una gran variación de desafíos, desde elevaciones, superficies de carrera discontinuas con presencia de árboles caídos, ramas, raíces y rocas; hasta la diversidad climática. La dificultad de las rutas depende según la distancia y el desnivel; y las distancias pueden comprender desde 5km, consideradas como mínimas y siendo competiciones individuales; hasta más de 80km que pueden durar desde uno a varios días y pueden ser en equipos.

#### ***b) Biomecánica y fisiología:***

El rendimiento al correr depende de una gran capacidad para regular adecuadamente el comportamiento locomotor a los cambios de pendiente, es una combinación de características anatómicas, de cambios fisiológicos, biomecánicos conductuales del ser humano. La evidencia informa “el cambio de velocidad de 0,1 a 0,3km/h”, Vernillo et al. (2017) de cambio en la pendiente, lo que conlleva a importantes adaptaciones biomecánicas, neuromusculares y fisiológicas.

En las pendientes más altas se relaciona con una mayor frecuencia de pasos, y mayor trabajo mecánico interno, una menor duración de la fase de balanceo/aire, un mayor factor de trabajo y una adaptación progresiva de pisada de medio pie a antepié. Mientras que, en la cuesta abajo se caracteriza por una adopción del retro pie, un mayor tiempo de aire, una menor frecuencia de pasos y un menor factor de trabajo, es decir, menor proporción de ciclo de zancada durante apoyo, Vernillo et al. (2017). En el desnivel positivo el tren inferior realiza un mayor trabajo mecánico en comparación con el desnivel negativo, para aumentar la energía potencial del cuerpo. Es decir, en el desnivel negativo la energía es más disipada, mientras que en la pendiente alta genera energía y a medida que aumenta la inclinación, progresa el costo de energía, la demanda de trabajo y se compensa con aumento de potencia en todas las articulaciones, pues requiere de mayor actividad muscular, sobre todo en cadera. Para corredores de Trail profesional, durante el descenso adaptaban un patrón de impacto con el medio pie, mientras que para aquellos de nivel medio lo realizaban con el retro pie. Sin embargo, debido a las variaciones de superficie irregulares, los deportistas no adoptan un

patrón de pisada único. Aunque, un golpe con el antepié reduce el impacto a lo largo de la tibia en el eje transversal. Conforme la pendiente aumenta, las fuerzas de reacción del suelo aumentan, es decir, se necesita de mayor fuerza propulsivas para generar el ascenso requerido con aceleración impuesta por la pendiente. Mientras que, en descenso, la fuerza de impacto en el contacto del pie aumenta, y está determinada por la masa efectiva del tren inferior que a su vez cambia en función del ángulo articular; y si la cinemática no cambia, solo la velocidad a la que el pie golpea el suelo influirá en la fuerza de impacto. Por otra parte, a medida que disminuye la pendiente, aumenta el trabajo externo negativo, es decir, el trabajo para desacelerar el centro de movimiento y con ello se observa una disipación de energía; mientras que, la carrera en ascenso requiere mayor trabajo mecánico neto con cada paso para aumentar la energía potencial del cuerpo, y los músculos deben realizar un mayor trabajo neto positivo para elevar el centro de movimiento del cuerpo a su altura en el despegue como para darle suficiente energía cinética durante la fase de balanceo. El trabajo articular en las extremidades inferiores son diferentes para la estabilidad articular e influyen directamente durante los desniveles; por ejemplo, el trabajo articular es mayor en las pendientes altas que en los descensos. La rodilla realiza mayor trabajo negativo durante el descenso, seguido de tobillo y cadera, pero durante el trabajo positivo, la cadera es la más estresada, seguido de tobillo. Así mismo, los estudios mencionan que la mejor disminución de impacto, los patrones de impacto anterior esta relacionada con una mayor flexión de rodilla en el contacto inicial, es decir disminuye el impacto en tareas dinámicas y estáticas.

En tobillo, en descenso el rango de movimiento, dorsiflexión, durante la fase de frenado disminuye, al igual que la velocidad angular durante la fase de apoyo y durante la fase de balanceo la dorsiflexión del tobillo fue mayor. En rodilla, la flexión al contacto aumenta en desnivel positivo durante la propulsión, pero durante la fase de frenado, la absorción de potencia de la rodilla aumenta en desniveles negativos debido a un mayor rango de movimiento de rodilla. En cadera, el rango de movimiento es mayor con mayor absorción de potencia durante el desnivel negativo. Pero, durante las pendientes altas, la cadera se flexiona más durante de propulsión en desniveles positivos, disminuyéndose progresivamente al contacto y la fase de frenado, por lo que la potencia de cadera aumenta con la inclinación de la carrera, sobre todo extensores,

Adaptaciones neuromusculares: Durante los desniveles positivos, los estudios de electromiografía (EMG) encuentran más activación en el iliopsoas (más energía y momentos más altos durante el balanceo), glúteo mayor, los aductores, los isquiotibiales, los vastos y el

tibial anterior. Durante la fase de frenado se activan más el glúteo mayor, los vastos, el gastrocnemio y el soleo, y durante la propulsión se activa más el glúteo mayor, los isquiotibiales, los vastos, el gastrocnemio y el soleo. Esta activa se relaciona con una mayor producción de fuerza, principalmente para las contracciones concéntricas a velocidades dadas.

Costos energéticos: es la cantidad de energía gastada para lograr con efectividad el movimiento. El almacenamiento de energía logrado por una unidad musculotendinosa y la elástica muscular pasiva, es decir, ciclo de estiramiento – acortamiento, contribuye a uno de los mecanismos de ahorro de energía durante la carrera. El almacenamiento y la liberación en energía elástica contribuye a acelerar el cuerpo hacia arriba durante la fase propulsiva, es decir, la producción de energía necesaria durante la fase concéntrica, pues la energía elástica reside en la cantidad de trabajo muscular que puede reemplazar. Por ello, el coste energético aumenta durante la pendiente, dado que hay una mayor actividad muscular, y se requiere mayor generación de energía mecánica para superar la energía potencial. Sin embargo, en las carreras de montaña, la energía utilizada no se mantiene constante y las mayores demandas metabólicas durante el ascenso no se compensan con las menores demandas metabólicas durante el descenso, y en competiciones la concentración de lactato aumenta mucho más en ascensos. Por tanto, las adaptaciones específicas es proporcional a las pendientes, y las reducciones naturales del ritmo no necesariamente permiten una reducción de la tensión fisiológica total, Vernillo et al. (2017). Además, con la mayor activación muscular y aumento de la producción de energía anaeróbica conlleva a un menor coste energético. Sin embargo, en esta carrera gradual debido a que representa un mayor estrés mecánico, sin un correcto entrenamiento, puede resultar en daños musculares y lesiones en el tren inferior.

### ***c) Exigencias del tren inferior***

En el estudio de C. T. Viljoen et al. (2021); reporta que las lesiones relacionadas con el Trail Running abarca del “16,7% a 84,9% en novatos; 21,6% a 55% en corredores recreativos; el 1,4% a 94,4% en corredores de campo travesía y 21% a 90,6% en corredores de ultra distancia; con una incidencia general de 4285,0 lesiones por 1000h de carrera, con el 22,2% durante la carrera y el 28,2% durante un año”; mientras que, en el estudio de Gajardo-Burgos et al. (2021); menciona que los mecanismos de lesión son multifactoriales de inicio gradual: los microtraumatismos repetitivos; y de inicio repentinos de un solo día: distensión muscular, esguinces, etc. En su estudio describe que el 41,6% fue de inicio gradual, el 26,7% de inicio repentino y el 20,85 por caídas. El autor Viljoen et al. (2022) en otro de sus artículos, indica

que los factores intrínsecos significativos asociados con las lesiones son: el historial previo de calambres y biomarcadores de daño muscular posterior a la carrera sobre todo con un tiempo de finalización de carrera más. Mientras que los factores extrínsecos se relacionan con el descuido de calentamiento, falta de un programa de carrera especializado, entrenar en asfalto, tener sesiones de entrenamiento dobles al día y realizar trabajos físicos.

Los segmentos del tren inferior son los más susceptibles a sufrir lesiones agudas y crónicas, y la rodilla el lugar con más frecuencia de afectación. Esto lo relacionan con un aumento de carga por sesión mayor que la capacidad de carga específica de la estructura, adaptándose positiva o negativa con el tiempo por varios factores como el sexo, edad, el IMC, la distancia recorrida; incluso antecedentes de lesiones previas o programas con sobrecarga excesiva exponen mayor riesgo de lesiones y enfermedades por alteraciones del sistema inmunitario.

La variabilidad imprevista bajo los pies de los corredores hace que sean propensos a tener riesgo de lesiones específicas, pues la necesidad constante de adaptarse a superficies cambiantes somete al organismo a un estrés fisiológico y biomecánico considerable, porque se requiere de un rápido procesamiento cognitivo del entorno, capacidad de respuesta ágiles a las variaciones de la superficie del suelo, evitar obstáculos y modular ajustes a las elevaciones de terreno. Los atletas deben poseer una eficiente respuesta neuromotora para reaccionar a la perturbación u dificultad del terreno, utilizando estrategias de equilibrio: anticipatorias, predictivas y reactivas. Por lo que, “una fuerza muscular dinámica deficiente, un déficit en el control neuromotor sobre las articulares y el movimiento anormal de las articulaciones cargadas; son mecanismos potenciales para sufrir una lesión”, Reyes Oyola et al. (2024).

“Correr en desnivel produce mayor aceleración máxima vertical y transversal en la tibia” Vincent et al. (2022). Los corredores necesitan mayor flexión de cadera, rodilla y flexión plantar para facilitar una mayor alineación vertical de la tibia y reducir la rigidez en tobillo y aumentar en la rodilla. Por lo que, es importante la preparación de frenado repetitivo y aterrizaje. Los factores de riesgo asociado con ángulos de flexión de rodilla bajos, mayor valgo de rodilla y altas fuerzas de reacción del suelo al aterrizar, se relacionan con disfunciones internas de rodilla. En una lesión en rodilla, se observan alteraciones en la mecánica de aterrizaje tanto de la extremidad no afectada como de la afectada. La no afectada presenta una mayor fuerza de reacción vertical sobre el suelo y carga. Y aquellos que presentan una asimetría en las extremidades 4,1 (Smiley et al. 2024) veces mayor tienen la tendencia a sufrir una

segunda lesión sobre todo en el contacto inicial por un mayor momento de extensión interna de rodilla y carga en la pierna no lesionada.

Por otra parte, cuando el deportista corre con fatiga, la fase de apoyo durante la marcha aumenta, incrementándose el estrés mecánico en el sistema musculoesquelético de esa extremidad y produciendo mayor cambio de fuerza a nivel de rodilla, pantorrilla, pie y tobillo. La falta del control postural en la carrera hace que el movimiento durante la carrera sea erróneo, provocando asimetrías musculares y la incapacidad de distribución de fuerzas adecuadas. Además, la carga de impacto mal controlada puede contribuir al fallo óseo y con ello las fracturas por estrés, siendo el hueso cortical el más débil contra las tensiones de cizallamiento. Las personas que corren con alguna molestia musculoesquelética persistente, además de ya presentar una mecánica alterada; un grado de fatiga considerable puede aumentar los mecanismos que desencadenaron el dolor inicial, provocando compensaciones musculares y cargas en otras zonas articulares o de tejido blando, y con ello el desarrollo de nuevas lesiones. Por ejemplo, una mayor hiperextensión de rodilla y una menor caída pélvica en el lado sin carga, se relaciona con el dolor patelofemoral; el dolor en la banda iliotibial aumenta la aducción de cadera y rotación de rodilla durante la fase de apoyo y la abducción de rodilla al momento del impulso. Por lo que, los investigadores resaltan que a “mayor estabilidad después del aterrizaje y una mejor coordinación muscular entre isquiotibiales y cuádriceps, ayudarán a controlar las fuerzas de impacto”, (Vincent et al. 2022); y la estabilización del glúteo medio y fortalecimiento de abductores y core, permitirá obtener el control proximal para compensar estos problemas.

El aterrizaje con una extensión casi completa de rodilla, como en pendientes o superficies irregulares y montañosas, el control neuromuscular de valgo dinámico en el tren inferior es fundamental; es decir, mantener una aducción normal de cadera, la abducción de la rodilla y la eversión de tobillo. Sin embargo, cuando la caída pélvica incrementa la tensión en la banda iliotibial en el cóndilo femoral, hace que la rótula se desplace lateralmente y que también la fuerza de reacción del suelo se dirija hacia más medial, produciendo una fuerza de flexión en la parte medial de la tibia. Los estudios muestran que esta mecánica de la caída pélvica, “al aumento del tiempo de apoyo y la inclinación pélvica anterior, están relacionadas con distensiones de pantorrillas” Vincent et al. (2022). Los corredores con eversión acentuada en el retropié (pronación) y el balanceo lateral durante la fase de impulso se relaciona con lesiones en la parte inferior de la pierna; por ello es importante incluir ejercicios de salto con estabilidad de tobillo en todos los planos y en variabilidad de superficies.

El sistema musculoesquelético posee algunas propiedades de rigidez para almacenar energía elástica durante la fase de apoyo y generar fuerza concéntrica para el impulso (Vincent et al. 2022). Una contracción excéntrica del cuádriceps y una menor flexión de rodilla, provocarían una mayor rigidez a nivel de rodilla y una menor distribución de energía, y con ello, lesiones estructurales a nivel de la meseta tibial anterior. Mientras que, una menor rigidez en rodilla más el movimiento excesivo en cadera, rodilla o tobillo contribuirá a la lesión de tejidos blandos como los ligamentos intraarticulares. Las diferencias de la rigidez en ambas piernas al correr están relacionadas con lesiones de isquiotibiales, pantorrillas, la ingle, el tobillo y el cuádriceps; así mismo, la rigidez general de las piernas y la baja rigidez del tobillo conduce a lesiones del tendón de Aquiles. Por lo que, en el estudio de (Vincent et al. 2022), alude que este desorden de rigidez en el tren inferior y la falta de control del movimiento se pueden equilibrar con un programa de entrenamiento progresivo incluyendo ejercicios pliométricos, los aterrizajes con salto y el fortalecimiento muscular excéntrico.

### **Principales lesiones musculoesqueléticas en el Trail Running:**

- síndrome de dolor patelofemoral
- distensiones musculares (cuádriceps femoral, isquiotibiales, tibial anterior, pantorrilla)
- tendinopatía aquilea
- bursitis trocantérica
- síndrome de la banda iliotibial
- lesiones por inversión de tobillo
- fascitis plantar
- fracturas por estrés.

### **2.2.2. Rehabilitación Deportiva y Reinserción**

Los programas de rehabilitación específicos en el deporte tienen la finalidad de garantizar la restauración completa de las funciones afectadas y las fases del retorno deportivo de forma segura y eficiente (Rodríguez et al. 2024). Incluye ejercicios de fortalecimiento, trabajo postural, entrenamiento de core, aprendizaje motor, acondicionamiento fisiológico, y ejercicios específicos de rehabilitación en el campo en base a 4 pilares según (Buckthorpe & Roi, 2018): condición física, calidad del movimiento, habilidades específicas del deporte y carga de entrenamiento. El atleta debe ser capaz de realizar todos los movimientos que estén dentro de su deporte: cambiar, cortar, saltar, aterrizar, correr, frenar, acelerar, procesar

información y tomar decisiones, todo a máxima intensidad, repetido en el tiempo y con calidad de movimiento.

La rehabilitación en deportistas de Trail Running, requiere de un enfoque multifacético, entre ellos está en primer lugar la educación al deportista. Educar en detenerse si el dolor se incrementa y se vuelve agudo; no debe poseer dolor articular durante la carrera, ni dolor leve preexistente que persista o aumente 24h después. El entrenamiento se debe detener hasta desaparecer la compensación muscular inducida por el dolor. El movimiento anormal y el dolor asociado durante la carrera pueden tratarse con 8-18 sesiones durante 2-6 semanas, según Vincent et al. (2022).

### ***Fases en Rehabilitación***

Geraci et al. (2024) hace referencia a las fases de rehabilitación como una guía al profesional sobre como progresar el ejercicio al paciente considerando sus déficits o criterios clínicos y funcionales, e incluso de imagen; por lo que no existen claramente sobre tiempos límites entre una fase a otra. Así mismo, en el estudio de Palermi et al. (2021); indica que la gravedad, la ubicación, el tejido, el tipo y la recaída son características significativas que influyen en el proceso y las estrategias de recuperación a nivel celular (fase aguda, fase de regeneración y fase de remodelación), además de cuánto tiempo deberá permanecer fuera de la actividad deportiva. Por lo que, la duración de cada fase esta correlacionada con la dinámica de los procesos de curación del tejido para que el deportista pase de un estadio a otro.

Erickson & Sherry, (2017); indican que se debe abordar factores modificables de gran importancia durante todo el proceso de recuperación:

1. Debilidad y fatiga muscular
2. Desequilibrios de la fuerza muscular en miembros inferiores
3. Disminución de la flexibilidad del cuádriceps y flexores de cadera
4. Déficit de coordinación de la musculatura pélvica y del tronco.

Geraci et al. (2024); menciona sobre las cinco fases en rehabilitación: manejo de dolor agudo, recuperación y restablecimiento, específico para el deporte, reincorporación al deporte y prevención de nuevas lesiones.

A continuación, se presenta las principales fases de rehabilitación deportiva en base a los estudios de Palermi et al. (2021); Erickson & Sherry, (2017); Geraci et al. (2024) y el

libro de Readaptación tras Lesiones Deportivas, un tratamiento multidisciplinar basado en la evidencia, por Salom Moreno, (2020).

#### **a. Fase aguda**

Periodo de 0-72h después de la lesión. El objetivo dentro de los primeros siete días es reducir el dolor, el edema y la inflamación (medicación si es necesario cuando la inflamación o el dolor limitan al deportista), proteger el tejido lesionado ya sea con: reposo relativo o completo, inmovilizaciones cortas y elevación (protocolo PACE & LOVE); para optimizar el drenaje de líquidos, la formación de tejido y riesgo de recurrencias. Aquí la intervención está basada en “compresión inmediata con ciclos de crioterapia de 15-20 minutos con fases sin hielo entre ellos, repitiéndose cada 30 o 60 minutos durante un total de 6h” Palermi et al. (2021) o su vez se puede aplicar un vendaje compresivo, o crioterapia compresiva. También se valida la aplicación de agentes físicos en modalidades analgésicas y; los ejercicios isométricos en múltiples rangos articulares sin signos de dolor para mantener la fuerza muscular y la amplitud de movimiento activo, siempre respetando la carga para favorecer la progresión del proceso de curación. Según la evidencia disponible, el programa de ejercicios, en esta fase se basa en el trabajo del “control neuromuscular normal a velocidades más lentas y la prevención de la formación excesiva de tejido cicatricial mientras se protegen las fibras en curación de alargamiento excesivo” Erickson & Sherry, (2017).

#### **b. Fase subaguda**

Entre dos y tres semanas, los objetivos de la fisioterapia es restaurar la fuerza y el control neuromuscular, mantener una actividad diaria, la progresión gradual del rango de movilidad y la carga, permitiendo un entrenamiento de fuerza sin dolor. Según la evidencia, el programa de ejercicios está basado en movilidades pasivas, asistidas/activas, estático o dinámico, todos por debajo del umbral del dolor, Erickson & Sherry, (2017). Primero se utiliza contracciones “isométricas entre 30 y 50 repeticiones de 10-20 segundos por debajo del umbral del dolor” Palermi et al. (2021). También se incorpora entrenamiento aeróbico de miembros superiores. Progresivamente, se permite una mayor intensidad del ejercicio y amplitudes mayores, el entrenamiento neuromuscular de tronco como preparación de movimientos funcionales y el inicio de entrenamiento de resistencia excéntrica.

#### **c. Fase de reacondicionamiento**

De tres a seis semanas sin presentar síntomas de dolor o rigidez. El objetivo es preparar

al atleta para las demandas específicas del deporte (entrenamiento del gesto técnico). Se introducen el entrenamiento combinado de fuerza concéntrica y excéntrica a través de todo el rango de movimiento y velocidades. Incluyen los ejercicios pliométricos y de agilidad, el entrenamiento excéntrico en posiciones de alargamiento muscular, la progresión de Sprints de baja a alta intensidad y el control postural en movimientos específicos del deporte. Erickson & Sherry, (2017) radican que en esta fase se progresa al entrenamiento neuromuscular de alta velocidad y al entrenamiento de resistencia excéntrica en preparación para el retorno deportivo. Se inician ejercicios de estabilidad central, ejercicios propioceptivos, ejercicios de equilibrio en superficies estables e inestables de diferentes formas, y con o sin tareas cognitivas adicionales.

#### **d. Fase de retorno deportivo**

El objetivo es la recuperación de las habilidades específicas del deporte, sin síntomas de dolor a las contracciones concéntricas realizadas a intensidades crecientes y a las contracciones excéntricas submáximas. Se basa en una evaluación funcional con criterios clínicos para un alta deportiva como son; restauración completa de fuerza y flexibilidad; y la ausencia de dolor en todos los planos del movimiento y actividades del gesto deportivo. En esta fase, se proponen ejercicios de fuerza y extensibilidad que induzcan al tejido reparado según el deporte, así mismo también implica la evaluación de “ejercicios perceptivos, subjetivos, objetivos, neuromusculares, funcionales, específicos del deporte y criterios de manejo de carga”, Manoharan et al. (2024).

Se introducen ejercicios de contracciones excéntricas de intensidad progresiva después de alcanzar una contracción concéntrica efectiva, también ejercicios específicos del deporte, progresión de la aptitud anaeróbica y aeróbica, controlar la gestión de carga, reincorporación a la situación de juego u otra actividad recreativa similar. Además, un programa de rehabilitación debe abordar factores psicosociales como el miedo y la aprensión, debido a que la decisión de volver al deporte también depende de la preparación personal del deportista superando cualquier barrera psicológica. “Se ha demostrado que el 95% de los atletas experimentan inseguridad al realizar pruebas de fuerza con la pierna lesionada” Erickson & Sherry, (2017).

En el Trail Running es importante implementar ejercicios de técnica de carrera a tolerancia en las primeras etapas de rehabilitación, así se reducirán potencialmente los movimientos indeseados como la inclinación pélvica anterior excesiva; sin embargo, cierta

evidencia científica respalda que no mejora el rendimiento de carrera durante el proceso de rehabilitación, Hickey et al. (2021)

### ***Papel del fisioterapeuta en la reinserción deportiva.***

Actualmente los programas de rehabilitación tienen énfasis en que los deportistas logren soportar peso de inmediato, mejorar su rango de movimiento, introducir fortalecimiento muscular progresivo y trabajo de estabilidad dinámica y control neuromuscular mediante el ejercicio. Para ello, los programas de retorno deportivo incluyen entrenamiento neuromotor y reprogramación como: fortalecimiento, trabajo postural, entrenamiento del Core, movilidad, aprendizaje motor, ejercicios locomotores, acondicionamiento de los sistemas energéticos, trabajo cognitivo y ejercicios específicos en base al gesto deportivo.

La tasa de recurrencia de lesiones en el tren inferior en el Trail Running es alta, generando gran impacto en su funcionamiento a largo plazo debido a presentar varias alteraciones como: la inhibición muscular artrogénica, la interferencia del dolor, el desentrenamiento o las alteraciones sensoriomotoras. Por ejemplo, en distensiones musculares se presenta una debilidad en la producción de fuerza excéntrica, mientras que en una lesión condral general una activación muscular inapropiada y desequilibrios que influye en la coordinación dinámica. Así mismo, el desacondicionamiento de la extremidad inferior lesionada es correlacionada con la probabilidad una nueva lesión ya sea al año o dos años de una lesión inicial. Por ello, los programas en rehabilitación deportiva tienen como finalidad “asegurar la restauración completa de cualquier función afectada y fases de retorno deportivo seguro y eficientes” Memain et al. (2024).

El papel del fisioterapeuta en la última fase de rehabilitación para la reinserción deportiva es permitir que el atleta regrese al deporte a un nivel de rendimiento antes de la lesión con un riesgo mínimo de recurrencia de esta, siendo un proceso lo más individualizado posible para permitir un retorno seguro y rápido. El profesional es capaz de evaluar y diagnosticar disfunciones musculoesqueléticas, así como intervenir mediante planes de tratamiento personalizados con múltiples métodos y técnicas de regeneración y recuperación, para que el atleta pueda ser autorizado regresar al deporte en ausencia de síntomas clínicos. Cuando el ROM, la fuerza y las habilidades funcionales como saltar, correr y trotar se puedan realizar sin molestia, dolor, rigidez o sensibilidad. En este contexto,

el fisioterapeuta es capaz de aplicar test válidos para evaluar dolor, fuerza, pruebas funcionales e incluso cuestionarios de autopercepción.

Un criterio importante en el deportista es el alivio de dolor a la palpación; pues se encontró que en aquellos pacientes que presentaban aun signos de dolor a palpación en lesiones musculares presentaban el retorno de la lesión a las 4 semanas, Erickson & Sherry, (2017).

En el desarrollo deportivo, estimular el sistema neuromuscular para mejorar la capacidad de producción de fuerza es uno de los objetivos más importantes. La evidencia respalda que, sin una adecuada rehabilitación el deportista puede experimentar una debilidad persistente, una extensibilidad menor de la unidad musculotendinosa, cambios adaptativos en la biomecánica y en los patrones de movimientos durante el Trail Running, debido a un control neuromuscular alterado. Por tanto, los criterios de ejercicios terapéutico deben trabajarse según la tolerancia; y la progresión debe limitarse si hay presencia de dolor, aumento de la rigidez o ansiedad con el movimiento. Una evaluación objetiva y subjetiva del deportista no solo evitara el peligro de una nueva lesión, es decir, que determina las limitaciones funcionales del paciente; sino que también influye en la planificación, desarrollo y rediseño del programa de tratamiento y del ejercicio terapéutico.

El fisioterapeuta, junto con el resto del equipo como el entrenador físico, el psicólogo, el nutricionista y el médico deportivo; cumple un rol central durante la transición en la readaptación deportiva no solo a nivel biológico, físico y funcional, sino también psicosocial. Se trabaja en devolver la autoconfianza, la capacidad de tolerar cargas, la coordinación y estrategias mentales que influyen en el tratamiento, resultados y decisiones después de una lesión deportiva, pero sobre todo se trabaja en lograr cumplir con las expectativas del deportista y sus metas competitivas. Una rehabilitación intensiva de alta calidad y un atleta altamente motivado son factores claves para un retorno óptimo, así también las pruebas de acondicionamiento funcional y deportivo, la preparación psicológica, las emociones (quinesofobia y miedo a recidivas) y factores como la autoeficacia y la motivación, influyen en el retorno deportivo, Ardern et al. (2016). Así mismo, una fisioterapia supervisada y controlada produce mayores niveles de actividad y mejorar calidad de vida en deportistas amateurs 12 meses después de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior, Przybylak et al. (2019) a comparación de una fisioterapia no supervisada.

Por tanto, el rol de la fisioterapia guía de forma segura, medible y personalizada hacia la reinserción deportiva, reduciendo el riesgo de recaídas y optimizando el rendimiento. Su papel es muy importante en la toma de decisiones, trabajado con criterios objetivos y en conjunto con el equipo multidisciplinario.

### **2.2.3. Fundamentos de la Fuerza**

#### ***Definición de fuerza.***

Según Kisner & Colby, (2005) en el libro de Ejercicio terapéutico, definen a la fuerza como “la capacidad de un músculo o grupo de músculos para generar tensión y una fuerza resultante durante un esfuerzo máximo, dinámico o estático, respecto a las exigencias que se le imponen”, y la cantidad de fuerza producida depende de gran variedad de factores biomecánicos, fisiológicos y neuromusculares. La capacidad del músculo para generar fuerza está directamente relacionada con el área transversal fisiológica de las fibras musculares. El proceso de aumento de las fibras musculares se llama hipertrofia, gracias a una variedad de cambios bioquímicos, aumento de la cantidad de proteínas en las fibras y a la densidad del lecho capilar. Hiperplasia es el aumento del número de las fibras musculares por la multiplicación de las fibras longitudinales. El reclutamiento de las unidades motoras determinará la producción de fuerza de un músculo.

López Chicharro & Fernández Vaquero, (2022) en su libro de Fisiología del Ejercicio, catalogan a la fuerza desde un punto de vista fisiológico como la “capacidad que tiene el músculo para producir tensión al activarse, logra una fuerza interna que puede tener relación con un objeto externo o no, conocido como resistencia”. Y la relación de esta fuerza interna y externa se denomina la fuerza aplicada, la cual es la acción muscular sobre resistencias externas que pueden ser el propio peso del cuerpo o cualquier otra resistencia externa al sujeto. La acción dinámica concéntrica es cuando la fuerza externa actúa en sentido contrario al del movimiento; mientras que, la acción dinámica excéntrica es la cesión ante la resistencia externa en el mismo sentido que el movimiento; y la acción isométrica, es donde la tensión-fuerza muscular es igual a la resistencia externa, no hay movimiento.

Buckthorpe & Roi, (2018), destaca a la fuerza como “la capacidad del sistema neuromuscular para producir acciones estáticas y dinámicas”. Y en el artículo de Martins et al. (2024) define a la fuerza muscular como a la “fuerza muscular máxima producida por una sola contracción muscular”. La fuerza no es solo una propiedad del tejido muscular, sino una activación del sistema nervioso central: sistema neuromuscular o sistema motor, logrando en

conjunto la calidad de movimientos elocuentes, rendimiento atlético y una protección óptima contra lesiones sin contacto durante actividades dinámicas desafiantes. Por ello, desarrollar el sistema neuromuscular para mejorar la capacidad de producción de fuerza es uno de los objetivos más importantes dentro de los programas de entrenamiento físico, prevención de lesiones y en rehabilitación.

***Tipos de fuerza: máxima, resistencia y explosiva (se destaca la explosiva como foco del estudio).***

**a. Fuerza máxima**

La fuerza máxima es “la máxima tensión aplicada que un músculo o grupo muscular puede alcanzar” y por lo general se expresa como 1 repetición máxima RM, López Chicharro & Fernández Vaquero, (2022). La producción de fuerza por parte de atletas sanos o lesionados es la máxima cantidad de fuerza producida durante movimientos isométricos o dinámicos lentos con cargas pesadas.

**b. Fuerza resistencia**

Es la capacidad que posee un organismo para resistir a la fatiga que provoca determinada actividad que requiera de un entrenamiento de altas intensidades de fuerza de forma continua lo largo del tiempo y con un ritmo de ejecución moderado, Fu et al. (2018). Es la habilidad del músculo o grupos musculares para superar una resistencia de forma sostenida, no sucumbir al cansancio muscular y poder mantener el esfuerzo de forma eficiente durante un periodo determinado. Es una cualidad física crucial en deportes que requieren esfuerzos repetidos y prolongados, como el Trail Running.

**c. Fuerza explosiva**

Es la fuerza producida al ritmo más rápido. Salom Moreno, (2020) hace referencia a la importancia del entrenamiento de fuerza explosiva con el objetivo de preparar al deportista a superar situación de alto grado de estrés fisiológico y satisfacer las exigencias por la competición; y considera al sprint lineal, el salto vertical y los cambios de dirección como criterios significativos para lograr una recuperación funcional del deportista lesionado.

Martins et al. (2024) define a la potencia muscular o conocida como torque, a la “capacidad de una fuerza para generar la rotación de una palanca” y puede ser útil a individuos a realizar tareas que requieren cambios rápidos de dirección y velocidad. La fuerza y potencia comparten importancia al momento de giros y contracciones fuertes. La potencia depende en gran medida de la fuerza máxima y ésta a su vez se relaciona con una mejora de la fuerza

relativa; por tanto, dando una mejora en las habilidades de potencia, Wisløff et al. (2004). En definitiva, un aumento de fuerza disponible de contracción muscular en los músculos o grupos musculares apropiados puede resultar en una mayor velocidad en habilidades desafiantes en el Trail Running.

Potosí-Moya et al. (2025) enfatizan la necesidad de trabajar los grupos musculares inferiores que experimentan altos niveles de tensión, carga excéntrica y actividad funcional a altas intensidades. Por ejemplo, las actividades basadas en correr aumentan el riesgo de isquiotibiales debido a que juegan un papel clave en la desaceleración y los cambios de dirección a alta velocidad. Por lo que, el entrenamiento excéntrico nórdico de los isquiotibiales podría mejorar el rendimiento de salto y la prevención de desequilibrios musculares, potenciando así un fortalecimiento integral de las extremidades inferiores e introduciendo este entrenamiento en programas de fisioterapia deportiva.

### ***Relación de la fuerza explosiva con la readaptación en Trail Running.***

La fuerza explosiva es una capacidad deportiva crucial para completar con éxito los programas multideportivos, un factor que contribuyen a la economía de carrera y lograr el éxito en el rendimiento de los atletas. Una mala técnica de salto puede casuar lesiones simples desde distensiones musculares hasta más graves como son fracturas por estrés. Después de una lesión en el tren inferior, el rendimiento de la fuerza explosiva no solo permite evaluar la capacidad de potencia, sino también la asimetría de fuerza de las extremidades, así como la fatiga neuromuscular y el rendimiento motor del tren inferior, por lo que es un indicador importante para predecir el riesgo de recidivas o incluso de nuevas lesiones. La presencia de desequilibrio muscular del lado no dominante esta 2,3 Peng et al. (2024) veces más relacionada con lesiones, haciendo que la extremidad sea una parte débil durante el movimiento, afectando directamente en la capacidad de fuerza, la potencia explosiva, la velocidad multidireccional, el equilibrio, etc.; provocando un impacto directo en el rendimiento de los atletas.

Al momento del aterrizaje en el Trail, se necesita una contracción muscular del cuádriceps que genere un momento interno de extensión de rodilla par desacelerar la velocidad descendente del centro de masa del cuerpo (Huang et al. 2021). La mayoría de las lesiones, tienden a un déficit muscular en cuádriceps, desarrollando un aterrizaje con menor flexión máxima de la rodilla afectada y compensaciones asimétricas de carga de la extremidad no afectada. Por lo que, generar un momento de extensión de rodilla suficiente en la extremidad lesionada puede ser importante para una mecánica de aterrizaje más simétrica, es decir, la

influencia de la fuerza explosiva del cuádriceps en la mecánica de aterrizaje en una lesión de rodilla. En este estudio, menciona que los pacientes con reconstrucción de LCA con mayor simetría de cuádriceps facilita a un aterrizaje más simétrico, y una menor fuerza rápida de cuádriceps demuestran estrategias compensatorias al momento máximo de extensión en la rodilla afectada, una menor flexión de rodilla en el contacto inicial y aumento de carga en la extremidad no afectada. Por tanto, “desarrollar una fuerza explosiva del cuádriceps suficiente y simétrica puede facilitar la mecánica de aterrizaje más segura” Huang et al. (2021). En otro estudio de Huang et al. (2020), menciona que la recuperación de la función explosiva del cuádriceps es más lenta que la fuerza muscular máxima, ese periodo de tiempo crítico se relaciona con algún tipo de lesión interna de rodilla, sobre todo de LCA, dado que el deportista es incapaz de generar un momento de extensión de rodilla suficiente para una mecánica de aterrizaje segura y una mayor posición de flexión de rodilla para controlar la desaceleración. Una mayor fuerza de torque (fuerza explosiva) en cuádriceps se relaciona también con una menor fuerza de reacción vertical máxima sobre el suelo durante la marcha. Es decir, el individuo con un déficit de fuerza explosiva en el tren inferior será incapaz de producir una contracción suficientemente rápida en extensión de rodilla y respuesta adecuada a la fuerza de impacto, provocando alteraciones de mecánica en el aterrizaje durante la marcha y carrera, a un mayor riesgo de una nueva lesión y complicaciones articulares a largo plazo como la osteoartritis de rodilla.

El fisioterapeuta debe abordar factores de riesgo que puedan conducir al riesgo de recidivas o incluso de nuevas lesiones, como por ejemplo el desequilibrio muscular entre el cuádriceps y los isquiotibiales. En el Trail, los isquiotibiales actúan como frenos para la desaceleración en desniveles, y una baja relación de fuerza, puede contribuir a mayor trabajo mecánico en cuádriceps y con ello, mayor riesgo de lesión en la cadena posterior del muslo. Por ello, el entrenamiento progresivo de carrera y esprintar alta velocidad es uno de los aspectos más importantes de la rehabilitación, puesto que es fundamental para el rendimiento en la mayoría de los deportes y un mecanismo común de lesión en isquiotibiales. (Geraci et al. 2024)

La importancia del entrenamiento de fuerza explosiva radica en no solo lograr adaptaciones morfológicas en el contexto de hipertrofia muscular, sino también en las adaptaciones neuronales que aporta el entrenamiento de fuerza y potencia. En el estudio de Hartmann et al. (2015) hace referencia a las ganancias de fuerza máxima estadísticamente significativas con la periodización de fuerza explosiva en participantes de bajo a moderado rendimiento. Y en atletas de competición mantuvieron/mejoraron la capacidad de explosividad

fuera de temporada, pretemporada y durante la temporada. El rendimiento de velocidad y fuerza en saltos con caída en deportistas entrenados mostro efectos de potenciación en una sola sesión de entrenamiento de fuerza potencia.

Salom Moreno, (2020) menciona que un desequilibrio de fuerza-velocidad debe considerarse una variable potencialmente necesario para prescribir el entrenamiento de fuerza que trabaje en función de los déficits neuromusculares y mejorar el rendimiento. El trabajo combinado concéntrico y excéntrico es más efectivo, favorece los procesos de recuperación de lesiones musculo tendinosas que los métodos que emplean exclusivamente acciones solo concéntricas o excéntricas. Los ejercicios de ciclos estiramiento-acortamiento mejora la capacidad contráctil y el dolor muscular tardío, además de un efecto protector (*repead out effect*) tras las adaptaciones de repetición adecuadas entre estímulo y descanso.

La integración del SNC considerada una capacidad fisca mixta determinada por la calidad de regulación, permite a la fibra muscular la capacidad de equilibrarse, coordinar, anticipar el movimiento y reaccionar ante situaciones específicas del gesto deportivo. En el estudio de Drum et al. (2023) menciona que el entrenamiento de Trail Running se lleva a cabo en terrenos muy irregulares y menos predecibles, con diferentes densidades, pendientes y velocidades. Aumentando la estimulación del sistema neuromuscular, con una mayor activación y coordinación muscular, agilidad y la fuerza en piernas. Por lo que, la capacidad de fuerza explosiva se vuelve funcionalmente más importante que la fuerza isométrica máxima, sobre todo para la reestabilización del cuerpo después de una pérdida de equilibrio y contrarrestar las compensaciones musculares. Existe evidencia donde menciona la relación entre la capacidad de fuerza explosiva y la ocurrencia de lesiones, así como la efectividad en correcciones posturales después de una perturbación que conducen a caídas, y consecuencias clínicas de una nueva lesión. Por tanto, la combinación rápida del reclutamiento muscular concéntrico-excéntrico puede culminar en movimientos mucho más coordinados durante la carrera en montaña y una protección optima contra lesiones en tareas dinámicas desafiantes del Trail Running.

El entrenamiento de saltos unilaterales mejora el comportamiento de los músculos estabilizadores centrales, por ello el desplazamiento es el principal recurso para satisfacer las exigencias de la práctica deportiva, como por ejemplo en un sprint, la pierna de apoyo debe ser capaz de general fuerza, estando la otra sin tomar contacto con el suelo. El control del movimiento del tobillo y la activación de los músculos intrínsecos como el abductor y flexor

corto del halux y el flexor plantar corto del pie, mejoran a controlar la carga de impacto inicial, la transmisión de fuerza, las fuerzas de propulsión vertical, el volumen muscular y la estabilidad durante la postura e impulso. Esto radica en mejorar la transferencia de fuerza a nivel de rodilla y cadera para una mejor técnica de carrera, así como disminuir las tasas de lesiones. En el Trail Running el control neuromuscular en el tren inferior es indispensable para correr de forma segura. El programa de fuerza explosiva, sobre todo ejercicios unilaterales permiten el entrenamiento de la unidad central del movimiento. Los deportistas con mayor activación muscular en glúteos, paravertebrales y recto abdominal tienen a reducir sus lesiones biomecánicas a través de corrección de movimiento vinculado a técnica de carrera, Vincent et al. (2022). El puente sencillo para glúteos es un ejemplo, así como ejercicios bipodales y unipodales en los tres planos y de técnica de aterrizaje en superficies estables e inestables. Así una activación muscular coordinada para mantener el equilibrio puede optimizar la estabilización temprana del tobillo después del aterrizaje y reducir el valgo de rodilla durante la carga, proporcionando protección contra el desarrollo del síndrome de estrés tibial medial, tendinopatía y bursitis en rodillas.

Los ejercicios repetidos de ciclos estiramiento-acortamiento como variaciones de saltos, saltos con caída, saltos en tijera y agrupados, saltos en sentadilla y saltos contra movimiento incrementan la potencia muscular para el ascenso y descenso del terreno. Permite una mejor flexión plantar y fuerza extensora de rodilla, así como también durante el descenso controlados en terrenos cambiados. Esto es debido a las adaptaciones relacionadas a mayores estrategias de activación neuromuscular, velocidad de reacción del impulso neural, cambios en las cualidades morfológicas y mecánicas en el complejo musculo tendinoso. En el estudio de Vincent et al. (2022), menciona la efectividad del entrenamiento de pliométricos, de baja o alta intensidad, para reducir las fuerzas de reacción del suelo, por lo que, pueden utilizarse como parte de programas de rehabilitación para corredores con lesiones en el tren inferior.

Se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza máxima y fuerza potencia tienen ganancias iguales o estadísticamente significativas en sujetos con nivel de rendimiento bajo a moderado. Sin embargo, el entrenamiento de fuerza potencia “mejoran el rendimiento de fuerza al integrar durante el acondicionamiento fuera de temporada, pretemporada y durante la temporada”, Hartmann et al. (2015).

En entrenamiento de ciclos de estiramiento-acortamiento representa cambios en la activación muscular y las propiedades mecánicas musculotendinosas, como la rigidez; la cual

es importante para la producción de potencia muscular y con ello para la eficacia en la mayoría de los ejercicios. La histeresis tendinosa es la disipación de energía que ocurre en el tendón debido a sus propiedades viscoelásticas, es decir, un retraso en la recuperación de su forma original después de una carga o descarga. Este proceso es de suma importancia para el movimiento humano y la función del tendón, ya que, si la energía no es completa se pierde en calor y por ende la capacidad de impulso de movimiento. Los estudios relacionan al entrenamiento pliométrico con los cambios mecánicos en la disminución de la histéresis del tendón, es decir, menor pérdida de energía para el movimiento. Así este entrenamiento ocasiona cambios en las propiedades mecánicas de los músculos, los estudios muestran la disminución de la rigidez muscular activa facilitando la movilidad y el efecto del reflejo de estiramiento para proteger al musculo de daños excesivo, la coordinación motora y el equilibrio, están relacionados con el rendimiento de salto. La cantidad y velocidad de fascículos musculares aumentan, así como también la cantidad de alargamiento y velocidad del tendón durante la fase excéntrica aumentan significativamente después de un entrenamiento pliométrico, Kubo et al. (2021)

El entrenamiento de fuerza explosiva consiste en la fase excéntrica muscular de forma rápida, seguida de una acción concéntrica del mismo musculo. Incluyen una gran cantidad de tipos de saltos y rebotes bilaterales y unilaterales; e incide positivamente en la mejoría de salto, cambios de dirección sprints simples e incluso atributos de resistencia, así como también la fuerza en las piernas, la conciencia articular y propiocepción en general. Los pliométricos representan una parte natural del movimiento de la mayoría de los deportes porque implican salta, aterrizar y acelerar, como es el caso del Trail Running. Lo programas de explosividad minimiza la tasa de activación de los órganos tendinosos de Golgi sensibles a la tensión muscular excesiva, permitiendo que las estructuras elásticas del musculo se alarguen. En el estudio de Shedge & Ramteke, (2024), menciona que aumenta la potenciación refleja y las propiedades elásticas muscuotendinosaos gracias al reclutamiento y a la frecuencia de actividad neural de las unidades motoras, mejorando la adaptabilidad neuromuscular. Además, la reducción de la sensibilidad del órgano tendinoso de Golgi mejora la función de los husos musculares optimando así la propiocepción, y otras adaptaciones fisiológicas como la fuerza y los movimientos dinámicos de alto potencial de las piernas (agilidad) y la estabilidad articular dinámica; con una respuesta muscular rápida y prevención de lesiones posteriores, por ello su entrenamiento no solo es eficaz a nivel deportivo sino también en la función diaria.

## 2.2.4. Fundamentos Energéticos o fisiología deportiva

### *Sistemas energéticos (ATP-PC, glucolítico, oxidativo).*

Para cubrir con las demandas energéticas durante el ejercicio, el musculo utiliza tres rutas metabólicas principales, por medio las cuales comprenden una serie de reacciones bioquímicas que provocan la formación de adenosintrifosfatos (ATP), dióxido de carbono y agua. energéticos totalesólicas contribuyen a las necesidades energéticas totales del organismo; pero en los diferentes tipos de ejercicios, en función de la intensidad, predominara un sistema sobre otro.

#### **a. Sistema Anaeróbico aláctico**

- No utiliza oxígeno
- Las fuentes de energía son el ATP y la Fosfocreatina
- No produce ácido láctico
- Esta presenta en fibras musculares rápidas tipo IIa y IIb.
- Se produce en el citosol celular
- Cuando el músculo está en reposo, se recupera el aporte de ATP y PCr
- Está presente en ejercicios de intensidades muy cortas y de rápida duración, pero de máxima intensidad
- Es la fuente principal de energía durante los primeros 30 segundos de la actividad Kisner & Colby, (2005).
- Según actúa en ejercicios explosivos, muy breves y de elevada intensidad, por lo que sus reservas solo sostienen actividades de máximo esfuerzo entre 6 a 10 segundos López Chicharro & Fernández Vaquero, (2022).
- Ejemplo: heterofilia en competencia, lanzamiento, pliométricos, saltos, disciplinas de fuerza y potencia.

#### **b. Sistema anaeróbico láctico**

- No necesita oxígeno
- Fuente de energía: Glucógeno o glucosa (2 moléculas ATP/glucosa)
- Se produce en el citosol celular
- Actúa en fibras musculares rápidas tipo II
- Proporciona energía suficiente para mantener una elevada intensidad de ejercicio hasta 1 minuto de duración.

- Se da la degradación de glucosa en ácido pirúvico o ácido láctico
- La acumulación de lactato en la célula (acidosis metabólica) ocasiona fatiga muscular.
- La concentración de lactato en sangre se conoce como el fenómeno de umbral anaeróbico, un indicador indispensable en la planificación de cargas de entrenamiento tanto en el ámbito deportivo como clínico, López Chicharro & Fernández Vaquero, (2022).
- Predomina en los gestos deportivos de intensidad moderada y cota duración.
- Tanto la capacidad como la potencia máxima del sistema es intermedia, a diferencia de los otros dos sistemas.
- Predomina en la contracción muscular a partir del segundo 30 a 90 segundos Kisner & Colby, (2005).
- Ejemplos: atletismo 200- 400 –800 mts.

#### **c. Sistema aeróbico**

- Necesita del consumo de oxígeno, por lo cual se lleva a cabo dentro de las mitocondrias. Por ello, a mayor número y concentración de mitocondrias y miocitos mayor metabolismo el oxígeno.
- Fuente de energía: ácidos grasos, triglicéridos musculares, proteínas e hidratos de carbono (glucógeno).
- La capacidad máxima de potencia es grande, mientras que la potencia es muy pequeña, por ello no hay presencia de fatiga muscular.
- Predomina después del segundo minuto de ejercicio, Kisner & Colby, (2005).
- Predomina en todas las actividades de baja intensidad y de larga duración.
- Predomina el reclutamiento de fibras tipo I
- Ejemplo: ejercicios de resistencia aeróbica, maratones, ciclismo de ruta.

#### **2.2.5. Principios de progresión y seguridad.**

La progresión y seguridad son conceptos esenciales para ajustar las tensiones ejercidas sobre el individuo durante el entrenamiento y la rehabilitación, teniendo en cuenta la capacidad del individuo para adaptarse y responder. Los ejercicios propuestos deben respetar los principios de especificidad, progresión e individualización, respetando la sintomatología dolorosa

Dentro del ámbito deportivo, en el estudio de Rodríguez et al. (2024), define a la progresión según la revisión por el Colegio Americano de Medicina del Deporte del 2009 como “el acto de avanzar hacia un objetivo específico a lo largo del tiempo hasta que se haya alcanzado el objetivo”. Es lograr un progreso constante en el rendimiento del deportista sin sobrecargarse, aumentando gradualmente desde la intensidad, frecuencia, volumen y duración, hasta incluso la complejidad global de cada ejercicio que se desarrolla en un entrenamiento a largo plazo y está estrechamente relacionado con objetivos propuestos claros y definidos.

Por otro lado, desde el punto de vista fisiológico, la progresión hace referencia a que el aumento de las cargas externas conducirá a una mayor carga interna y, por lo tanto, un proceso de adaptación más significativo a largo plazo para el deportista. Una mala gestión de cargas con progresiones aceleradas resulta en adaptaciones decrecientes y con ello una disminución en los resultados del entrenamiento. Así mismo, si se realiza un estímulo de cargas constantes durante un largo tiempo, el cuerpo no sufrirá cambios adaptativos progresivos y con ello entrará en un estado de agotamiento o estancamiento.

La progresión y seguridad dentro de una planificación de entrenamiento son enfoques estratégicos destinados a optimizar el rendimiento físico y salud, prevenir lesiones y evitar el sobreentrenamiento mediante un proceso de adaptación continuo y positivo, y correctamente proyectado a cumplir con los objetivos dentro de un tiempo determinado. Así mismo, definir criterios de progresión y regresión es permitir al atleta el tiempo necesario de ejecución para dominar los patrones de los ejercicios, generar adaptaciones y alcanzar los objetivos propuestos. Definir ejercicios ajustándose al momento en el que se encuentra el deportista y posibilite el desarrollo de la capacidad funcional de acuerdo con las necesidades particulares.

La periodización es transferir diversas variables de rendimiento como la fuerza, fuerza velocidad y fuerza resistencia a su máximo desarrollo con el objetivo de alcanzar su punto máximo en un momento preciso y evitar el estancamiento, lesiones o sobreentrenamiento. Este principio de entrenamiento es un modelo funcional estructurado que plantea la posibilidad de ajustar individualmente el entrenamiento de fuerza en base al perfil de fuerza velocidad de cada deportista. Es decir, en cada fase del proceso de readaptación lesional se diseñan estrategias básicas que permitan objetivar el entrenamiento de fuerza en fases precoces.

#### **2.2.6. Evaluación de la Fuerza y Beneficios Esperados**

Para el retorno deportivo se debe evaluar déficits motores mediante evaluaciones como pruebas de salto, aterrizaje, isocinética y agilidad; pero considera a la prueba de salto contra

movimiento (CMJ) mucho más específico como medida de rendimiento de control motor (Memain et al. 2024).

Después de una lesión moderada-grave en el tren inferior, sobre todo en rodilla, la extremidad afectada presenta una menor extensión máxima de rodilla, rotación interna y flexión máxima de rodilla. Las pruebas de salto resultan ser medidas de rendimiento confiable y válida dentro del área de rehabilitación, sobre todo para aquellos pacientes con post cirugía de LCA. La evidencia respalda a las pruebas de salto, como salto vertical, horizontal y laterales, unilaterales o monopodales, pueden ser beneficiosas para determinar la preparación para el retorno deportivo (Smiley et al. 2024).

Cabe recalcar que, aunque el salto vertical y horizontal miden la fuerza explosiva en el tren inferior con una alta confiabilidad test-retest (Kotsifaki et al. (2021). No miden los mismos constructos de la función de las extremidades, es decir, las contribuciones de potencia máxima y la generación de trabajo de cada articulación tanto en propulsión como aterrizaje.

#### ***a) Salto con contramovimiento***

El salto con contramovimiento es útil como medida de rendimiento, un medio de evaluar los déficits de control neuromotor y como medida de la preparación para jugar al tiempo que limita las compensaciones de núcleo y las extremidades (Memain et al., 2024a).

Según Martins et al. (2024) el CMJ mide la capacidad de crear fuerza a lo largo del ciclo de estiramiento-acortamiento para medir la fuerza del tren inferior y el desequilibrio muscular. En su estudio, encontraron mejoras en el rendimiento de la fuerza explosiva al comparar las evaluaciones iniciales y finales de la temporada a deportistas de fútbol lesionados mediante el test de salto contra movimiento, mientras que el grupo sin lesiones solo presento mejoría de resultados solo a mitad de la temporada. también menciona la relación con una menor capacidad de salto con mayor probabilidad de lesionarse.

El salto contra movimiento es un tipo de salto vertical que involucra un rápida flexo extensión del tren inferior mediante una contracción muscular concéntrica-excéntrica para alcanzar la máxima elevación del centro de gravedad. Este salto tiene mayor almacenamiento y utilización de energía elástica. Según el estudio de Fernández Galván et al. (2024) reporta un grado de fiabilidad alta con el ICC=0,989. En un estudio comparativo entre el salto en cuclillas y el CMJ, menciona que el CMJ tiene mayor rendimiento debido a los efectos de ciclo de estiramiento acortamiento.

## **Dispositivo vert**

Es un dispositivo portátil que mide el desplazamiento vertical a través de un algoritmo patentado. El Vert cuenta con un goniómetro, acelerómetro y magnetómetro de 3 ejes de alta precisión para medir el despegue, y su versión más actualizada registra también el impacto de aterrizaje y la energía cinética. Se utiliza en un cinturón a nivel del centro de gravedad de las vértebras L3 y L4, y se conecta mediante bluetooth a un iPhone con la aplicación Vert Coach, Soler-López et al. 2022). Según el estudio de (Borges et al. 2017), el sistema Vert se ha “investigado utilizando niños de 3 a 12 años y en atletas de elite junior” en deportes como rugby, voleibol, fútbol y básquet.

Varios estudios han demostrado que la altura de salto y el recuento de saltos del Vert es aceptable, siendo una herramienta válida, disponible y de bajo costo, así como también ser útil para el monitoreo de carga en tiempo real durante el entrenamiento (Damji et al. 2021). Otro estudio recalca la presión al contar los saltos específicos durante el entrenamiento y competencias, proporcionando una medida aceptable de la altura de salto que sirve para monitorear la carga de salto del atleta (Skazalski et al. 2018), también recomienda hacer estudios de la relación entre las lesiones y las fuerzas de reacción del suelo durante el aterrizaje.

### ***b) Salto horizontal***

El salto de longitud refleja la calidad de fuerza del tren inferior, y es un elemento importante en la prueba de salud física. Se divide en tres fases: despegue, fase de vuelo y aterrizaje. Y su optimización es gracias a la coordinación de la fuerza del tren inferior y la cadera junto con el movimiento de balanceo del tren superior. El estudio menciona “una fiabilidad muy alta en hombres y mujeres ICC=0,97 y ICC=0,95 respectivamente y un coeficiente de variación inferior al 3,1%” Wang, (2022); y realza la importancia de una técnica de aterrizaje correcta para proteger eficazmente el cuerpo de lesiones.

El salto vertical y horizontal son acciones balísticas de múltiples ciclos de estiramiento-acortamiento, con activaciones musculares excéntricas-isométricas-concéntricas. Son pruebas físicas más sencillas para abordar el rendimiento neuromuscular en las extremidades inferiores. En la revisión sistemática de (Wisløff et al. 2004), reporta una correlación directa entre la fuerza máxima en media sentadilla, el rendimiento en sprint y la altura del salto vertical. La información obtenida de la evaluación de fuerza, velocidad y potencia nos demuestra el desequilibrio del deportista en relación de la aplicación de fuerza a determinadas velocidades, es decir que no aplican una correcta fuerza a baja velocidad o que necesitan aumentar la fuerza

a alta velocidad (Fernández Galván et al. 2024). La cadera y rodilla contribuyen con “el 44% y 43% en el salto horizontal que en el salto vertical” Lin et al. (2023).

***c) Sprint de 30 metros***

La capacidad de sprint es un elemento esencial del rendimiento atlético para varios deportes, y según la distancia recorrida puede ser en aceleración de 0-30mtr y de velocidad máxima de 30-100mtr. El sprint está determinado por varios factores y sistemas fisiológicos, incluida la técnica, la resistencia específica del resorte, la potencia, etc. A medida que aumenta la velocidad de sprint, también aumenta la demanda de potencia. El salto vertical y horizontal se correlación con el rendimiento del sprint, por tanto, la relación entre el rendimiento de fuerza de potencia está respaldada por resultados de las pruebas de salto y de sprint de 30m (Wisløff et al. 2004)

### 2.3. MARCO LEGAL

Para el desarrollo del proyecto se toma en cuenta los siguientes artículos de la Constitución de la República del Ecuador estableciendo diversos derechos fundamentales dentro del área de salud y el deporte.

#### a. Salud

##### Artículo 32 – Derecho a la salud

“La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva. La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional.” (Ministerio de Salud Pública, 2012)

Analizando este artículo es relevante para el presente estudio, porque vincula la salud con cultura física, respalda constitucionalmente políticas públicas de prevención mediante el deporte, ejercicios y la actividad física. Reconoce que la salud es un derecho garantizado por el Estado Ecuatoriano y que su realización depende de otros derechos conexos como: derecho a la educación, a la cultura física, a ambientes sanos y a la seguridad social. En el contexto del Trail Running, disciplina caracterizada por altas demandas biomecánicas, neuromusculares y de carga sobre el tren inferior, este marco normativo respalda la implementación de programas de rehabilitación y prevención de lesiones basados en la fisioterapia deportiva. Además, el estado debe garantizar programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud; asegurar equidad, universitaria, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, bioética y otros principios en la prestación de servicios de salud. Lo que justifica la aplicación de intervenciones fisioterapéuticas específicas, como es el entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior, en la fase final de rehabilitación. Estas estrategias permiten optimizar la capacidad funciones, mejorar el rendimiento y facilitar una reinserción deportiva segura y progresiva en deportistas amateur de Trail Running, alineándose con las políticas públicas de salud y deporte vigentes en el país.

## **b. Deporte**

### Artículo 24 – Derecho al deporte, recreación y tiempo libre

“Las personas tienen derecho a la recreación y al esparcimiento, a la práctica del deporte y al tiempo libre.” (Constitución de la república del Ecuador, 2008).

Establece explícitamente que todas las personas tienen derecho a la recreación y al esparcimiento, la práctica del deporte y el uso del tiempo libre como pilares fundamentales para la promoción de la salud integral en la población. Este derecho no solo garantiza el acceso a la práctica deportiva, sino que también implica la responsabilidad del Estado y de las instituciones de salud de asegurar condiciones seguras y adecuadas para su desarrollo. En el caso del Trail Running, este marco normativo justifica la intervención de la fisioterapia deportiva como estrategia preventiva y rehabilitadora.

### Artículo 381 – Cultura física y deporte

“El Estado protegerá, promoverá y coordinará la cultura física que comprende el deporte, la educación física y la recreación, como actividades que contribuyen a la salud, formación y desarrollo integral de las personas; impulsará el acceso masivo al deporte y a las actividades deportivas a nivel formativo, barrial y parroquial; auspiciará la preparación y participación de los deportistas en competencias nacionales e internacionales, que incluyen los Juegos Olímpicos y Paraolímpicos; y fomentará la participación de las personas con discapacidad. El Estado garantizará los recursos y la infraestructura necesaria para estas actividades. Los recursos se sujetarán al control estatal, rendición de cuentas y deberán distribuirse de forma equitativa.” (Constitución de la república del Ecuador, 2008).

Este artículo desarrolla la obligación del estado de promover el deporte, el ejercicio y la actividad físicos y de recreación. El estado debe proteger, promover y coordinar estas actividades como elementos que contribuyen a la salud, formación y desarrollo integral de las personas; impulsar el acceso masivo al deporte en sus distintos niveles formativo, barrial o parroquial; auspiciar la preparación y preparación de deportistas en competencias nacionales e internacionales; y garantizar recursos e infraestructura necesaria y su distribución equitativa. Asimismo, este mandato se articula con la Ley del Deporte, educación física y recreación, la cual regula la organización, fomento y práctica deportiva bajo criterios de inclusión, equidad y seguridad. En el contexto de Trail Running, este marco

normativo respalda la implementación de programas especializados de atención y rehabilitación, así como la garantía de recursos de infraestructura y acceso equitativo al deporte justifica la aplicación de intervenciones terapéuticas basadas en evidencia científica como es el entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior en la fase final de rehabilitación. De esta manera, la investigación se alinea con los principios constitucionales y las políticas públicas orientadas a la promoción de la salud, el deporte seguro y el desarrollo integral de los deportistas amateur.

## CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Descripción del área de estudio/ grupo de estudio

Actualmente el Trail Running es una disciplina atractiva que ha crecido enormemente a nivel nacional. Imbabura es un lugar perfecto para esta práctica deportiva debido a sus varios desafíos terrenales y diversos entornos geográficos, con montañas, volcanes y páramos. En Ibarra, la alta demanda de deportistas que se suman a entrenar ya sea por grupos o de forma individual, conlleva a la búsqueda de auspiciantes entre ellos los centros de fisioterapia para la evaluación, rehabilitación y prevención de lesiones. Por lo que, el presente proyecto se desarrolló en el centro privado de especialidades FISIOALMED, ubicado en la Av los Sauces 1-108 y José Miguel Leoro. Las instalaciones ofrecen un servicio integral en rehabilitación con calidad profesional y humana; entre ellos está la especialidad de fisioterapia deportiva que ha permitido la readaptación progresiva de cada atleta en diferentes campos competitivos.

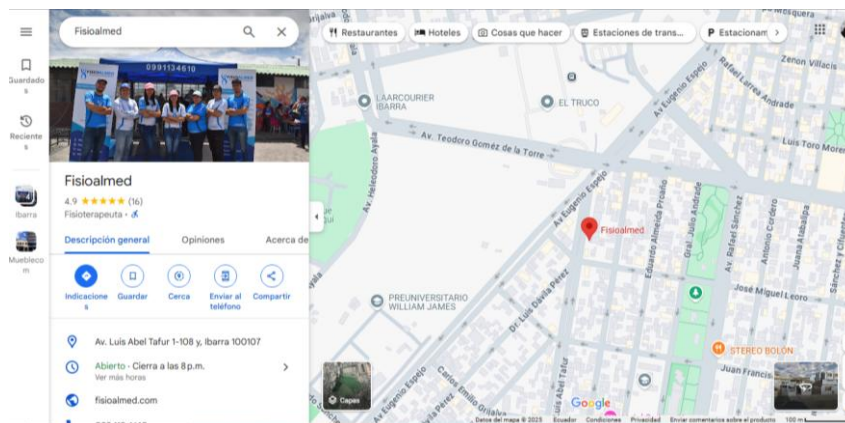


Figura 1. Ubicación del centro de rehabilitación Fisioalmed

Fuente: Autoría

Las personas que se atienden en el centro de rehabilitación FISIOALMED, es aproximadamente de 50 pacientes por mes, por lo que se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia del investigador basándose en criterios de inclusión y exclusión, debido a que la población estuvo constituida por deportistas amateur de Trail Running que acudían al centro de Fisioalmed y cumplían criterios clínicos específicos para la fase final de rehabilitación. Este tipo de muestreo fue adecuado considerando el contexto clínico del estudio, la accesibilidad de los participantes y la naturaleza aplicada de la investigación. No obstante, se reconoce que esta estrategia limita la generalización de los resultados, los cuales se circunscriben a poblaciones con características similares. Por tanto, se seleccionó a un total de 24 participantes amateur de Trail Running hombres y mujeres

entre 20 y 50 años que tuvieron algún tipo de lesión en miembros inferiores y que se encontraban en la última fase de rehabilitación física. Se ha seleccionado este rango de edad, porque el deporte combina resistencia aeróbica con demandas neuromusculares elevadas, y este es un rango etario donde conviven atletas en plenitud física y otros con procesos naturales de declive funcional. Sin embargo, según la OMS (2025) considera “adulto joven, que va de 18 a 44 años; y la de adulto medio, que abarca desde los 45 hasta los 59 años”; por lo que en el estudio solo se tomó una parte del rango del adulto medio.

**Ciertos criterios de inclusión:**

- Adultos entre 20-50 años
- Lesiones en el tren inferior que no hayan sido intervenidas o tratadas con métodos invasivos.
- Pacientes que se encuentren en la última fase de rehabilitación
- Pacientes que hayan practicado Trail Running los últimos 3 meses previos al estudio.

**Criterios de exclusión:**

- Pacientes que presenten sintomatología de inflamación recurrente en miembros inferiores.
- Pacientes que no hayan firmado el consentimiento informado.

**Criterios de salida:**

- Paciente que por su condición y criterio personal no decidió continuar con el protocolo

**3.2. Enfoque y tipo de la investigación**

El tipo de investigación aplicado fue cuasiexperimental sin grupo control, la cual se define como “la manipulación de una o más variables independientes a un grupo autoseleccionado” Ramos-Galarza, (2021), debido a las consideraciones éticas y clínicas, debido a que no era viable privar a deportistas en fase final de rehabilitación potencialmente beneficiosa. Además, la población accesible estuvo conformada exclusivamente por pacientes que cumplieran criterios clínicos para la reinserción deportiva, lo que limitó la conformación de un grupo control comparable. Este tipo de diseño permitió aplicar una intervención a un grupo seleccionado por conveniencia del autor; se utilizó para analizar la relación causa-efecto entre el protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva como la

variable independiente y; los resultados obtenidos en base a las pruebas evaluadas pre y post intervención como las variables independientes.

La investigación fue de corte longitudinal de tipo pre-post, dado que la recolección de datos se realizó en más de un momento en el tiempo. Se observó y midió las variables sobre las mismas unidades de análisis con el fin de analizar cambios, evoluciones o tendencias. El seguimiento temporal de los sujetos permitió una comprensión más profunda de la relación causa efecto, así como el comportamiento de las variables con mayor claridad, por lo que resultó pertinente para cumplir con los objetivos planteados en la investigación.

El estudio se ubicó en el tipo descriptivo, porque buscó caracterizar y detallar las principales características del fenómeno de estudio, identificando el comportamiento de las variables determinadas en el contexto analizado. Es decir, la información principal de los deportistas amateur de Trail Running en la tercera fase de rehabilitación como el tipo de lesión en el tren inferior, diagnóstico traumatológico, tiempo en fisioterapia, dolor, frecuencia y protocolos de entrenamiento, y capacidades físicas de fuerza explosiva y velocidad. Así mismo fue explicativa, puesto que pretendió analizar las relaciones entre las variables estudiadas y el plan de entrenamiento de fuerza explosiva aplicado, profundizando aspectos como fuerza explosiva, simetría muscular, control neuromotor y estabilidad articular.

En esta investigación se empleó un enfoque mixto que englobó a ambas herramientas metodológicas: cuantitativas y cualitativas. El cuantitativo permitió la recolección y análisis de los resultados obtenidos de las pruebas específicas de campo: el salto con contramovimiento, salto horizontal y la prueba de velocidad de 30 metros, con el debido consentimiento informado de los participantes. Con el fin de medir las variables de estudio y establecer relaciones entre ellas mediante procedimientos estadísticos en base al programa de SPSS. El enfoque cualitativo abarcó la encuesta semiestructurada para una comprensión más profunda de los participantes, a partir de sus datos demográficos principales y las experiencias y percepciones expresados por los representantes.

### **3.3.Métodos**

#### ***3.3.1. Método Analítico Sintético***

El método analítico-sintético fue una estrategia que permitió descomponer las deficiencias físicas post lesión de los deportistas amateur de Trail Running que fueron

evaluadas mediante test funcionales en relación con la fuerza explosiva e información real obtenida mediante encuestas a los participantes. Mientras que el método sintético permitió integrar estos resultados pre y post intervención, proporcionando una visión global del proceso de recuperación objetiva de los deportistas y la eficacia del protocolo de entrenamiento. En definitiva, esta metodología hizo posible analizar las partes separadas a una visión más completa del proyecto, donde el resultado de cada variable garantizó un enfoque integral, necesario y viable para optimizar los planes de preparación física en el ámbito de rehabilitación deportiva.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos**

#### **3.4.1. *Análisis bibliográfico-documental***

La investigación fue documental y de campo, se realizó la búsqueda bibliográfica principalmente de libros, y revisiones existentes de artículos científicos y revisiones sistemáticas. Se utilizó la base de datos de la Universidad Técnica del Norte como: PEDRo, SpringerLink, Elsevier, Dialnet y PubMed, mediante operadores de búsqueda como AND, NOT, OR; con descriptores del tema de investigación: Trail Running, fuerza explosiva, lesiones en miembros inferiores, lesiones deportivas, fisioterapia deportiva. Se manejó el gestor bibliográfico de Mendeley que almacenó y organizó los documentos encontrados y fue factible para la citación.

#### **3.4.2. *Encuesta***

Como complemento al análisis cuantitativo, se llevó a cabo una encuesta de manera digital a través de la plataforma de Google Form. Se dirigió a los deportistas amateurs de Trail Running que cursaban la última fase de rehabilitación en el centro de fisioterapia Fisioalmed, con el objetivo de valorar datos específicos de base para el estudio, como edad, género, índice de masa corporal, tiempo y frecuencia de la práctica deportiva, protocolo de entrenamiento, conocimiento de fuerza explosiva, ubicación de lesión, diagnóstico traumatológico, tiempo de rehabilitación y percepción del dolor. Además de la aplicación de los tres test de campo mencionados anteriormente, que permitió organizar y analizar estadísticamente toda la información recolectada.

### **3.5. Análisis Estadístico**

El análisis estadístico de los datos obtenidos en la presente investigación se llevó a cabo mediante el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión, el

cual constituye una herramienta informática ampliamente utilizada en el ámbito académico y científico por su fiabilidad, versatilidad y precisión en el procesamiento de datos cuantitativos. Este programa permitió organizar, depurar, analizar e interpretar la información recolectada de manera sistemática, garantizando la validez y consistencia de los resultados.

Previo al análisis los datos fueron codificados e ingresados en la base de datos SPSS mediante Excel, asegurando la correcta definición de las variables según su naturaleza cuantitativa. Posteriormente se realizó un análisis descriptivo con el fin de organizar, resumir y presentar la muestra de estudio, empleando medidas de tendencia central, distribución de frecuencias, media, desviación estándar, etc. Lo que facilitó una visión clara y comprensible del comportamiento de las variables analizadas. Asimismo, se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales acordes a los objetivos de la investigación y a la distribución de los datos, previamente verificada mediante pruebas de normalidad. Estas pruebas permitieron contrastar hipótesis y establecer relaciones o diferencias significativas entre las variables de estudio, considerando un nivel de significancia estadística establecido previamente. Entre las técnicas inferenciales más utilizadas están: prueba t de Student, y mediante el SPSS contribuyó a optimizar el análisis de la información, interpretar y generalizar los resultados, así como reducir errores en el procesamiento de datos y fortalecer la rigurosidad metodológica del instituto.

### **3.6. Procedimientos**

#### **3.6.1. *Protocolo experimental***

Se realizó una encuesta de datos demográficos mediante Google forms. El sistema de medición para el salto vertical contra movimiento y horizontal fue con el dispositivo Vert, un “dispositivo wearable que registra el recuento y la altura de los saltos” Soler-López et al., (2022), se coloca debajo y lateral al ombligo del participante, a la altura de la cresta iliaca.

Antes de la aplicación de los test, se familiarizó en una sola sesión el procedimiento técnico de cada prueba a los participantes mediante videos, con una semana de anticipación para ensayos de práctica. En la evaluación se realizó un calentamiento de 10 minutos (ver anexo 1), incluyendo estiramientos dinámicos para miembros inferiores, zancadas frontales y laterales, 10 sentadillas con el peso corporal, 10 elevaciones alternas de rodillas y 1 minuto de carrera en el lugar, como recomienda en el estudio de Yingling et al., (2018). Se realizó

la medición de tres oportunidades para los tres tipos de saltos tanto en el vertical como en el horizontal: salto con el miembro inferior dominante, con el miembro inferior no dominante, y un salto con ambos miembros inferiores. El descanso entre cada salto fue de 10 segundos para favorecer la recuperación tras la fatiga neuromuscular. Posteriormente se inició con el test de velocidad de 30 metros.

Se realizó un control de las adaptaciones a la progresión, de acuerdo con las características de la lesión y la respuesta de los participantes al entrenamiento, para responder lo más eficazmente posible a las diferencias interindividuales en los tiempos de adaptación y recuperación.

**a. Salto vertical con contramovimiento**

Basados en el estudio de Peng et al., (2024), los participantes se colocaron de pie con la espalda erguida, las rodillas extendidas, los pies separados a la altura de los hombros y las manos en las caderas durante todo el salto. Se indicó que realizaran una flexión de rodilla rápidamente. Según el estudio de McHugh et al., (2024), menciona que la profundidad del contramovimiento autoseleccionado representa la mejor opción, debido a que es un equilibrio de bajar el centro de gravedad lo suficiente para ejecutar el salto rápidamente. (ver anexo 2,3 4)

**b. Salto horizontal con manos libres**

Según el protocolo de Maulder y Cronnin 2005 (Fernández-Galván et al., 2024), los participantes se colocaron de pie estos separados a la altura de los hombros detrás de la línea de salida, balanceando los brazos y doblando las rodillas. Se realizó el salto horizontal con caída controlada sobre la pierna dominante, otro salto con la extremidad no dominante y con ambas piernas, permaneciendo en esa postura de 2 a 3sg para validar el intento y tomar la medida correspondiente. La distancia que se midió fue desde el punto inicial de la línea marcada hasta el apoyo del talón de la extremidad en el salto unilateral, mientras que el bilateral se tomó del apoyo del talón que se encontró más atrás. (ver anexo 5)

**c. Sprints de 30 metros**

Posición de salida alta en el punto de partida marcada, desde donde se tomó el tiempo hasta que crucen lo más rápido posible la meta final de 30 metros (Gisladdottir et al., 2024). (ver anexo 6.)

### **3.6.2. Protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva**

#### **a. Entrenamiento de Fuerza Explosiva en el Tren Inferior**

Los ejercicios de explosividad mejoran la capacidad de los sistemas neuronal y musculotendinoso para crear potencia a través del ciclo de estiramiento-acortamiento: fase excéntrica, de amortiguación y fase concéntrica; en el menor tiempo posible. Con el protocolo de entrenamiento, se esperó cambios adaptativos como: un aumento del impulso neuronal hacia los agonistas, mejores estrategias de activación intermuscular, así como también modificaciones en la mecánica musculotendinosa y arquitectura del músculo, además de tener un efecto preventivo de lesiones en el tren inferior. En autor Gisladottir et al., (2024), enfatiza en su estudio el rendimiento de potencia explosiva y la velocidad lineal, en la agilidad. Estas tres demandas físicas son un conjunto de habilidades motoras importantes, que trabajan de forma conjunta puesto que utilizan los mismos recursos energéticos del sistema de los fosfágenos (ATP-PCr), afectando al sistema nervioso de manera similar, la coordinación de las acciones musculares, la utilización de fibras musculares de contracción rápida y la eficacia de transferencia de energía. Por lo que, se esperó que los deportistas amateurs de Trail Running desarrollen una fuerza explosiva suficiente para reintegrarse a su actividad deportiva con el máximo rendimiento y menor riesgo de lesiones.

Por otra parte, Fernández Galván et al., (2024) mencionan la eficacia en intervenciones de 10 semanas y 2 a 4 sesiones por semana, con 3 a 4 series de 8 a 12 repeticiones con 50 o más saltos por sesión. También destaca la importancia del análisis de fuerza, velocidad y potencia como una información más individualizada del atleta para programar un entrenamiento con estímulos más adecuados en base a las necesidades del atleta. Por lo que, el programa de entrenamiento de fuerza explosiva para la reinserción deportiva que se aplicó fue en base a protocolos anteriores con evidencia científica actualizada realizado por Buckthorpe & Della Villa (2021), Kasmi et al. (2021), Thotawaththa et al., 2023), y Ahmadabadi et al., (2023). Además, se efectuó la revisión y validación profesional de dos docentes de cuarto nivel en entrenamiento deportivo y fisioterapia. Por tanto, la planificación del entrenamiento del presente estudio siguió los principios de sobrecarga progresiva, entre frecuencia, volumen e intensidad; además de la selección de los ejercicios en función al gesto deportivo del Trail Running. Se planificó para un período de 8 semanas de forma gradual, variada y segura, con una frecuencia de 3 veces por semana de 40 minutos de entrenamiento.

Los ejercicios fueron distribuidos conforme a su dificultad; las dos primeras semanas tuvieron un nivel bajo, las tres semanas siguientes un nivel medio y las tres últimas semanas tuvieron un nivel alto de dificultad. Fue un total de 24 ejercicios distribuidos para las 8 semanas. La semana 1 y 2 tienen 8 ejercicios de 3 series por 6 repeticiones; la semana 3,4 y 5 tienen 7 ejercicios de 3 series por 8 repeticiones; y las semanas 6,7 y 8 tienen 6 ejercicios de 3 series por 10 repeticiones. Con un tiempo total de 20 min aproximadamente del entrenamiento explosivo con un minuto de recuperación, 10 minutos de movilidad activa inicial y 10 min de recuperación final. Los viernes se enfocó al método Tabata en densidad (T:D) 20s de trabajo y 10s de descanso, con una combinación de 8 ejercicios explosivos, con un total de 4 minutos (240 segundos) y 2 minutos de recuperación para las siguientes dos series.

### **3.7.Operacionalización de variables**



**Tabla 1.***Operacionalización de variables*

| <b>Objetivo</b>   | <b>Variable</b>     | <b>Dimensión</b>           | <b>Indicador</b>               | <b>Ítems</b>  | <b>Técnica e instrumentos</b>           | <b>Escala de Medición</b> |
|---|---------------------|----------------------------|--------------------------------|---|---|---------------------------|
| Evaluar la capacidad de potencia y velocidad de los participantes mediante pruebas de campo estandarizadas. | Salto vertical      | Potencia del tren inferior | Altura de salto vertical       | Altura máxima alcanzada en el salto vertical medida en centímetros          | Observación directa<br>Dispositivo VERT | Centímetros               |
| Evaluar la capacidad de potencia horizontal del tren inferior   | Salto horizontal    | Potencia horizontal        | Distancia del salto horizontal | Distancia máxima alcanzada en el salto horizontal desde la línea de partida | Observación directa<br>Cinta métrica    | Centímetros               |
| Evaluar la velocidad de desplazamiento lineal   | Prueba de 30 metros | Velocidad                  | Tiempo de ejecución            | Tiempo empleado para recorrer 30 metros in línea recta                      | Observación directa<br>cronometro       | Segundos                  |



### 3.8.Consideraciones bioéticas

La principal consideración ética es el consentimiento informado, en donde se dio a conocer a los pacientes sobre el desarrollo e importancia del proyecto, el uso de sus datos y evaluaciones individuales, la intervención de los ejercicios de forma supervisada y controlada, y uso de material audiovisual en caso de ser necesario. La información utilizada fue con total confidencialidad, privacidad y transparencia; sin manipulación ni divulgación fuera el permiso correspondiente por el paciente. Se informó los beneficios del entrenamiento de fuerza explosiva con el fin de mejorar su bienestar y su aporte a la investigación científica con riesgos mínimos.

#### 3.8.1. *Declaración de Helsinki*

Es muy importante mencionar esta declaración en el proyecto, porque puso en foco a la protección de las poblaciones vulnerables, transparencia y el compromiso con la justicia y la equidad en la investigación. La renovación de la Declaración de Helsinki aborda los nuevos y complejos retos sociales, tecnológicos y científicos asociados a la investigación biomédica, para que esté centrada en los participantes y siga generando conocimientos que hagan avanzar la salud individual y colectiva con los máximos estándares éticos (Hernández Merino, 2024).

El coordinador de la revisión actual, J. S. Resneck Jr., comenta las novedades introducidas (Hernández Merino, 2024):

- Reemplazo del término “sujeto” por el de “participante”, eliminado los sesgos de sexo y género en el lenguaje.
- En reconocimiento de la naturaleza interdisciplinaria de la investigación médica, para que ahora se refiera a “médicos y otros investigadores”.
- El punto 6 aborda la justicia distributiva y global, y llama a los investigadores a “considerar cuidadosamente cómo se distribuyen los beneficios, los riesgos y las cargas de la investigación”.
- En el punto 7 se establece que los derechos e intereses de los participantes prevalecen sobre los objetivos de la investigación.
- En los puntos 19 y 20, reconoce que la vulnerabilidad puede ser contextual y dinámica y experimentarse en distintos niveles. Se incide en el mayor riesgo de

que quienes experimentan vulnerabilidad sean perjudicados o sufran daños y se exigen protecciones especiales. Se busca una inclusión justa y responsable después de sopesar los daños tanto de la inclusión como de la exclusión y de proporcionar el apoyo adecuado.

- El punto 32 aborda los requisitos del consentimiento para la inclusión de muestras y datos de los participantes en los biobancos y bases de datos. Se busca la protección frente a usos secundarios previsibles o no, y frente a usos indebidos comerciales o políticos.
- El nuevo punto 8 destaca que, si bien las emergencias de salud pública pueden requerir urgencia e innovación, los principios éticos deben respetarse plenamente en tales circunstancias. El punto 37, reconoce situaciones en las que se utilizan intervenciones no probadas en un intento de aliviar el sufrimiento, pero estas intervenciones nunca deben llevarse a cabo para eludir las protecciones de los participantes de la investigación establecidas en esta Declaración.
- Otros cambios inciden sobre la necesidad de considerar la sostenibilidad ambiental, evitar el desperdicio de la investigación y la integridad científica.

Ejemplo del consentimiento informado basado en el formato de la Universidad Técnica del Norte:

### ***3.8.2. Consentimiento Informado***

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EFECTOS DE EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS EN LA FASE FINAL DE FISIOTERAPIA PARA ADULTOS JOVENES CON LESIONES DEPORTIVAS DE MMII EN FISIOALMED, 2025**

**Detalle del procedimiento:** El estudiante del programa de Maestría en Entrenamiento Deportivo de la Universidad Técnica del Norte realizará la recopilación de información y datos del paciente mediante una ficha de datos generales y 1 test, los cuales tienen como objetivo obtener información sobre las deficiencias funcionales en lesiones en miembros inferiores en la última etapa de fisioterapia, la fuerza; a través del test de salto vertical. Toda la información obtenida se utilizará bajo conveniencia del investigador, pero cuidando la privacidad de los participantes.

**Participación en el estudio:** Esta es de total carácter voluntario y el otorgamiento del consentimiento informado no tiene ningún tipo de repercusión civil, legal o judicial en la actualidad o a futuro.

**Confidencialidad:** Se respetará la identidad de los participantes y se los mantendrá en anonimato, solo la información recopilada ya sea con objetivo de estudio, tratamiento o procedimiento puede ser utilizada y en las evidencias digitales tomadas no se mostrará por ninguna índole el rostro de los participantes.

**Beneficios del estudio:** La información recopilada servirá como base para el planteamiento de tratamientos, procedimientos o nuevos estudios que beneficien a personas con presencia de la sintomatología lumbar, siendo usted una parte importante en la generación de nuevo conocimiento, así como en la formación académica sobre este tema dentro del país.

**Encargados:** Para su seguridad y confiabilidad puede consultar en cualquier momento sobre información del proyecto de investigación al tutor y asesor de investigación: MSc. Ronnie Paredes y MSc. Marcela Baquero, docentes de la Universidad Técnica del Norte.



## CAPÍTULO IV

### 4.1.Resultados y discusión:

#### 4.1.1. Características de la Población

Tabla 2

*Resultados de la Edad, género e IMC de los participantes*

| Rango de edad | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------|------------|------------|
| 20–29         | 12         | 50,0       |
| 30–39         | 11         | 45,8       |
| 40–50         | 1          | 4,2        |
| Total         | 24         | 100,0      |

| Género    | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Femenino  | 5          | 20,8       |
| Masculino | 19         | 79,2       |
| Total     | 24         | 100,0      |

| IMC         | Frecuencia | Porcentaje |
|-------------|------------|------------|
| Peso normal | 11         | 45,8       |
| Sobrepeso   | 12         | 50,0       |
| Total       | 24         | 100,0      |

El 50% de la muestra conformada por los 24 participantes se ubicó entre las edades de 20 a 29 años seguidos por el grupo de 30 a 39 años con el 45,8% (n=11) y sólo el 4,25% (n=1) indica un participante entre 40-50 años. Por lo que, se observa una mayor participación de adultos jóvenes y mediana edad; una población que pese a tener mayor capacidad de recuperación, asumen mayores cargas de entrenamiento y factores de riesgo de lesión debido a una inadecuada planificación. El género masculino fue el que predominó en el estudio con el 79,2% (n=19) de la muestra, mientras que el 20,8% (n=5) correspondió al sexo femenino. Esto muestra una mayor participación de hombres en el Trail Running competitivo y recreativo; sin embargo, las mujeres también pueden presentar patrones lesivos especialmente en rodillas, esto en relación con las diferencias biomecánicas y neuromusculares. En el estudio, la baja representación femenina en la muestra limita el análisis comparativo por género. En el índice de masa corporal, el 50,0% (n=12) de los participantes presentó sobrepeso; el 45,8% (n=11) se encontró en peso normal. Esto es un resultado relevante, debido a que

estudios previos indican que un índice de masa corporal elevado es un factor de riesgo para lesiones musculoesqueléticas al incrementarse las fuerzas de impacto y las demandas articulares, especialmente en descensos, aumentando la probabilidad de lesiones en rodilla y tobillo.

#### 4.1.2. Estadística Descriptiva: Resultados de las pruebas físicas pre y post

##### a. Salto vertical con contramovimiento media

**Tabla 3.**

*Media del Salto vertical con contra movimiento no dominante, dominante y bilateral*

|                            | No dominante pre | no dominante post | Dominante pre | Dominante post | Vert bilateral pre med | Vert bilateral post med |
|----------------------------|------------------|-------------------|---------------|----------------|------------------------|-------------------------|
| Media                      | 22,388           | 24,662            | 25,142        | 27,067         | 38,600                 | 40,704                  |
| Error estándar de la media | ,7683            | ,9140             | ,8295         | ,9649          | 1,5967                 | 1,7975                  |
| Varianza                   | 14,166           | 20,050            | 16,516        | 22,346         | 61,187                 | 77,547                  |

Se puede observar en las tablas que las mejoras son consistentes en los tres componentes: no dominante, dominante y bilateral; lo que sugiere que la intervención tuvo un efecto global sobre la potencia del tren inferior. Los resultados indican una diferencia en el aumento de la distancia del salto vertical, siendo más altos los resultados de la distancia máxima que la media. En el salto vertical del lado no dominante mostro un incremento de 22,388cm en pretest a 24,662cm a posttest. En el lado dominante la media aumento de 25,142cm a 25,067cm. En el salto vertical bilateral los valores son mucho más altos, pasando de 38,6 cm a 40,704. En esta variable, se observa también un ligero aumento de la desviación estándar en la post intervención, sobre todo en el salto con ambas extremidades, lo que muestra una mayor variabilidad individual en la respuesta al estímulo que es normal en variables de carácter explosivo. Aunque el miembro dominante mantiene valores más altos que la extremidad lesionada, la condición bilateral refuerza la idea de la coordinación bilateral optimiza el rendimiento vertical. La diferencia de salto entre la más alta y la más baja es de 17cm y; la varianza indica que los resultados no están muy dispersos, pero al verse incrementada en los resultados posteriores demuestra que no todos los

sujetos responden igual. La desviación indica más variabilidad para la distancia con ambas piernas inferiores reflejando las capacidades individuales en la capacidad de aplicar fuerza explosiva. El error estándar es pequeño por lo que muestra una alta precisión en el estudio, pero se incrementa nuevamente en los resultados bilaterales.

En definitiva, el test de salto vertical presentó mejoras objetivas de la potencia explosiva en ambas extremidades inferiores tras el programa de entrenamiento, lo que indica un efecto positivo general y no unilateral, reforzando la importancia del control postural dinámico unilateral y bilateral en los planos horizontal y vertical; y un incremento en el control neuromuscular. Eso concuerda con Buckthorpe & Roi, (2018), donde indica que la fuerza no depende únicamente del tejido muscular, sino de la activación y coordinación del sistema neuromuscular, permitiendo ejecutar movimientos eficientes, mejor rendimiento deportivo y una adecuada protección frente a lesiones sin contacto durante actividades dinámicas exigentes. Por ello, optimizar la producción de fuerza constituye uno de los principales objetivos en los programas de entrenamiento físico, prevención de lesiones y procesos de rehabilitación.

#### ***b. Salto Horizontal***

**Tabla 4.**

*Resultado del salto horizontal no dominante, dominante y bilateral*

|                            | No dominante pre | No dominante post | Dominante (cm) pre | Dominante (cm) post | Bilateral (cm) pre | Bilateral (cm) post |
|----------------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Media                      | 1,3642           | 1,467             | 1,4463             | 1,5350              | 1,7429             | 1,8675              |
| Error estándar de la media | ,04156           | ,0408             | ,04110             | ,04378              | ,05869             | ,05725              |
| Desv. Desviación           | ,20360           | ,2000             | ,20136             | ,21446              | ,28750             | ,28045              |
| Varianza                   | ,041             | ,040              | ,041               | ,046                | ,083               | ,079                |

En los resultados en el salto horizontal se observa un incremento consistente de la media. En el lado no dominante la media aumentó de 1,36cm  $\pm$  0,20cm en la medición pretest a 1,47cm en la medición posttest. De forma similar, el lado dominante mostró un aumento de 1,45cm  $\pm$  0,20cm a 1,54cm  $\pm$  0,20cm. El salto horizontal con ambas piernas presento mayor incremento, pasando una media de 1,46cm  $\pm$  0,28cm

en el pretest a  $1,87\text{cm} \pm 0,28\text{cm}$  en el posttest. La variabilidad, según la desviación estándar y la varianza, indica una respuesta homogénea y que los datos están agrupados cerca de la media. Esta ganancia sugiere una mejoría global del control postural, mayor capacidad de desplazar el centro de masa (fuerza en core) sin perder el equilibrio estático y dinámico de forma unilateral y bilateral. Estos resultados coinciden con el estudio de Kasmi et al., (2021) sobre la lateralidad y asimetrías funcionales tras una intervención de seis semanas, observando una mejora en el rendimiento relacionado con la asimetría de piernas durante la ejecución unipodal, mediante entrenamiento combinado de excéntricos y pliométricos. Así mismo, se evidencia avances en la estabilidad y el rendimiento funcional muscular, reflejado en modificaciones morfológicas como el tamaño de las fibras musculares y tipos de fibras.

**c. Prueba de 30 metros.**

**Tabla 5**

Resultado de la Prueba de 30 metros

| Variable                   | 30 m (seg) pre | 30 m (seg) post |
|----------------------------|----------------|-----------------|
| Media                      | 5,4213         | 5,3267          |
| Error estándar de la media | ,15100         | ,14616          |
| Desv. Desviación           | ,73976         | ,71605          |
| Varianza                   | ,547           | ,513            |

La intervención fue eficaz para mejorar la aceleración y velocidad máxima corta, capacidades altamente dependientes de la fuerza y potencia del tren inferior. En la tabla se observa una disminución del tiempo medio de la prueba de 30 metros tras la intervención, lo que indica una mejoría en el rendimiento en velocidad de 0,10 segundos en distancia. La disminución de la desviación estándar en el posttest sugiere una mayor homogeneidad del grupo, indicando que la mayoría de los participantes respondieron favorablemente a una adaptación generalizada. En el estudio de Memain et al. (2024) estas adaptaciones son relevantes en rehabilitación deportiva, puesto que la disminución en la velocidad de producción de fuerza y las alteraciones en el control motor se asocian a una mayor probabilidad de recaídas lesionales. El desarrollo de un control motor eficaz permite mejorar la destreza y capacidad de generar impulsos rápidos y potentes durante acciones como cambios de dirección, ascensos y descensos, propias de la carrera de montaña. Peng et al. (2024) menciona que en estudios actuales

de entrenamiento en donde no siempre se busca hipertrofia, sino la importancia de la simetría bilateral, la calidad neuromuscular y la potencia relativa. La existencia de desequilibrios musculares en la extremidad no dominante se convierte en un punto vulnerable a la ejecución del movimiento, afectando directamente la capacidad de generar fuerza, potencia explosiva, la velocidad multidireccional y estabilidad. Por lo que, la coherencia entre variables funcionales y morfológicas, como la antropometría, refuerza la validez interna del estudio.

#### 4.1.3. Estadística Inferencial: Análisis de la prueba t student para muestras relacionadas

##### a. Prueba de t de Student para salto con contramovimiento, salto horizontal y prueba de 30 metros.

**Tabla 6.**

*Resultado de la prueba t de Student en las variables principales*

| Variable                     | Media  | Desv.  | Correlación | t de Student | Sig. p valor < 0,001 |
|------------------------------|--------|--------|-------------|--------------|----------------------|
| Vert no dominante pre med    | 22,388 | 3,7638 |             |              |                      |
|                              |        |        | ,949        | -7,471       | ,000                 |
| Vert no dominante post med   | 24,663 | 4,4778 |             |              |                      |
| Vert dominante (cm) pre med  | 25,142 | 4,0639 |             |              |                      |
|                              |        |        | ,962        | -6,824       | ,000                 |
| Vert dominante (cm) post med | 27,067 | 4,7271 |             |              |                      |
| Vert bilateral pre med       | 38,600 | 7,8222 |             |              |                      |
|                              |        |        | ,973        | -4,753       | ,000                 |
| Vert bilateral post med      | 40,704 | 8,8061 |             |              |                      |
| Hort no dominante pre        | 1,3642 | ,20360 |             |              |                      |
|                              |        |        | ,962        | -90,338      | ,000                 |
| Hort no dominante post       | 1,467  | ,2000  |             |              |                      |
| Hort dominante (cm) pre      | 1,4463 | ,20136 |             |              |                      |
|                              |        |        | ,971        | -8,674       | ,000                 |
| Hort dominante (cm) post     | 1,5350 | ,21446 |             |              |                      |
| Hort bilateral (cm) pre      | 1,3642 | 0,2875 |             |              |                      |
|                              |        |        | 0,966       | -8,253       | 0,00                 |

|                          |        |        |      |      |      |
|--------------------------|--------|--------|------|------|------|
| Hort bilateral (cm) post | 1,8675 | ,28045 |      |      |      |
| 30metr (seg) pre         | 5,4213 | ,73976 | ,792 | ,572 | ,334 |
| 30metr (seg) post        | 5,3267 | ,71605 |      |      |      |

Se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, con la finalidad de comparar los resultados de las evaluaciones pretest y postest intervención al mismo grupo en las variables de rendimiento funcional. La prueba t de Student para muestras emparejadas evidenció diferencias estadísticamente significativas en las tres modalidades del salto vertical y el salto horizontal, mientras que, no se observaron diferencias significativas en la prueba de velocidad de 30metros, lo que sugiere una respuesta diferencial de las capacidades físicas evaluadas. El resultado del nivel de significancia al IC 95%, el  $p=0,00$  es menor que 0,05, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, los efectos del entrenamiento de fuerza explosiva, tiene un efecto estadísticamente significativo para la reinserción deportiva en la fase final de rehabilitación en deportistas Amateur de Trail Running en FISIOALMED, 2025.

En el estudio de Pardos-Mainer et al., (2021) realizaron una comparación entre el entrenamiento de fuerza y el pliométrico. El programa de entrenamiento de pliométricos de doce estudios, también destacaron el aumento moderado y significativo en el rendimiento de salto vertical mediante el uso de saltos verticales, horizontales y unilaterales a alta velocidad, y no solo representa su importancia a nivel deportivo, sino también dentro del movimiento natural del ser humano. Por otra parte, las investigaciones resaltan que, la ganancia de fuerza en los programas con sesiones menores a 16 produjeron efectos moderados en comparación con las que duraron más de 16 sesiones; y aquellas que duraron más de 30 min fueron sustancialmente más efectivas, así mismo con 8 semanas o más de entrenamiento. En el análisis de (Memain et al., 2024) menciona que el entrenamiento de 3 semanas es insuficiente para establecer adaptaciones estructurales, pues la falta de calidad en la explosividad excéntrica podría afectar en la preactivación muscular y la facilitación presináptica. En este estudio encontraron una menor activación muscular de unidades motoras lentas del semitendinoso durante la contracción excéntrica para generar la misma fuerza, evitando la sobre activación del bíceps femoral, y que los participantes reanuden la carrera y realicen saltos con una sola pierna. Esta información es de suma importancia,

debido a que una mejor estabilización postural del tronco evita el valgo dinámico de rodilla, y con ello una minimización importante de lesiones articulares y musculares. Por lo que, estos estudios potencian a la validación del presente estudio, con 21 sesiones en total y con más de 30 minutos de entrenamiento de explosividad.

En el estudio de (Kasmi et al., 2021b) relata que el entrenamiento pliométrico dentro de la explosividad permite una resistencia dinámica rápida entre estiramiento-acortamiento que puede implicar el desplazamiento vertical y horizontal del centro de gravedad, mejorando así el ajuste postural anticipatorio que resultan de ajustes proactivos que endurecen la musculatura involucrada antes del aterrizaje. Además, Lin et al., (2023) analiza que la cadera y la rodilla juegan un papel más importante en el rendimiento del salto horizontal con el 44% y 43% que en el salto vertical. Para el salto de longitud requiere de fuerza explosiva en el tren inferior, mientras que el salto de varios niveles resalta la fuerza reactiva.

En el test de velocidad de 30 metros, aunque se observa una mejora en los resultados, no es suficiente para llegar a ser estadísticamente significativa. Esto podría relacionarse con un tiempo insuficiente del programa, además de que el deporte tiene a la resistencia aeróbica como componente determinante y no la velocidad. Sin embargo, en el estudio de (Pardos-Mainer et al., 2021) se observó que en el rendimiento del sprint lineal hubo una reducción moderada y significativa en el tiempo especialmente en el metro inicial de entre 15 a 30 metros, pero con muchos más ejercicios específicos de sprint.

En el estudio de (Memain et al., 2024) realizaron un entrenamiento compuesto por: fortalecimiento, entrenamiento aeróbico, reprogramación neuromotora y rehabilitación específica de campo como aceleración, frenado, corte salto y sprints. Realizaron 5h por 5 días a la semana durante 3 semanas. Con aumento progresivo de volumen, intensidad y complejidad. Al final del programa encontraron diferencias estadísticamente significativas en el aumento de la flexión activa de rodilla durante el empuje y en el aterrizaje para amortiguar el movimiento; y una disminución en la flexión del tronco y la latero flexión del tronco durante la fase de aterrizaje, sobre todo para la pierna lesionada. Por tanto, el desarrollo de la tasa de fuerza tuvo ganancias importantes mediante el trabajo de control neuromotor junto con movimientos de alta intensidad y específicos, pese a la corta duración de 3 semanas.

En el estudio de Shedge & Ramteke, (2024), los resultados del programa de ejercicios pliométricos de tres semanas, ejercicios específicos de la disciplina deportiva y el entrenamiento de alta intensidad para la recuperación de una cirugía del tendón de Aquiles en Badminton, es mucho más efectivo que el entrenamiento habitual para mejorar el rendimiento funcional en cuanto a agilidad, velocidad, potencia, aceleración, desaceleración y cambios de dirección. Otro estudio realizó el programa de pliométricos con estabilidad y agilidad unilateral, mostrando mejores resultados para el equilibrio dinámico, propiocepción de rodilla y la capacidad de controlar la posición del cuerpo y de cambiar de dirección rápidamente gracias a la contracción muscular rápida. Por tanto, entrenamiento de fuerza explosiva dentro de un programa de rehabilitación desempeña un papel crucial para acelerar el proceso de recuperación, mejorando no solo a nivel de fuerza, agilidad y estabilidad, sino un mejor rendimiento durante las competiciones de Trail con el mínimo riesgo de lesiones y reincidencia.

En el estudio de Kasmi et al., (2021a), menciona que los programas de rehabilitación de 4 a 9 meses para sujetos post cirugía de LCA están enfocados a mejorar la fuerza, estabilidad, flexibilidad y potencia muscular de la extremidad lesionada. Solo el componente neuromuscular se puede modificar mediante ejercicios específicos que incluyan pliometría y fuerza, debido a que la debilidad muscular de la extremidad inferior puede persistir hasta un año después de una cirugía. En este estudio compara la efectividad del entrenamiento de resistencia con sobrecarga excéntrica con carga adicional para el desarrollo de hipertrofia muscular significativamente mayor que la resistencia excéntrica convencional, pero no fue lo suficiente para lograr contracciones efectivas en movimientos fuertes y rápidos. Este estudio concluye que, tras 6 semanas de programa, existe mayor rendimiento en la asimetría de piernas para una sola pierna en entrenamientos combinados de ejercicios excéntrico y pliométrico, además en la ganancia de estabilidad y rendimiento funcional muscular, resaltando el potencial adaptativo de la morfología muscular, en el tamaño de la fibra muscular y cambios en la composición del tipo de fibra y tejido conectivo, y cambios estructurales en el mismo músculo (Kasmi et al., 2021). Por ello, la aplicación de explosividad en rehabilitación facilita las respuestas repentinas basadas en movimientos durante cambios rápidos en la posición de una articulación, siendo muy beneficioso para el control motor, con la capacidad y la velocidad de los músculos posturales para volver a una posición más estable tras una perturbación.

Es definitiva, un programa basado en fuerza explosiva no solo mejora el control motor y la rigidez de las piernas tras una lesión; sino que también la retroalimentación constante de equilibrio y estabilidad resultará de una forma más rápida. El desarrollo eficiente de estiramiento-acortamiento durante el entrenamiento de la explosividad es sumamente importante en los movimientos de desaceleración, como el aterrizaje y el giro, en donde las estructuras musculotendinosas podrían ser capaz de corregir. En este contexto, el entrenamiento explosivo puede ser un determinante importante en la evaluación funcional de la rodilla y capacidad de fuerza funcional de las extremidades inferiores, porque se ha demostrado resultados positivos de la combinación de resistencia y pliométricos en relación con la masa ósea y la fuerza excéntrica del tren inferior, ha comparación de aplicar solo un entrenamiento de resistencia tradicional. De igual forma, aporta un aspecto significativo en el estado psicológico, aumentando el nivel de confianza del atleta en su retorno deportivo en no volverse a lesionarse.

## CAPITULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

La aplicación de las pruebas funcionales (CMJ, salto horizontal y 30 metros) permitió establecer una línea base objetiva del rendimiento neuromuscular en la fase final de rehabilitación de los deportistas amateur de Trail Running atendidos en Fisiomed. Los resultados obtenidos antes de la intervención evidenciaron la presencia de deficiencias funcionales características tras una lesión del tren inferior, tales como alteraciones de potencia, disminución del tiempo de desarrollo de fuerza, déficit de velocidad de desplazamiento y una capacidad limitada en la producción de fuerza explosiva. Se identificaron asimetrías marcadas entre el miembro dominante y no dominante, así como una persistencia de inseguridad y miedo al movimiento en los gestos deportivos específicos, producto del desacondicionamiento físico post lesión. Así mismo, la evaluación permitió constatar la importancia de incorporar criterios funcionales cuantificables en la etapa de retorno deportivo. En el contexto ecuatoriano, la fase resolutive de rehabilitación no suele incorporar mediciones estandarizadas para verificar la recuperación de fuerza, potencia y velocidad del tren inferior. En este sentido, el estudio no solo validó el uso de estas pruebas dentro de protocolos fisioterapéuticos, sino que aportó evidencia local sobre su factibilidad e impacto clínico en la reinscripción deportiva de corredores de montaña amateurs. De ese modo, se reafirma la necesidad de integrar test funcionales específicos para garantizar retornos deportivos seguros, progresivos y sostenibles, disminuyendo la probabilidad de recidivas y fortaleciendo la adherencia del deportista al entrenamiento.

La implementación del protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva durante ocho semanas y con criterio sistemático de progresión, seguridad y control fisioterapéutico, demostró ser una intervención segura y viable. La progresión sistemática de las cargas, iniciando con ejercicios de estabilidad y técnica, avanzando hacia la pliometría y fuerza máxima, permitió que los 24 participantes completaran el programa sin reportar recaídas ni dolor incapacitante, validando la estructura metodológica propuesta para esta población específica. La intervención basada en ejercicios con énfasis en explosividad, pliometría y reclutamiento neuromuscular promovió mejoras en la estabilidad, fuerza, potencia y eficacia biomecánica. Estos resultados coinciden con estudios que respaldan la inclusión de la pliometría y la

fuerza rápida como herramientas esenciales para la readaptación de deportistas al gesto deportivo. El entrenamiento aplicado reforzó la premisa de que la fase resolutoria no debe limitarse al fortalecimiento convencional, sino evolucionar hacia estímulos más específicos del deporte, incluyendo aceleración, desaceleración, saltos y gestos técnicos propios del entorno montañoso. En consecuencia, el estudio aporta evidencia metodológica relevante para centros de rehabilitación y profesionales de salud que buscan integrar estrategias más modernas de retorno deportivo en el Trail Running.

Los resultados confirman que el entrenamiento de fuerza explosiva tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en las pruebas funcionales del tren inferior, lo que confirma la eficacia del protocolo para favorecer la reinserción deportiva en corredores amateurs. Al comparar los datos pre y post, se evidenció un incremento notable en la altura del salto vertical y la distancia del salto horizontal, así como una mejora en los tiempos de velocidad. Sugieren estas mejoras en la capacidad elástica y contráctil del sistema musculotendinoso, así como un mayor control motor y una adaptación eficiente del ciclo estiramiento-acortamiento, capacidades biomecánicas y mecanismos fisiológicos necesarios para las demandas de Trail Running. Los resultados de este estudio sustentan que la reinserción deportiva debe no solo basarse en parámetros subjetivos como la ausencia de dolor o el cumplimiento parcial del plan de fortalecimiento, sino también apoyarse sobre mediciones objetivas de rendimiento, funcionalidad y simetría, lo que reduce el riesgo de recaídas y optimiza el rendimiento deportivo posterior. En suma, se concluye que el entrenamiento de fuerza explosiva en la fase final de rehabilitación constituye una intervención efectiva, funcional y necesaria para garantizar una reintegración segura en el Trail Running amateur, aportando evidencia local valiosa que puede ser utilizada tanto por fisioterapeutas, entrenadores deportivos y centros especializados.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Incorporar protocolos de fuerza de manera sistemática en la fase final de los tratamientos fisioterapéuticos para corredores de montaña. Se sugiere dejar de lado el alta médica basada únicamente en la ausencia de dolor y priorizar criterios funcionales objetivos de potencia y control neuromuscular.

Es vital que los fisioterapeutas y entrenadores realicen evaluaciones periódicas de las asimetrías entre extremidades utilizando herramientas accesibles, como apps de saltos o test de campo, antes de autorizar el retorno a la competencia, dado que de las descompensaciones de fuerza son el principal predictor de nuevas lesiones en terrenos irregulares.

Al aplicar ejercicios de explosividad en población amateur, se debe enfatizar la calidad técnica del aterrizaje y la desaceleración antes que, la altura o intensidad de salto. Se recomienda iniciar con fases de adaptación tendinosa y muscular para evitar tendinopatías reactivas, especialmente en pacientes que han estado inactivos por periodos prolongados.

Para investigaciones futuras, se debe desarrollar estudios con un grupo control y un seguimiento a largo plazo de 6 a 12 meses para evaluar si las mejoras en fuerza explosiva se mantienen en el tiempo y si efectivamente reducen la tasa de incidencia de lesiones recurrentes en la temporada competitiva posterior al alta.

## ANEXOS

### Anexo 1.



**Figura 2. Calentamiento a los participantes antes de aplicar los test iniciales.**

Fuente: Autoría

### Anexo 2.



**Figura 3. Test de salto Vertical con contramovimiento inicial con el dispositivo Vert.**

Fuente: Autoría

**Anexo 3.**



**Figura 4. Ubicación del dispositivo VERT.**

Fuente: autoría

**Anexo 4.**



**Figura 5. Recolección de resultados en la aplicación de Vert**

Fuente: autoría

**Anexo 5.**



**Figura 6. Test de Salto Horizontal Inicial**

Fuente: Autoría

**Anexo 6.**



**Figura 7. Test de 30 metros Inicial**

Fuente: Autoría

## Abstrac elaborado por LA U EMPRENDE E.P.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**EMPRESA PÚBLICA "LA UEMEPRENDE E.P."**



### Abstract

The present study aimed to analyze the effects of an explosive strength training program during the final phase of rehabilitation in amateur Trail Running athletes at the FISIOALMED Specialty Center in 2025. The research addressed the high incidence of lower-limb injuries in this discipline and the need to optimize physiotherapeutic return-to-sport protocols to prevent recurrence. A quantitative approach with a quasi-experimental design of explanatory scope was employed. The sample consisted of 24 patients selected through convenience sampling. Functional performance was evaluated using specific pre- and post-intervention tests: countermovement jump (CMJ), horizontal jump test, and 30-meter sprint test. The intervention comprised an eight-week training protocol (21 sessions), including more than 30 minutes of explosive training per session, structured according to physiotherapeutic criteria of progression and safety. Statistically significant improvements ( $p < 0.05$ ) were observed in all physical variables. Participants demonstrated enhanced motor control and leg stiffness after injury, as well as faster balance and stability responses. Explosive strength training proved to be an effective strategy for improving strength, power, stability, and functional performance in athletes, facilitating a safe return to sport and reducing the risk of future injury.

**Keywords:** explosive strength; sports rehabilitation; Trail Running; injury prevention.

Reviewed by:  
MSc. Luis Paspuezán Soto  
**CAPACITADOR CAI**  
February 19, 2026

## Encuesta de los datos demográficos de los participantes en Google Forms

# PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La presente encuesta es para determinar los datos demográficos de la muestra.

*\* Indica que la pregunta es obligatoria.*

---

1. Correo \*

---

2. Nombres completos \*

---

3. Edad \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

20-29

30-39

40-50

4. Género \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

Masculino

Femenino

5. Peso \*

---

6. Talla \*

---

7. Lugar de procedencia \*

---

8. Población \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Rural  
 Urbano

9. Número de celular \*

---

10. ¿Cuánto tiempo practica Trail Running? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- 3-6 meses  
 7-12 meses  
 Más de un año

11. ¿Con qué frecuencia realiza su práctica deportiva? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- 1-2 veces  
 3-5 veces  
 Más de 5

12. ¿Sigue algún plan o protocolo de entrenamiento? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- No  
 Sí

13. En relación a la pregunta anterior, ¿su plan de entrenamiento tiene enfoque en fuerza explosiva? Fuerza Explosiva: máxima cantidad de fuerza en el menor tiempo posible, combinando fuerza y velocidad. \*

Selecciona todos los que correspondan.

- No  
 Sí

14. Presenta algún tipo de lesión en: \*

Selecciona todos los que correspondan.

- Caderas  
 Rodillas  
 Tobillo

15. ¿Qué tiempo es de su última lesión en el tren inferior? \* 1 punto

Marca solo un óvalo.

- 3-7 meses  
 8-12 meses  
 Más de un año

16. ¿Cuál es su diagnóstico o lesión en el tren inferior? \* 1 punto

---

17. ¿Debido a su lesión, cuánto tiempo estuvo en rehabilitación? \*

Selecciona todos los que correspondan.

- Dos semanas  
 Un mes  
 Dos meses  
 Más de tres meses

18. Si usted entrena con dolor. Del 0 al 10, siendo 0 nada de dolor y 10 un dolor intenso. ¿Cómo calificaría su dolor? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- 0 sin dolor
- 1-3 dolor leve
- 4-6 dolor moderado
- 7-10 dolor intenso

19. Debido a su dolor o molestia en el tren inferior, le impide realizar alguna actividad en específico? Ejem. Ponerse en cuclillas, subir o bajar gradas, arrodillarse, etc. Especifique.

---

---

---

---

---

---

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

## Resultados de los datos demograficos exportados en excel

| N° | Fecha temporal     | Dirección de correo electrónico | Puntuación | Nombres completos      | Edad      | Género    | Peso kg | Talla (m) | IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | IMC TABLA         | Lugar de procedencia |
|----|--------------------|---------------------------------|------------|------------------------|-----------|-----------|---------|-----------|--------------------------|-------------------|----------------------|
| 1  | 9/15/2025 10:59:48 | bedoncarla163@gmail.com         | 0 / 2      | Carla Estefania Bedon  | 20-29     | Femenino  | 65      | 1,66      | 23,6                     | PESO NORMAL       | Ibarra               |
| 2  | 9/15/2025 11:01:12 | diegovillota1207@gmail.com      | 0 / 2      | Diego Mauricio Villota | 40-50     | Masculino | 86      | 1,72      | 29,1                     | SOBREPESO         | Ecuador              |
| 3  | 9/15/2025 11:22:09 | pau.flores1518@gmail.com        | 0 / 2      | Johanna Paulina Flores | 30-39     | Femenino  | 58,3    | 1,61      | 22,5                     | PESO NORMAL       | Ibarra               |
| 4  | 9/15/2025 13:28:00 | cesarmoranyopez@gmail.com       | 0 / 2      | Edison Javier Morán    | H 30-39   | Masculino | 70      | 1,74      | 23,1                     | PESO NORMAL       | Ibarra               |
| 5  | 9/15/2025 14:05:23 | jlro62@gmail.com                | 0 / 2      | JEFFERSON Paul Ioor    | v 30-39   | Masculino | 84      | 1,73      | 28,1                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 6  | 9/15/2025 14:14:47 | jimmyalexanderlopez58@gmail.c   | 0 / 2      | Jimmy Alexander Lópe   | 30-39     | Masculino | 64      | 1,64      | 23,8                     | PESO NORMAL       | Ibarra               |
| 7  | 9/15/2025 14:15:08 | robertoluceroavareta@gmail.com  | 0 / 2      | Adonis Roberto Lucerc  | 20-29     | Masculino | 74      | 1,72      | 25,0                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 8  | 9/15/2025 14:29:59 | matiasmoran931@gmail.com        | 0 / 2      | Matias Sebastián Morá  | 20-29     | Masculino | 56      | 1,66      | 20,3                     | PESO NORMAL       | Yacucale             |
| 9  | 9/17/2025 9:46:39  | cristianvega2000ev@gmail.com    | 0 / 2      | Cristian Andres Vega   | ( 20-29   | Masculino | 73      | 1,7       | 25,3                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 10 | 9/17/2025 11:49:35 | kinefit.ec@gmail.com            | 0 / 2      | Héctor David Arellano  | ( 20-29   | Masculino | 86      | 1,67      | 30,8                     | OBESIDAD MODERADA | Otavaló              |
| 11 | 9/17/2025 14:30:24 | pablojuanluisa1992.05.22@gr     | 0 / 2      | Pablo Andres Guanolu   | 30-39     | Masculino | 85      | 1,7       | 29,4                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 12 | 9/17/2025 14:33:56 | andresportilla69@gmail.com      | 0 / 2      | Edison Andres Portilla | 130-39    | Masculino | 73,3    | 1,65      | 26,9                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 13 | 9/17/2025 19:33:47 | kmenseses97@gmail.com           | 0 / 2      | Alex David Meneses A   | 20-29     | Masculino | 74      | 1,7       | 25,6                     | SOBREPESO         | Otavaló              |
| 14 | 9/18/2025 11:09:44 | raui53283@gmail.com             | 0 / 2      | Milton Raúl Morales    | Per 20-29 | Masculino | 59,42   | 1,62      | 22,6                     | PESO NORMAL       | Otavaló              |
| 15 | 9/18/2025 11:14:09 | jadefrancoe@gmail.com           | 0 / 2      | Jade Elizabeth Franco  | 30-39     | Femenino  | 54      | 1,59      | 21,4                     | PESO NORMAL       | Otavaló              |
| 16 | 9/18/2025 17:15:20 | aracely-2888@outlook.com        | 0 / 2      | Mishel Aracely Mejía   | C: 20-29  | Femenino  | 52      | 1,63      | 19,6                     | PESO NORMAL       | Ibarra               |
| 17 | 9/18/2025 19:29:31 | crissmontesdeoca01@gmail.co     | 0 / 2      | MARIA CRISTIANA MO     | 20-29     | Femenino  | 67      | 1,61      | 25,8                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 18 | 9/17/2025 13:33:55 | adrewsz123@gmail.com            | 0 / 2      | Fausto Andrés Monten   | 20-29     | Masculino | 75      | 1,68      | 26,6                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 19 | 9/21/2025 15:30:42 | larena010697@gmail.com          | 0 / 2      | WILSON BLADIMIR AM.    | 30-39     | Masculino | 70      | 1,7       | 24,2                     | PESO NORMAL       | Ibarra               |
| 20 | 9/21/2025 15:36:00 | andress19@gmail.com             | 0 / 2      | Andres orquera         | 30-39     | Masculino | 80      | 1,7       | 27,7                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 21 | 9/23/2025 15:59:58 | erickr91496@gmail.com           | 0 / 2      | Erick Vásconez         | 20-29     | Masculino | 93      | 1,83      | 27,8                     | SOBREPESO         | Ibarra               |
| 22 | 9/23/2025 16:22:09 | kevfuentes20@gmail.com          | 0 / 2      | KEVIN FUENTES          | 20-29     | Masculino | 66      | 1,72      | 22,3                     | PESO NORMAL       | Ibarra               |
| 23 | 9/23/2025 16:54:32 | martinpider1989@hotmail.com     | 0 / 2      | MARTIN CRUZ            | 30-39     | Masculino | 88      | 1,68      | 24,1                     | PESO NORMAL       | Ibarra               |
| 24 | 9/24/2025 18:00:38 | javierjardinesigner@gmail.com   | 0 / 2      | JARRÍN FLORES DARÍO    | 30-39     | Masculino | 89,9    | 1,8       | 27,7                     | SOBREPESO         | Ibarra               |

| ¿Cuánto tiempo practica Trail Running? ¿Con qué frecuencia realiza su práctica de ¿Sigues algún plan o protocolo de entrenam | En relación a la pregunta anterior, ¿su plan | Presenta algún tipo de lesión en | ¿Qué tiempo es de su última lesión en el tre |          |               |    |
|--|--|----------------------------------|--|----------|---------------|----|
| 7-12 meses   | 1-2 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | Pr |
| Más de un año  | 3-5 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | Más de un año | In |
| Más de un año  | 3-5 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | 8-12 meses    | Fi |
| Más de un año  | 1-2 veces                                    | Sí                               | No   | Rodillas | 8-12 meses    | In |
| 3-6 meses  | 3-5 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | In |
| 3-6 meses  | 3-5 veces                                    | No                               | Sí   | Caderas  | Más de un año | Lr |
| Más de un año  | 3-5 veces                                    | Sí                               | No   | Tobillo  | Más de un año | Tr |
| 3-6 meses  | 1-2 veces                                    | Sí                               | Sí   | Rodillas | 3-7 meses     | In |
| 3-6 meses  | 3-5 veces                                    | No                               | Sí   | Rodillas | Más de un año | Tr |
| 3-6 meses  | 1-2 veces                                    | Sí                               | Sí   | Rodillas | 3-7 meses     | Si |
| Más de un año  | 3-5 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | Más de un año | M  |
| Más de un año  | 3-5 veces                                    | Sí                               | No   | Rodillas | Más de un año | Ni |
| 3-6 meses  | 1-2 veces                                    | No                               | No   | Tobillo  | Más de un año | Et |
| Más de un año  | 1-2 veces                                    | Sí                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | Tr |
| 3-6 meses  | 3-5 veces                                    | Sí                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | Ni |
| 3-6 meses  | 3-5 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | Tr |
| 3-6 meses  | 1-2 veces                                    | No                               | No   | Caderas  | 8-12 meses    | Tr |
| 7-12 meses   | 3-5 veces                                    | Sí                               | No   | Tobillo  | 3-7 meses     | Si |
| 7-12 meses   | 1-2 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | Tr |
| 7-12 meses   | 1-2 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | Di |
| 7-12 meses   | 1-2 veces                                    | Sí                               | No   | Rodillas | 8-12 meses    | Tr |
| 7-12 meses   | 1-2 veces                                    | No                               | No   | Caderas  | 8-12 meses    | Pr |
| 7-12 meses   | 1-2 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | Cr |
| 7-12 meses   | 3-5 veces                                    | No                               | No   | Rodillas | 3-7 meses     | T  |

|   | ¿Qué tiempo es de su última lesión en el tren inferior? | ¿Cuál es su diagnóstico o lesión en el tren inferior? | ¿Debido a su lesión, cuánto tiempo estuvo inactivo? | Si usted entrena con dolor. Del 0 al 10, ¿cuánto dolor tiene? | Debido a su dolor o molestia en el tren inferior, ¿cómo afecta su rendimiento? |
|---|---|---|---|---|--|
| 1 | 3-7 meses   | Posibilidad de menisco afectado o tendón r            | Dos meses   | 4-6 dolor moderado  |  |
| 2 | Más de un año   | Inflamación   | Dos meses   | 1-3 dolor leve  | Ponerme de rodillas  |
| 3 | 8-12 meses  | Falta de fortalecimiento en cuádriceps                | Un mes  | 1-3 dolor leve  | Dolor de rodillas al bajar gradas  |
| 4 | 8-12 meses  | Inflamación del cuerno posterior de la rodilla        | Dos semanas   | 1-3 dolor leve  | No   |
| 5 | 3-7 meses   | Inflamación pata de ganzo                             | Dos semanas   | 4-6 dolor moderado  | Correr bajadas y bajar gradas en forma recta                                   |
| 6 | Más de un año   | Lesión de Aductores                                   | Un mes  | 7-10 dolor intenso  | Arrodillarse   |
| 7 | Más de un año   | Tendinitis Rotuliana                                  | Un mes  | 1-3 dolor leve  | Mientras bajo corriendo, tengo un dolor como                                   |
| 8 | 3-7 meses   | Inflamación de meniscos de la rodilla izquie          | Dos semanas   | 4-6 dolor moderado  | Bajar mucho en una sentadilla con peso   |
| 9 | Más de un año   | Tendinitis rotuliana                                  | Dos semanas   | 1-3 dolor leve  | Arrodillarme   |
| 0 | 3-7 meses   | Síndrome de la cintilla iliotibial                    | Un mes  | 1-3 dolor leve  | No   |
| 1 | Más de un año   | Menisco   | Más de tres meses                                   | 0 sin dolor   | Ninguna  |
| 2 | Más de un año   | Ninguna lesión  | Dos semanas   | 0 sin dolor   | Ninguna  |
| 3 | Más de un año   | Esguince de tobillo                                   | Un mes  | 1-3 dolor leve  | Actualmente no me impide realizar ninguna a                                    |
| 4 | 3-7 meses   | Tendinopatía en rotula izquierda                      | Un mes  | 4-6 dolor moderado  | Extender por completo la rodilla, subir escale                                 |
| 5 | 3-7 meses   | Ninguna   | Dos semanas   | 0 sin dolor   | Ninguna  |
| 6 | 3-7 meses   | Tendinitis rotuliana                                  | Dos semanas   | 1-3 dolor leve  | Sentadilla con salto   |
| 7 | 8-12 meses  | Trocanteritis de la cadera derecha                    | Un mes  | 1-3 dolor leve  | No   |
| 8 | 3-7 meses   | Síndrome tibial anterior                              | Un mes  | 4-6 dolor moderado  | Trabajo de aceleraciones se me sobrecarga                                      |
| 9 | 3-7 meses   | Tendinopatía rotuliana                                | Dos meses   | 1-3 dolor leve  | No   |
| 0 | 3-7 meses   | Distensión del ligamento cruzado posterior            | Dos meses   | 1-3 dolor leve  | No   |
| 1 | 8-12 meses  | Tendinitis rotuliana                                  | Dos meses   | 1-3 dolor leve  | Ninguna molestia   |
| 2 | 8-12 meses  | Pubalgia  | Un mes  | 1-3 dolor leve  | No   |
| 3 | 3-7 meses   | Condromalacia rotuliana                               | Dos meses   | 1-3 dolor leve  | No   |
| 4 | 3-7 meses   | Tendinitis de la banda iliotibial                     | Dos meses   | 4-6 dolor moderado  | Correr de forma consistente  |
| 5 |   |   |   |   |  |

## Protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva




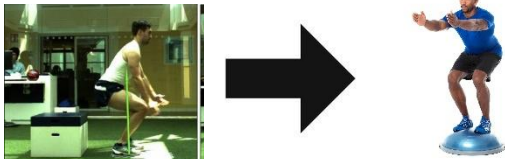




| PLAN DE CARGA DEPORTISTAS AMATEUR TRAIL RUNNING   |  |  |    |   |       |  |                       |    |     |       |   |  |     |     |     |
|---|--|--|----|---|-------|--|-----------------------|----|-----|-------|---|--|-----|-----|-----|
| ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXPLOSIVA   |  |  |    |   |       |  |                       |    |     |       |   |  |     |     |     |
| Periodo:  | PREPARATORIO   |  |    | Deportistas:  |       |  | AMATEUR TRAIL RUNNING |    |     |       |   |  |     |     |     |
| Etapas:   | PREPARACION FISICA GENERAL   |  |    | Entrenador:   |       |  | LORENA MONTEDEOCA     |    |     |       |   |  |     |     |     |
| Meso:   | PREPARACION BASICA   |  |    | Objetivo Meso: Mejorar la fuerza explosiva de los participantes mediante estímulos de alta intensidad |       |  |                       |    |     |       |   |  |     |     |     |
| Micro:  | PREPARACION ESPECIFICA I   |  |    | Mes/año: OCTUBRE - NOVIEMBRE 2025   |       |  |                       |    |     |       |   |  |     |     |     |
| SEMANA 1 CORREIN  | LUNES  |  |    | Vol   | Int   | MIERCOLES  |                       |    | Vol | Int   | VIERNES   |  | Vol | Int |     |
| c<br>t<br>i<br>v<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n<br><br>e<br>x<br>p<br>l<br>o<br>s<br>i<br>v<br>a<br><br>b<br>á<br>s<br>i<br>c | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min  |  |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min  |                       |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min   |  |     | 10  |     |
|   | E. Específico: Sensatilla en paralela con impulso en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos) + Estocada con empuje hacia atrás sin peso 3x6 c/u + Salto en media sentadilla en cajón bajo + Aterrizaje bilateral desde un escalón bajo al suelo o superficie inestable (bosu o material acolchonado) + Skater con control (salto lateral largo) + Pogo jumps. Salto bajo en el mismo lugar sin sensatilla con enfoque en flexores plantares (puntas de los pies hacia adelante) 3x20 seg + Monster walks con bandas 3x20seg + Elevación de talones explosiva en una grada baja (bajar lento, y subir lo más rápido el talón) |  |    | 20  |       | E. Específico: Sensatilla en paralela con impulso en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos) + Estocada con empuje hacia atrás sin peso 3x6 c/u + Salto en media sentadilla en cajón bajo + Aterrizaje bilateral desde un escalón bajo al suelo o superficie inestable (bosu o material acolchonado) + Skater con control (salto lateral largo) + Pogo jumps. Salto bajo en el mismo lugar sin sensatilla con enfoque en flexores plantares (puntas de los pies hacia adelante) 3x20 seg + Monster walks con bandas 3x20seg + Elevación de talones explosiva en una grada baja (bajar lento, y subir lo más rápido el talón) |                       |    | 20  |       | E. Específico: Burpees sin salto + Sentadilla profunda con impulso + Estocada hacia atrás + Sentadilla lateral sin salto + Rodillas al pecho sin salto + Polichinelas + Climbers + skipping   |  |     | 12  |     |
|   | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |  |    |   |       | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |                       |    |     |       | Carga: Tabata 20:10. Series 3 y 2 min de macro pausa  |  |     |     |     |
|   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 8min + respiraciones profundas 2min  |  |    | 10  | 70%   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 8min + respiraciones profundas 2min  |                       |    | 10  | 70%   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 10min + respiraciones profundas 3min  |  |     | 13  | 80% |
|   | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO  |  |    |   |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO  |                       |    |     |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO   |  |     |     |     |
| Total   |  |  | 40 | min   | Total |  |                       | 40 | min | Total |   |  | 35  | min |     |
| SEMANA 2 CORREIN  | LUNES  |  |    | Vol   | Int   | MIERCOLES  |                       |    | Vol | Int   | VIERNES   |  | Vol | Int |     |
| t<br>i<br>v<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n<br><br>e<br>x<br>p<br>l<br>o<br>s<br>i<br>v<br>a<br><br>b<br>á<br>s<br>i           | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min  |  |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min  |                       |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min + zancadas 1min   |  |     | 11  |     |
|   | E. Específico: Step-up explosivo (subir alto y rápido con pausa arriba 2seg y bajar lento, manteniendo el equilibrio) + Aterrizaje unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón bajo (que el pie suene lo menos posible en el suelo) + En cuarto de sentadilla con manos libres e impulso unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u + Salto en media sentadilla bilateral hacia adelante y lateral + Salto lateral en caída unilateral en caja baja adelante y lateral + Estocada hacia atrás con peso bajo + Puente de glúteos clásico sin apoyo en banco peso y empuje explosivo + Skipping 3x20seg  |  |    | 20  |       | E. Específico: Step-up explosivo (subir alto y rápido con pausa arriba 2seg y bajar lento, manteniendo el equilibrio) + Aterrizaje unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón bajo (que el pie suene lo menos posible en el suelo) + En cuarto de sentadilla con manos libres e impulso unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u + Salto en media sentadilla bilateral hacia adelante y lateral + Salto lateral en caída unilateral en caja baja adelante y lateral + Estocada hacia atrás con peso bajo + Puente de glúteos clásico sin apoyo en banco peso y empuje explosivo + Skipping 3x20seg  |                       |    | 20  |       | E. Específico: Burpees con impulso + Sentadilla profunda con impulso + Estocada hacia atrás + Sentadilla lateral sin salto + Rodillas al pecho sin salto + Polichinelas + Climbers + skipping |  |     | 12  |     |
|   | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |  |    |   |       | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |                       |    |     |       | Carga: Tabata 20:10. Series 3 y 2 min de macro pausa  |  |     |     |     |
|   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 8min + respiraciones profundas 2min  |  |    | 10  | 70%   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 8min + respiraciones profundas 2min  |                       |    | 10  | 75%   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 10min + respiraciones profundas 3min  |  |     | 13  | 80% |
|   | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO  |  |    |   |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO  |                       |    |     |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO   |  |     |     |     |

| PLAN DE CARGA DEPORTISTAS AMATEUR TRAIL RUNNING  |   |  |    |   |       |   |                      |    |     |       |  |  |    |     |     |
|--|---|--|----|---|-------|---|----------------------|----|-----|-------|--|--|----|-----|-----|
| ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXPLOSIVA  |   |  |    |   |       |   |                      |    |     |       |  |  |    |     |     |
| Periodo:   | PREPARATORIO  |  |    | Deportistas:  |       |   | AMATEUR TRAIL RUNING |    |     |       |  |  |    |     |     |
| Etapas:  | PREPARACION FISICA GENERAL  |  |    | Entrenador:   |       |   | LORENA MONTESEDOCA   |    |     |       |  |  |    |     |     |
| Meso:  | PREPARACION BASICA  |  |    | Objetivo Meso: Mejorar la fuerza explosiva de los participantes mediante estímulos de alta intensidad |       |   |                      |    |     |       |  |  |    |     |     |
| Micro:   | PREPARACION ESPECIFICA I  |  |    | Mes/año: OCTUBRE - NOVIEMBRE 2025   |       |   |                      |    |     |       |  |  |    |     |     |
| SEMANA 3 AJUSTE  | LUNES   |  |    | Vol   | Int   | MIERCOLES   |                      |    | Vol | Int   | VIERNES  |  |    | Vol | Int |
| c<br>t<br>i<br>v<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n<br><br>e<br>x<br>p<br>l<br>o<br>s<br>i<br>v<br>a<br><br>m<br>e<br>d<br>i           | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min   |  |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min   |                      |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min  |  |    | 10  |     |
|  | E. Especifico: Sensatilla en paralela con impulso y salto en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos) + Aterrizaje bilateral desde un escalón medio al suelo + Salto en media sentadilla en cajón medio + Elevación de talones explosivo unilateral en una grada baja (bajar lento, y subir lo más rápido el talón) + Pogo jumps. Salto en el mismo lugar sin sensatilla con enfoque en flexores plantares (puntas de los pies hacia adelante) 3x30 seg + Salto en medio cajón alternado 3x20seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba) + Monster walks con bandas en punta 3x20seg      |  |    | 20  |       | E. Especifico: Sensatilla en paralela con impulso y salto en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos) + Aterrizaje bilateral desde un escalón medio al suelo + Salto en media sentadilla en cajón medio + Elevación de talones explosivo unilateral en una grada baja (bajar lento, y subir lo más rápido el talón) + Pogo jumps. Salto en el mismo lugar sin sensatilla con enfoque en flexores plantares (puntas de los pies hacia adelante) 3x30 seg + Salto en medio cajón alternado 3x20seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba) + Monster walks con bandas en punta 3x20seg      |                      |    | 20  |       | E. Especifico: Burpees con salto + Sentadilla profunda con salto + Isométricos de cuádriceps + Sentadilla lateral con salto + Rodillas al pecho con salto + Polichinelas + Climbers + Skipping abriendo y cerrando piernas |  |    | 12  |     |
|  | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |  |    |   |       | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |                      |    |     |       | Carga: Tabata 20:10. Series 3 y 2 min de macro pausa   |  |    |     |     |
|  | Enfriamiento: estiramiento pasivo 8min + respiraciones profundas 2min   |  |    | 10  | 70%   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 8min + respiraciones profundas 2min   |                      |    | 10  | 75%   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 10min + respiraciones profundas 3min   |  |    | 13  | 80% |
|  | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO   |  |    |   |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO   |                      |    |     |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO  |  |    |     |     |
| Total  |   |  | 40 | min   | Total |   |                      | 40 | min | Total |  |  | 35 | min |     |
| SEMANA 4 RECUPERO  | LUNES   |  |    | Vol   | Int   | MIERCOLES   |                      |    | Vol | Int   | VIERNES  |  |    | Vol | Int |
| t<br>i<br>v<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n<br><br>e<br>x<br>p<br>l<br>o<br>s<br>i<br>v<br>a<br><br>m<br>e<br>d                     | C. General: movilidad articular 5min + saltos cortos multidirecciones 5min  |  |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + saltos cortos multidirecciones 5min  |                      |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min  |  |    | 10  |     |
|  | E. Especifico: Salto unilateral en caja media 3x8 c/u + Aterrizaje unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón medio (que el pie suene lo menos posible en el suelo) + Salto en cuarto de sentadilla (manos libres) unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u + Salto lateral en caída unilateral en caja media 3x8 c/u + Salto lateral largo con peso bajo + Puente de glúteos clásico unilateral sin apoyo en banco peso y empuje explosivo + Sprintsg 3x20seg   |  |    | 20  |       | E. Especifico: Salto unilateral en caja media 3x8 c/u + Aterrizaje unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón medio (que el pie suene lo menos posible en el suelo) + Salto en cuarto de sentadilla (manos libres) unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u + Salto lateral en caída unilateral en caja media 3x8 c/u + Salto lateral largo con peso bajo + Puente de glúteos clásico unilateral sin apoyo en banco peso y empuje explosivo + Sprintsg 3x20seg   |                      |    | 20  |       | E. Especifico: Burpees con salto + Sentadilla profunda con salto + Isométricos de cuádriceps + Sentadilla lateral con salto + Rodillas al pecho con salto + Polichinelas + Climbers + Skipping abriendo y cerrando piernas |  |    | 12  |     |
|  | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |  |    |   |       | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |                      |    |     |       | Carga: Tabata 20:10. Series 3 y 2 min de macro pausa   |  |    |     |     |
|  | Enfriamiento: estiramiento pasivo 7min + trote suave 1 min + respiraciones profundas 2min   |  |    | 10  | 70%   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 7min + trote suave 1 min + respiraciones profundas 2min   |                      |    | 10  | 70%   | Enfriamiento: estiramiento pasivo 10min + respiraciones profundas 3min   |  |    | 13  | 75% |
|  | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO   |  |    |   |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO   |                      |    |     |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO  |  |    |     |     |
| Total  |   |  | 40 | min   | Total |   |                      | 40 | min | Total |  |  | 35 | min |     |
| SEMANA 5 CORRIDA   | LUNES   |  |    | Vol   | Int   | MIERCOLES   |                      |    | Vol | Int   | VIERNES  |  |    | Vol | Int |
| A<br>c<br>t<br>i<br>v<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n<br><br>e<br>x<br>p<br>l<br>o<br>s<br>i<br>v<br>a<br><br>m<br>e<br>d<br>i<br>a | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min   |  |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min   |                      |    | 10  |       | C. General: movilidad articular 5min + Activación neuromuscular con bandas 5min  |  |    | 10  |     |
|  | E. Especifico: Salto de cajón (aterrizaje) y rebote con sentadilla a la paralela con impulso sin salto (contrayendo glúteos, cuádriceps y gemelos) + Lunge con salto bajo 3x8 c/u + Salto múltiple en media sentadilla con bajo peso hacia adelante, lateral, atrás y lateral (formando un cuadrado pueden ayudarse de obstáculos, ejem. vallas) + Impulso lateral rápido al cajón medio de forma unilateral 3x8 c/u + Elevación de talones explosivo bilateral en una grada media (bajar lento, y subir lo más rápido el talón) + Salto en medio cajón alternado 3x30seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba) + Skipping 3x20seg |  |    | 20  |       | E. Especifico: Salto de cajón (aterrizaje) y rebote con sentadilla a la paralela con impulso sin salto (contrayendo glúteos, cuádriceps y gemelos) + Lunge con salto bajo 3x8 c/u + Salto múltiple en media sentadilla con bajo peso hacia adelante, lateral, atrás y lateral (formando un cuadrado pueden ayudarse de obstáculos, ejem. vallas) + Impulso lateral rápido al cajón medio de forma unilateral 3x8 c/u + Elevación de talones explosivo bilateral en una grada media (bajar lento, y subir lo más rápido el talón) + Salto en medio cajón alternado 3x30seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba) + Skipping 3x20seg |                      |    | 20  |       | E. Especifico: Burpees con salto + Sentadilla profunda con salto + Isométricos de cuádriceps + Sentadilla lateral con salto + Rodillas al pecho con salto + Polichinelas + Climbers + Skipping abriendo y cerrando piernas |  |    | 20  |     |
|  | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |  |    |   |       | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |                      |    |     |       | Carga: Tabata 20:10. Series 3 y 2 min de macro pausa   |  |    |     |     |
|  | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |  |    | 10  | 70%   | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |                      |    | 10  | 75%   | Carga: 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |  |    | 10  | 80% |
|  | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO   |  |    |   |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO   |                      |    |     |       | Lugar: FISOALMED/GIMNASIO  |  |    |     |     |
| Total  |   |  | 40 | min   | Total |   |                      | 40 | min | Total |  |  | 40 | min |     |









| SEMANA 6 AJUSTE   | LUNES   | Vol | Int | MIERCOLES   | Vol | Int | VIERNES  | Vol | Int |
|---|---|-----|-----|---|-----|-----|--|-----|-----|
| t<br>i<br>v<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n<br><br>e<br>x<br>p<br>l<br>o<br>s<br>i<br>v<br>a<br><br>a<br>l                     | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7  | 15  |     | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7  | 15  |     | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7   | 15  |     |
|   | <b>E. Específico:</b> Estocada hacia atrás rápida, con impulso y peso bajo. Regresar lento + Salto lateral unilateral 3x8 + Salto con caída lateral en cajón medio + Salto en media sentadilla (manos libres) unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u + Sensatilla en paralela con salto con peso en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos) + Sprints 3x20seg   | 20  |     | <b>E. Específico:</b> Estocada hacia atrás rápida, con impulso y peso bajo. Regresar lento + Salto lateral unilateral 3x8 + Salto con caída lateral en cajón medio + Salto en media sentadilla (manos libres) unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u + Sensatilla en paralela con salto con peso en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos) + Sprints 3x20seg   | 20  |     | <b>E. Específico:</b> Burpees con salto largo + Sentadilla profunda con salto y giro + Isométricos de cuádriceps + Sentadilla lateral con salto + Estocada hacia atrás con salto + Polichinelas + Climbers con giro de tronco + Skipping y pique | 12  |     |
|   | <b>Carga:</b> 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |     |     | <b>Carga:</b> 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |     |     | <b>Carga:</b> Tabata 20:10. Series 3 y 2 min de macro pausa  |     |     |
|   | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo asistidos 7min + trote suave 1 minuto + respiración consciente 2 min   | 10  | 80% | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo asistidos 7min + trote suave 1 minuto + respiración consciente 2 min   | 10  | 85% | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo asistidos 7min + trote suave 1 minuto + respiración consciente 2 min  | 10  | 90% |
|   | <b>Lugar:</b> FISIOALMED/GIMNASIO   |     |     | <b>Lugar:</b> FISIOALMED/GIMNASIO   |     |     | <b>Lugar:</b> FISIOALMED/GIMNASIO  |     |     |
|   | <b>Total</b>  | 45  | min | <b>Total</b>  | 45  | min | <b>Total</b>   | 37  | min |
| SEMANA 7 AJUSTE   | LUNES   | Vol | Int | MIERCOLES   | Vol | Int | VIERNES  | Vol | Int |
| A<br>c<br>t<br>i<br>v<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n<br><br>e<br>x<br>p<br>l<br>o<br>s<br>i<br>v<br>a<br><br>a<br>l<br>t<br>a | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7  | 15  |     | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7  | 15  |     | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7   | 15  |     |
|   | <b>E. Específico:</b> Lunge con salto alternado 3x8 c/u + Aterrizaje hacia adelante unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón medio con peso medio (pueden incluir superficie inestable) + Salto en medio cajón alternado 3x20seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba) + Elevación de talones explosivo bilateral con peso bajo (bajar lento, y subir lo más rápido el talón) + Puente de glúteos clásico unilateral sin apoyo en banco con peso y empuje explosivo + Saltos adaptados en terreno de Trail (variantes de saltos en terreno irregular 3x8) | 20  |     | <b>E. Específico:</b> Lunge con salto alternado 3x8 c/u + Aterrizaje hacia adelante unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón medio con peso medio (pueden incluir superficie inestable) + Salto en medio cajón alternado 3x20seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba) + Elevación de talones explosivo bilateral con peso bajo (bajar lento, y subir lo más rápido el talón) + Puente de glúteos clásico unilateral sin apoyo en banco con peso y empuje explosivo + Saltos adaptados en terreno de Trail (variantes de saltos en terreno irregular 3x8) | 20  |     | <b>E. Específico:</b> Burpees con salto largo + Sentadilla profunda con salto y giro + Isométricos de cuádriceps + Sentadilla lateral con salto + Estocada hacia atrás con salto + Polichinelas + Climbers con giro de tronco + Skipping y pique | 12  |     |
|   | <b>Carga:</b> 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |     |     | <b>Carga:</b> 3 series por 10 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.  |     |     | <b>Carga:</b> Tabata 20:10. Series 3 y 2 min de macro pausa  |     |     |
|   | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo asistidos 7min + trote suave 1 minuto + respiración consciente 2 min   | 10  | 80% | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo asistidos 7min + trote suave 1 minuto + respiración consciente 2 min   | 10  | 85% | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo asistidos 7min + trote suave 1 minuto + respiración consciente 2 min  | 10  | 90% |
|   | <b>Lugar:</b> FISIOALMED/GIMNASIO   |     |     | <b>Lugar:</b> FISIOALMED/GIMNASIO   |     |     | <b>Lugar:</b> AIRE LIBRE   |     |     |
|   | <b>Total</b>  | 45  | min | <b>Total</b>  | 45  | min | <b>Total</b>   | 37  | min |
| SEMANA 8 RECUPE   | LUNES   | Vol | Int | MIERCOLES   | Vol | Int | VIERNES  | Vol | Int |
| t<br>i<br>v<br>a<br>c<br>i<br>ó<br>n<br><br>e<br>x<br>p<br>l<br>o<br>s<br>i<br>v<br>a<br><br>a                          | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7  | 15  |     | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7  | 15  |     | <b>C. General:</b> Activación neuromuscular con bandas 8min + saltos unilaterales y bilaterales, y cambios de dirección cortos 7   | 15  |     |
|   | <b>E. Específico:</b> Salto contra movimiento en cajón y rebote inmediato + Corriendo, impulso y aterrizaje unilateral + Sentadilla búlgara con salto + Salto con caída lateral en cajón alto y peso bajo + Skipping 3x20seg + Saltos adaptados en terreno de Trail (variantes de saltos en terreno irregular 3x8)  | 20  |     | <b>E. Específico:</b> Salto contra movimiento en cajón y rebote inmediato + Corriendo, impulso y aterrizaje unilateral + Sentadilla búlgara con salto + Salto con caída lateral en cajón alto y peso bajo + Skipping 3x20seg + Saltos adaptados en terreno de Trail (variantes de saltos en terreno irregular 3x8)  | 20  |     | <b>E. Específico:</b> Burpees con salto largo + Sentadilla profunda con salto y giro + Isométricos de cuádriceps + Sentadilla lateral con salto + Estocada hacia atrás con salto + Polichinelas + Climbers con giro de tronco + Skipping y pique | 20  |     |
|   | <b>Carga:</b> 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |     |     | <b>Carga:</b> 3 series por 8 repeticiones. Trabajo 10 seg; micro pausa de 20seg; macro pausa de 1min.   |     |     | <b>Carga:</b> Tabata 20:10. Series 3 y 2 min de macro pausa  |     |     |
|   | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo 7min + trote suave 1 min + meditación 2min   | 10  | 85% | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo 7min + trote suave 1 min + meditación 2min   | 10  | 85% | <b>Enfriamiento:</b> estiramiento pasivo 7min + trote suave 1 min + meditación 2min  | 10  | 85% |
|   | <b>Lugar:</b> FISIOALMED/GIMNASIO   |     |     | <b>Lugar:</b> FISIOALMED/GIMNASIO   |     |     | <b>Lugar:</b> AIRE LIBRE   |     |     |
|   | <b>Total</b>  | 45  | min | <b>Total</b>  | 45  | min | <b>Total</b>   | 45  | min |

## Guía de ejercicios para el entrenamiento de fuerza explosiva








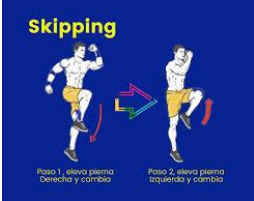
## 1. PRIMERA SEMANA NIVEL BAJO

| Nº | EJERCICIO  | IMAGEN  |
|----|--|---|
| 1  | Sensatilla en paralela con impulso en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos)              |   |
| 2  | Estocada con empuje hacia atrás sin peso 3x6 c/u   |  <p data-bbox="948 725 1023 741">REVERSE LUNGE</p>  |
| 3  | Salto en media sentadilla en cajón bajo  |  <p data-bbox="667 949 1034 965">Cuarto de sentadilla   Media sentadilla   Sentadilla a la paralela   Sentadilla profunda</p> |
| 4  | Aterrizaje bilateral desde un escalón bajo al suelo o superficie inestable (bosu o material acolchonado)                               |    |
| 5  | Skater con control (salto lateral largo)   |   |
| 6  | Pogo jumps. Salto bajo en el mismo lugar sin sensatilla con enfoque en flexores plantares (puntas de los pies hacia adelante) 3x20 seg |   |
| 7  | Monster walks con bandas 3x20seg   |   |
| 8  | Elevación de talones explosiva en una grada baja (bajar lento, y subir lo más rápido el talón)   |   |


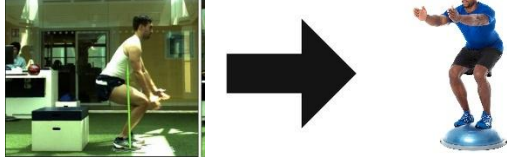





## 2. SEGUNDA SEMANA NIVEL BAJO

| Nº | EJERCICIO   | IMAGEN   |
|----|---|--|
| 1  | Step-up explosivo (subir alto y rápido con pausa arriba 2seg y bajar lento, manteniendo el equilibrio)                                  |    |
| 2  | Aterrizaje unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón bajo (que el pie suene lo menos posible en el suelo) |    |
| 3  | En cuarto de sentadilla con manos libres e impulso unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u   |    |
| 4  | Salto en media sentadilla bilateral hacia adelante y lateral  |   |
| 5  | Salto lateral en caída unilateral en caja baja adelante y lateral   |  |
| 6  | Estocada hacia atrás con peso bajo  |  |
| 7  | Puente de glúteos clásico sin apoyo en banco peso y empuje explosivo  |  |
| 8  | Skipping 3x20seg  |  |

## Viernes de la segunda semana Tabata

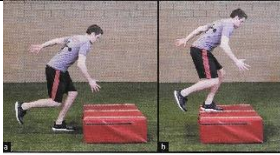

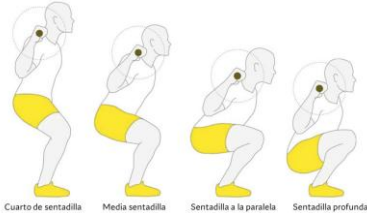






| Nº | EJERCICIO                       | IMAGEN  |
|----|---------------------------------|---|
| 1  | Burpees con impulso             |   |
| 2  | Sentadilla profunda con impulso |   |
| 3  | Estocada hacia atrás            |  <p data-bbox="975 797 1054 808">REVERSE LUNGE</p>  |
| 4  | Sentadilla lateral sin salto    |    |
| 5  | Rodillas al pecho sin salto     |   |
| 6  | Polichinelas                    |  <p data-bbox="778 1514 911 1525">www.obelleza.com</p>  |
| 7  | Climbers                        |   |
| 8  | skipping                        |  <p data-bbox="911 1783 1007 1805">Skipping</p> <p data-bbox="919 1939 999 1951">Paso 1, eleva pierna Derecha y cambia</p> <p data-bbox="1031 1939 1110 1951">Paso 2, eleva pierna Izquierda y cambia</p> |

### 3. TERCERA SEMANA NIVEL MEDIO



| Nº | EJERCICIO   | IMAGEN   |
|----|---|--|
| 1  | Sensatilla en paralela con impulso y salto en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos) |    |
| 2  | Aterrizaje bilateral desde un escalón medio al suelo  |    |
| 3  | Salto en media sentadilla en cajón medio  |    |
| 4  | Elevación de talones explosivo unilateral en una grada baja (bajar lento, y subir lo más rápido el talón)                         |   |
| 5  | Pogo jumps. Salto en el mismo lugar sin sensatilla con enfoque en flexores plantares (puntas de los pies hacia adelante) 3x30 seg |  |
| 6  | Salto en medio cajón alternado 3x20seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba)                                     |  |
| 7  | Monster walks con bandas en punta 3x20seg   |  |

### 4. CUARTA SEMANA NIVEL MEDIO

| Nº | EJERCICIO | IMAGEN |
|----|-----------|--------|
|----|-----------|--------|





|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | Salto unilateral en caja media 3x8 c/u   |   |
| 2 | Aterrizaje unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón medio (que el pie suene lo menos posible en el suelo) |   |
| 3 | Salto en cuarto de sentadilla (manos libres) unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u  |      |
| 4 | Salto lateral en caída unilateral en caja media 3x8 c/u  |   |
| 5 | Salto lateral largo con peso bajo  |    |
| 6 | Puente de glúteos clásico unilateral sin apoyo en banco peso y empuje explosivo  |   |
| 7 | Sprintsg 3x20seg   |   |




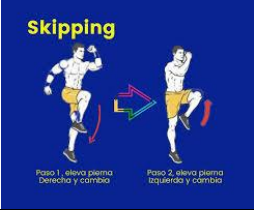
## 5. QUINTA SEMANA NIVEL MEDIO

| Nº | EJERCICIO   | IMAGEN  |
|----|---|---|
| 1  | Salto de cajón (aterrizaje) y rebote con sentadilla a la paralela con impulso sin salto (contrayendo glúteos, cuádriceps y gemelos) |  |
| 2  | Lunge con salto bajo 3x8 c/u  |   |




|   |  |   |
|---|--|---|
| 3 | Salto múltiple en media sentadilla con bajo peso hacia adelante, lateral, atrás y lateral (formando un cuadrado pueden ayudarse de obstáculos, ejem. vallas) |   |
| 4 | Impulso lateral rápido al cajón medio de forma unilateral 3x8 c/u  |   |
| 5 | Elevación de talones explosivo bilateral en una grada media (bajar lento, y subir lo más rápido el talón)  |   |
| 6 | Salto en medio cajón alternado 3x30seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba)  |   |
| 7 | Skipping 3x20seg   |  |

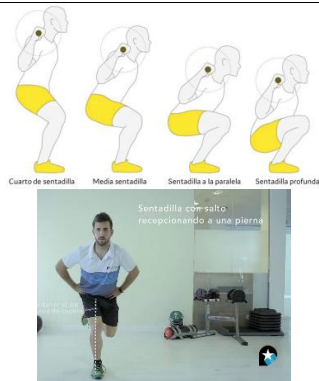


## Entrenamiento viernes por método Tabata

| Nº | EJERCICIO                     | IMAGEN   |
|----|-------------------------------|--|
| 1  | Burpees con salto             |  |
| 2  | Sentadilla profunda con salto |  |
| 3  | Isométricos de cuádriceps     |  |
| 4  | Sentadilla lateral con salto  |  |



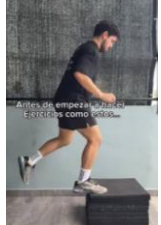

|   |                                      |   |
|---|--------------------------------------|---|
| 5 | Rodillas al pecho con salto          |                                     |
| 6 | Polichinelas                         | <br><small>www.obelleza.com</small> |
| 7 | Climbers                             |                                     |
| 8 | Skipping abriendo y cerrando piernas |                                    |

**6. SEXTA SEMANA NIVEL ALTO**

| Nº | EJERCICIO  | IMAGEN  |
|----|--|---|
| 1  | Estocada hacia atrás rápida, con impulso y peso bajo. Regresar lento | <br><small>REVERSE LUNGE</small> |
| 2  | Salto lateral unilateral 3x8   |                                  |
| 3  | Salto con caída lateral en cajón medio                               |                                  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | Salto en media sentadilla (manos libres) unilateral en el mismo lugar 3x8 c/u  |  |
| 5 | Sentadilla en paralela con salto con peso en el lugar con aterrizaje suave y estable en (contraer glúteos, cuádriceps y gemelos) |  |
| 6 | Sprints 3x20seg  |  |

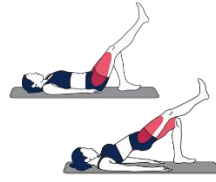
## 7. SÉPTIMA SEMANA NIVEL ALTO

| Nº | EJERCICIO  | IMAGEN   |
|----|--|--|
| 1  | Lunge con salto alternado 3x8 c/u  |  |
| 2  | Aterrizaje hacia adelante unilateral dominante y no dominante de forma alternada desde un escalón medio con peso medio (pueden incluir superficie inestable) |  |
| 3  | Salto en medio cajón alternado 3x20seg esforzando los flexores dorsales (puntas hacia arriba)  |  |
| 4  | Elevación de talones explosivo bilateral con peso bajo (bajar lento, y subir lo más rápido el talón)   |  |

---

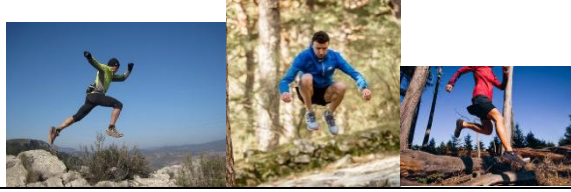
5

Puente de glúteos clásico unilateral sin apoyo en banco con peso y empuje explosivo









6



Salto adaptados en terreno de Trail (variantes de saltos en terreno irregular 3x8)



## 8. OCTAVA SEMANA NIVEL ALTO

| Nº | EJERCICIO   | IMAGEN   |
|----|---|--|
| 1  | Salto contra movimiento en cajón y rebote inmediato                                 |    |
| 2  | Corriendo, impulso y aterrizaje unilateral  |    |
| 3  | Sentadilla búlgara con salto  |    |
| 4  | Salto con caída lateral en cajón alto y peso bajo                                   |   |
| 5  | Skipping 3x20seg  |  |
| 6  | Saltos adaptados en terreno de Trail (variantes de saltos en terreno irregular 3x8) |  |

### Entrenamiento del viernes con el método Tabata:

| Nº | EJERCICIO                            | IMAGEN   |
|----|--------------------------------------|--|
| 1  | Burpees con salto largo              |  |
| 2  | Sentadilla profunda con salto y giro |  |

3 Isométricos de cuádriceps



4 Sentadilla lateral con salto



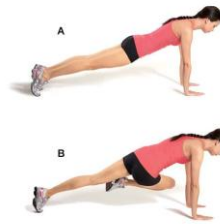
5 Estocada hacia atrás con salto



6 Polichinelas



7 Climbers con giro de tronco



8 Skipping y pique



## Resultados obtenidos de los pretest y postest.

| N° | NOMBRES              | FCR p/min PRE |     | FCR p/min Post |      | VERT NO DOMINANTE PRE |      | VERT NO DOMINANTE POST |      | VERT DOMINANTE (cm) PRE |      | VERT DOMINANTE (cm) POST |      |
|----|----------------------|---------------|-----|----------------|------|-----------------------|------|------------------------|------|-------------------------|------|--------------------------|------|
|    |                      | MED           | MAX | MED            | MAX  | MED                   | MAX  | MED                    | MAX  | MED                     | MAX  | MED                      | MAX  |
| 1  | CARLA BEDON          | 66            | 65  | 16,4           | 18,8 | 18,4                  | 20,8 | 18,9                   | 19,2 | 19,2                    | 20,9 | 21,2                     | 21,2 |
| 2  | DIEGO VILLOTA        | 78            | 75  | 20             | 21,8 | 22                    | 23,8 | 22,2                   | 27,4 | 24,2                    | 24,2 | 29,4                     | 29,4 |
| 3  | PAULINA FLORES       | 60            | 58  | 22,3           | 25,1 | 24,4                  | 27,2 | 28,2                   | 29,1 | 30,3                    | 30,3 | 32                       | 32   |
| 4  | JAVIER MORAN         | 66            | 62  | 23,3           | 25,4 | 25,7                  | 26,4 | 25,1                   | 25,7 | 26,9                    | 26,9 | 26                       | 26   |
| 5  | JEFFERSON LOOR       | 84            | 78  | 19             | 21,7 | 21                    | 22   | 21,2                   | 26,4 | 22                      | 22   | 28                       | 28   |
| 6  | JIMMY LOPEZ          | 72            | 65  | 27,2           | 28,1 | 29                    | 30,2 | 28,5                   | 36,6 | 30                      | 30   | 37,4                     | 37,4 |
| 7  | ADONIS LUCERO        | 60            | 56  | 29,3           | 30,4 | 31                    | 31,2 | 29,9                   | 31,7 | 30,1                    | 30,1 | 34,2                     | 34,2 |
| 8  | MATIAS MORAN         | 72            | 64  | 25,6           | 28,5 | 28,2                  | 30,5 | 29,8                   | 31,8 | 30,8                    | 30,8 | 32,8                     | 32,8 |
| 9  | CRISTIAN VEGA        | 73            | 65  | 12,9           | 13,4 | 11                    | 11,8 | 13,1                   | 13,5 | 11,6                    | 11,6 | 14,2                     | 14,2 |
| 10 | DAVID ARELLANO       | 72            | 60  | 22,3           | 26,4 | 23,2                  | 27,8 | 26,1                   | 26,7 | 28                      | 28   | 29                       | 29   |
| 11 | PABLO GUANOLUISA     | 84            | 75  | 19,2           | 21,9 | 21                    | 23   | 21,4                   | 26,7 | 23,4                    | 23,4 | 28,5                     | 28,5 |
| 12 | ANDRES PORTILLA      | 65            | 60  | 22,5           | 22,5 | 26,8                  | 28,7 | 23,3                   | 26,1 | 24,5                    | 24,5 | 30                       | 30   |
| 13 | ALEX MENESES         | 72            | 66  | 23,3           | 27,4 | 25                    | 29,3 | 27,1                   | 28   | 29                      | 29   | 30,2                     | 30,2 |
| 14 | RAUL MORALES         | 72            | 65  | 27,2           | 30,2 | 30,1                  | 34,3 | 29,4                   | 33,6 | 35,2                    | 35,2 | 38,8                     | 38,8 |
| 15 | JADE FRANCO          | 60            | 59  | 23,8           | 26,1 | 24,5                  | 27,8 | 30,2                   | 31,1 | 31,5                    | 31,5 | 32,2                     | 32,2 |
| 16 | MISHHELL MEJIA       | 66            | 60  | 20,5           | 23,5 | 20,6                  | 23,7 | 24,6                   | 25,9 | 24,8                    | 24,8 | 28,2                     | 28,2 |
| 17 | CRISITNA MONTESDEOCA | 78            | 70  | 19,7           | 20,2 | 24,3                  | 25,3 | 26,1                   | 26,7 | 29,2                    | 29,2 | 30,9                     | 30,9 |
| 18 | ANDRES MONTENEGRO    | 60            | 60  | 22,3           | 26,3 | 26,4                  | 29   | 24,2                   | 24,7 | 27                      | 27   | 27,3                     | 27,3 |
| 19 | WILSON AMAYA         | 78            | 65  | 21,2           | 22   | 25,4                  | 25,6 | 23,2                   | 25,1 | 25,3                    | 25,3 | 29                       | 29   |
| 20 | ANDRES ORQUERA       | 72            | 66  | 22,8           | 26,8 | 25                    | 27,5 | 26,8                   | 26,7 | 29                      | 29   | 29,6                     | 29,6 |
| 21 | ERICK VASCONEZ       | 78            | 70  | 22             | 22,8 | 26                    | 26,4 | 24                     | 25,9 | 26,9                    | 26,9 | 30                       | 30   |
| 22 | KEVIN FUENTES        | 78            | 70  | 24,3           | 26   | 28,2                  | 30,2 | 27,3                   | 27,4 | 30,1                    | 30,1 | 31,2                     | 31,2 |
| 23 | MARTIN CRUZ          | 60            | 60  | 29,2           | 30,2 | 32                    | 32,6 | 29,8                   | 31,8 | 32                      | 32   | 33                       | 33   |
| 24 | JAVIER JARRIN        | 78            | 77  | 21             | 21,8 | 22,7                  | 26,5 | 23                     | 24,9 | 26,9                    | 26,9 | 26,3                     | 26,3 |

| N° | NOMBRES              | VERT BILATERAL PRE |      | VERT BILATERAL POST |      | HORT NO DOMINANTE PRE |      | HORT NO DOMINANTE POST |      | HORT DOMINANTE (cm) PRE |      |
|----|----------------------|--------------------|------|---------------------|------|-----------------------|------|------------------------|------|-------------------------|------|
|    |                      | MED                | MAX  | MED                 | MAX  | MED                   | MAX  | MED                    | MAX  | MED                     | MAX  |
| 1  | CARLA BEDON          | 25,7               | 26,5 | 27,7                | 28,5 | 1,12                  | 1,22 | 1,15                   | 1,15 | 1,15                    | 1,15 |
| 2  | DIEGO VILLOTA        | 30,5               | 31   | 31,5                | 33   | 1,32                  | 1,4  | 1,4                    | 1,4  | 1,4                     | 1,4  |
| 3  | PAULINA FLORES       | 35,9               | 38,7 | 38                  | 40   | 1,2                   | 1,45 | 1,34                   | 1,34 | 1,34                    | 1,34 |
| 4  | JAVIER MORAN         | 46,1               | 48   | 49,9                | 54,1 | 1,52                  | 1,57 | 1,52                   | 1,52 | 1,52                    | 1,52 |
| 5  | JEFFERSON LOOR       | 27,5               | 27,8 | 28,5                | 29   | 1,05                  | 1,15 | 1,14                   | 1,14 | 1,14                    | 1,14 |
| 6  | JIMMY LOPEZ          | 38                 | 39,4 | 40,4                | 42,5 | 1,45                  | 1,58 | 1,52                   | 1,52 | 1,52                    | 1,52 |
| 7  | ADONIS LUCERO        | 49,9               | 51,5 | 51,4                | 55,1 | 1,62                  | 1,7  | 1,64                   | 1,64 | 1,64                    | 1,64 |
| 8  | MATIAS MORAN         | 42,4               | 44,3 | 43,3                | 45,6 | 1,4                   | 1,45 | 1,55                   | 1,55 | 1,55                    | 1,55 |
| 9  | CRISTIAN VEGA        | 21                 | 23,3 | 16,5                | 16,8 | 1,59                  | 1,61 | 1,67                   | 1,67 | 1,67                    | 1,67 |
| 10 | DAVID ARELLANO       | 47,1               | 48   | 49                  | 50   | 1,62                  | 1,75 | 1,73                   | 1,73 | 1,73                    | 1,73 |
| 11 | PABLO GUANOLUISA     | 27,8               | 28   | 30,3                | 30,1 | 1,1                   | 1,21 | 1,2                    | 1,2  | 1,2                     | 1,2  |
| 12 | ANDRES PORTILLA      | 36,4               | 38,7 | 39                  | 39,6 | 1,2                   | 1,33 | 1,28                   | 1,28 | 1,28                    | 1,28 |
| 13 | ALEX MENESES         | 49,1               | 51,1 | 52                  | 53,4 | 1,48                  | 1,55 | 1,6                    | 1,6  | 1,6                     | 1,6  |
| 14 | RAUL MORALES         | 40,2               | 42,7 | 44,9                | 48   | 1,48                  | 1,5  | 1,55                   | 1,55 | 1,55                    | 1,55 |
| 15 | JADE FRANCO          | 36,9               | 39,7 | 38                  | 40,8 | 1,21                  | 1,33 | 1,35                   | 1,35 | 1,35                    | 1,35 |
| 16 | MISHHELL MEJIA       | 42                 | 43,4 | 42,2                | 43,6 | 1,29                  | 1,31 | 1,35                   | 1,35 | 1,35                    | 1,35 |
| 17 | CRISITNA MONTESDEOCA | 34,1               | 37,3 | 37                  | 40   | 1,05                  | 1,1  | 1,12                   | 1,12 | 1,12                    | 1,12 |
| 18 | ANDRES MONTENEGRO    | 42,3               | 43,8 | 45                  | 46,3 | 1,43                  | 1,57 | 1,52                   | 1,52 | 1,52                    | 1,52 |
| 19 | WILSON AMAYA         | 39,5               | 40,9 | 42                  | 43   | 1,2                   | 1,34 | 1,28                   | 1,28 | 1,28                    | 1,28 |
| 20 | ANDRES ORQUERA       | 47,2               | 48,1 | 49                  | 50,2 | 1,63                  | 1,77 | 1,74                   | 1,74 | 1,74                    | 1,74 |
| 21 | ERICK VASCONEZ       | 40,1               | 41,9 | 43                  | 44   | 1,32                  | 1,44 | 1,44                   | 1,44 | 1,44                    | 1,44 |
| 22 | KEVIN FUENTES        | 38,8               | 42   | 40,4                | 45,1 | 1,66                  | 1,73 | 1,68                   | 1,68 | 1,68                    | 1,68 |
| 23 | MARTIN CRUZ          | 48,8               | 51,4 | 50,2                | 53   | 1,63                  | 1,79 | 1,72                   | 1,72 | 1,72                    | 1,72 |
| 24 | JAVIER JARRIN        | 39,1               | 40,9 | 47,7                | 51,5 | 1,17                  | 1,36 | 1,22                   | 1,22 | 1,22                    | 1,22 |

| N° | NOMBRES              | HORT DOMINANTE (cm) POST |             | HORT BILATERAL (cm) PRE |       | HORT BILATERAL (cm) POST |      | 30METR (seg) PRE |      | 30METR (seg) POST |     |
|----|----------------------|--------------------------|-------------|-------------------------|-------|--------------------------|------|------------------|------|-------------------|-----|
|    |                      | 1                        | CARLA BEDON | 1,25                    | 138,5 | 1,48                     | 7,4  | 6,9              | 6,9  | 6,9               | 6,9 |
| 2  | DIEGO VILLOTA        | 1,49                     | 1,61        | 1,7                     | 5,1   | 5                        | 5    | 5                | 5    | 5                 |     |
| 3  | PAULINA FLORES       | 1,42                     | 1,42        | 1,64                    | 5,4   | 5,2                      | 5,2  | 5,2              | 5,2  | 5,2               |     |
| 4  | JAVIER MORAN         | 1,56                     | 2,24        | 2,28                    | 4,81  | 5,46                     | 5,46 | 5,46             | 5,46 | 5,46              |     |
| 5  | JEFFERSON LOOR       | 1,22                     | 1,27        | 1,39                    | 6,09  | 6                        | 6    | 6                | 6    | 6                 |     |
| 6  | JIMMY LOPEZ          | 1,64                     | 1,88        | 1,97                    | 5,3   | 5,2                      | 5,2  | 5,2              | 5,2  | 5,2               |     |
| 7  | ADONIS LUCERO        | 1,7                      | 1,95        | 2,1                     | 5,5   | 5,4                      | 5,4  | 5,4              | 5,4  | 5,4               |     |
| 8  | MATIAS MORAN         | 1,6                      | 1,99        | 2,1                     | 5,16  | 5,83                     | 5,83 | 5,83             | 5,83 | 5,83              |     |
| 9  | CRISTIAN VEGA        | 1,69                     | 1,98        | 2,03                    | 4,12  | 4                        | 4    | 4                | 4    | 4                 |     |
| 10 | DAVID ARELLANO       | 1,84                     | 1,89        | 2                       | 4,92  | 4,6                      | 4,6  | 4,6              | 4,6  | 4,6               |     |
| 11 | PABLO GUANOLUISA     | 1,24                     | 1,35        | 1,48                    | 5,89  | 5,5                      | 5,5  | 5,5              | 5,5  | 5,5               |     |
| 12 | ANDRES PORTILLA      | 1,29                     | 1,67        | 1,67                    | 5,25  | 6,13                     | 6,13 | 6,13             | 6,13 | 6,13              |     |
| 13 | ALEX MENESES         | 1,71                     | 1,95        | 2,04                    | 5,1   | 4,8                      | 4,8  | 4,8              | 4,8  | 4,8               |     |
| 14 | RAUL MORALES         | 1,66                     | 1,51        | 1,83                    | 4,93  | 5,8                      | 5,8  | 5,8              | 5,8  | 5,8               |     |
| 15 | JADE FRANCO          | 1,46                     | 1,49        | 1,6                     | 5,1   | 5                        | 5    | 5                | 5    | 5                 |     |
| 16 | MISHHELL MEJIA       | 1,36                     | 1,67        | 1,77                    | 6,7   | 5,9                      | 5,9  | 5,9              | 5,9  | 5,9               |     |
| 17 | CRISITNA MONTESDEOCA | 1,21                     | 1,26        | 1,31                    | 6,9   | 6,6                      | 6,6  | 6,6              | 6,6  | 6,6               |     |
| 18 | ANDRES MONTENEGRO    | 1,64                     | 1,95        | 2,17                    | 5,4   | 5,2                      | 5,2  | 5,2              | 5,2  | 5,2               |     |
| 19 | WILSON AMAYA         | 1,31                     | 1,7         | 1,89                    | 5,51  | 5,4                      | 5,4  | 5,4              | 5,4  | 5,4               |     |
| 20 | ANDRES ORQUERA       | 1,86                     | 1,93        | 2,1                     | 4,89  | 4,8                      | 4,8  | 4,8              | 4,8  | 4,8               |     |
| 21 | ERICK VASCONEZ       | 1,58                     | 1,83        | 1,98                    | 5,41  | 4,3                      | 4,3  | 4,3              | 4,3  | 4,3               |     |
| 22 | KEVIN FUENTES        | 1,77                     | 2,28        | 2,29                    | 4,75  | 4,42                     | 4,42 | 4,42             | 4,42 | 4,42              |     |
| 23 | MARTIN CRUZ          | 1,9                      | 1,95        | 2,13                    | 4,8   | 4,6                      | 4,6  | 4,6              | 4,6  | 4,6               |     |
| 24 | JAVIER JARRIN        | 1,44                     | 1,67        | 1,87                    | 5,68  | 5,8                      | 5,8  | 5,8              | 5,8  | 5,8               |     |

| Nº | NOMBRES              | ANTROPOMETRIA (cm) NO DOMINANTE |               |             |              |              |               |                 |
|----|----------------------|---------------------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|
|    |                      | MUS PROX PRE                    | MUS PROX POST | MUS MED PRE | MUS MED POST | MUS DIST PRE | MUS DIST POST | PANTORRILLA PRE |
| 1  | CARLA BEDON          | 59,5                            | 57            | 55          | 53           | 44           | 42            | 40              |
| 2  | DIEGO VILLOTA        | 53                              | 53            | 47,8        | 46           | 37,5         | 36            | 33,8            |
| 3  | PAULINA FLORES       | 55,5                            | 54            | 50,3        | 49           | 40           | 38            | 35,5            |
| 4  | JAVIER MORAN         | 58                              | 57            | 54,5        | 53           | 42,5         | 44            | 36,5            |
| 5  | JEFFERSON LOOR       | 52                              | 51            | 46,5        | 46           | 36,5         | 36            | 32,8            |
| 6  | JIMMY LOPEZ          | 56                              | 55            | 48          | 47           | 37,5         | 36,8          | 33,5            |
| 7  | ADONIS LUCERO        | 57                              | 60            | 54,5        | 53           | 43           | 39            | 35              |
| 8  | MATIAS MORAN         | 51,5                            | 52            | 46,5        | 47,5         | 38           | 38,5          | 31              |
| 9  | CRISTIAN VEGA        | 58                              | 50,5          | 54,1        | 44,5         | 42,5         | 36            | 38              |
| 10 | DAVID ARELLANO       | 59                              | 58            | 55,5        | 56,8         | 43,5         | 42,7          | 37,5            |
| 11 | PABLO GUANOLUISA     | 52,2                            | 51            | 46,7        | 45,6         | 36,6         | 35,8          | 33              |
| 12 | ANDRES PORTILLA      | 61,5                            | 55            | 54          | 49           | 42           | 43,5          | 34,5            |
| 13 | ALEX MENESES         | 58,2                            | 57,3          | 54,3        | 53,7         | 42,5         | 41,8          | 36,6            |
| 14 | RAUL MORALES         | 58                              | 52,5          | 51,5        | 46           | 43           | 37            | 35,5            |
| 15 | JADE FRANCO          | 56,5                            | 55,8          | 51,3        | 50           | 41           | 40,3          | 36,5            |
| 16 | MISHELL MEJIA        | 52,5                            | 50,5          | 45          | 44,5         | 38           | 36            | 31,5            |
| 17 | CRISITNA MONTESDEOCA | 64,5                            | 62            | 54,5        | 54           | 43,5         | 42            | 35              |
| 18 | ANDRES MONTENEGRO    | 57,5                            | 56,6          | 50,5        | 49,7         | 42,5         | 41,8          | 35              |
| 19 | WILSON AMAYA         | 60,8                            | 58            | 54,5        | 53           | 42           | 42,3          | 37              |
| 20 | ANDRES ORQUERA       | 59,1                            | 58            | 55,7        | 54           | 43,5         | 42            | 38,8            |
| 21 | ERICK VASCONEZ       | 64,1                            | 63            | 55,5        | 54           | 43           | 42            | 38,9            |
| 22 | KEVIN FUENTES        | 55,5                            | 52,5          | 51          | 49           | 40           | 37,5          | 34              |
| 23 | MARTIN CRUZ          | 57,1                            | 56            | 54,8        | 53           | 43,4         | 42,2          | 35,2            |
| 24 | JAVIER JARRIN        | 63                              | 61            | 54,5        | 53,5         | 42           | 39            | 37              |

| Nº | NOMBRES              | ANTROPOMETRIA (cm) NO DOMINANTE |                 | ANTROPOMETRIA (cm) DOMINANTE |               |             |              |              |               |                 |
|----|----------------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|
|    |                      | PANTORRILLA POST                | PANTORRILLA PRE | MUS PROX PRE                 | MUS PROX POST | MUS MED PRE | MUS MED POST | MUS DIST PRE | MUS DIST POST | PANTORRILLA PRE |
| 1  | CARLA BEDON          | 38                              | 61,5            | 59                           | 53            | 52          | 45,5         | 43           | 38            | 36              |
| 2  | DIEGO VILLOTA        | 32                              | 51,8            | 50                           | 47,1          | 46          | 36,5         | 35           | 32,8          | 31              |
| 3  | PAULINA FLORES       | 34                              | 56,8            | 55                           | 51,2          | 50          | 41,7         | 40           | 37            | 36              |
| 4  | JAVIER MORAN         | 36                              | 59,2            | 55,5                         | 55,3          | 52,5        | 43,4         | 41           | 37,3          | 36,5            |
| 5  | JEFFERSON LOOR       | 32                              | 53              | 52                           | 47,2          | 46          | 37,1         | 36           | 33,8          | 33              |
| 6  | JIMMY LOPEZ          | 33                              | 57,1            | 56                           | 49,2          | 48,4        | 38,4         | 37,8         | 34,5          | 34              |
| 7  | ADONIS LUCERO        | 36                              | 59              | 55                           | 57,5          | 49,5        | 47           | 51           | 32,5          | 36              |
| 8  | MATIAS MORAN         | 30,5                            | 52,5            | 53,5                         | 47,7          | 48          | 38,9         | 41           | 32,3          | 31,5            |
| 9  | CRISTIAN VEGA        | 30                              | 60,5            | 50                           | 54            | 39          | 43,5         | 33,5         | 38,5          | 30,5            |
| 10 | DAVID ARELLANO       | 36,7                            | 60,2            | 59,5                         | 56,3          | 55,7        | 44,4         | 43,8         | 40            | 39              |
| 11 | PABLO GUANOLUISA     | 32                              | 53,2            | 52                           | 47,5          | 46,8        | 37,3         | 36,8         | 35            | 34,4            |
| 12 | ANDRES PORTILLA      | 34,5                            | 62,5            | 52                           | 55,2          | 46,5        | 43           | 38,5         | 35,7          | 32,5            |
| 13 | ALEX MENESES         | 35,8                            | 59,2            | 58,1                         | 55,4          | 54,8        | 43,6         | 42,8         | 39            | 38,2            |
| 14 | RAUL MORALES         | 32                              | 59,2            | 52                           | 52,3          | 46,5        | 44,1         | 38,5         | 36,8          | 32,5            |
| 15 | JADE FRANCO          | 35,8                            | 57,8            | 56,8                         | 52,2          | 51,6        | 42,7         | 41,6         | 39            | 38              |
| 16 | MISHELL MEJIA        | 30                              | 53,4            | 50                           | 46,2          | 39          | 39,1         | 33,5         | 33            | 30,5            |
| 17 | CRISITNA MONTESDEOCA | 36                              | 65,5            | 62                           | 55,7          | 55          | 44,4         | 42           | 36,9          | 36,5            |
| 18 | ANDRES MONTENEGRO    | 34,8                            | 58,5            | 57,8                         | 51,6          | 50,8        | 43,7         | 42,4         | 37            | 36              |
| 19 | WILSON AMAYA         | 36                              | 61,8            | 55,5                         | 55,5          | 43          | 44,6         | 42           | 39,6          | 37              |
| 20 | ANDRES ORQUERA       | 37                              | 60,5            | 59                           | 56,3          | 55          | 44,6         | 42           | 40            | 39              |
| 21 | ERICK VASCONEZ       | 37,4                            | 65,2            | 64,4                         | 56,5          | 54          | 44           | 42           | 40            | 38              |
| 22 | KEVIN FUENTES        | 33,5                            | 56,5            | 55                           | 52            | 50,5        | 41           | 40           | 35,2          | 33              |
| 23 | MARTIN CRUZ          | 34                              | 59,2            | 57                           | 57,8          | 56          | 47,8         | 46           | 32,8          | 31              |
| 24 | JAVIER JARRIN        | 36,5                            | 64              | 62                           | 55,5          | 55,5        | 43           | 42           | 39            | 37              |

## Certificado del uso de las instalaciones de Fisioalmed



Ibarra, 1 de diciembre de 2025

A quien corresponda,

Por medio de la presente se hace constar que la estudiante del programa de Maestría de Entrenamiento Deportivo de la Universidad Técnica del Norte **SINDY LORENA MONTESDEOCA SANCHEZ**, con cédula de identidad **1004588578**, ha utilizado las instalaciones del centro de rehabilitación FÍSIOALMED, ubicado en la Av. Los Sauces 1-108 y José Miguel Leoro, para el desarrollo del proyecto de investigación titulado **"ENTRENAMIENTO DE FUERZA EXPLOSIVA DEL TREN INFERIOR PARA LA REINSECCIÓN DEPORTIVA EN LA FASE FINAL DE REHABILITACIÓN EN DEPORTISTAS AMATEUR DE TRAIL RUNNING DE FÍSIOALMED, 2025"**. El uso de las instalaciones se llevó a cabo entre el 29 de septiembre del 2025 hasta el 21 de noviembre del 2025. Periodo durante el cual se le brindó acceso a los espacios y recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos del mencionado proyecto. Durante su estancia, la investigadora mantuvo una conducta profesional y respetó las normas y protocolos internos del centro.

Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada, para los fines que estime conveniente.

Lcdo. Andrés Almeida  
*[Firma manuscrita]*

Lcdo. Andrés Almeida  
Gerente/Propietario de FÍSIOALMED  
099 853 3604



099 113 4610

Av. los sauces 1-108  
y José miguel Leoro

fisioalmed05@gmail.com

Figura 8. Certificado de uso de instalaciones en el centro de rehabilitación FÍSIOALMED.

## Evidencia fotográfica de la aplicación y guía de los ejercicios de fuerza explosiva



**Figura 9.** Ejemplo de los ejercicios aplicados en la semana 1 y 2 de entrenamiento en FISIOALMED (sentadilla media en superficie inestable, elevación pélvica para glúteos y búlgaras para cuádriceps)



**Figura 10.** Ejemplo de los ejercicios aplicados en la semana 3, 4 y 5 de entrenamiento en FISIOALMED (sentadilla media unilateral, sentadilla profunda con peso, salto con dorsiflexión de tobillo)



**Figura 11.** Ejemplo de los ejercicios aplicados en la semana 6, 7 y 8 de entrenamiento en FISIOALMED (Step up unilateral lateral, salto en tijeras y explosividad en pantorrillas).



**Figura 12. Entrenamiento de gesto deportivo en el área de campo**

## Consentimiento informado

Tema de investigación:

ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN EL TREN INFERIOR PARA LA REINSERCIÓN DEPORTIVA EN LA FASE FINAL DE REHABILITACIÓN EN DEPORTISTAS AMATEUR DE TRAIL RUNNING EN FISIOALMED, 2025

Objetivos específicos:

1. Evaluar la capacidad de fuerza del tren inferior pre y post protocolo de entrenamiento a deportistas Amateur de Trail Running.
2. Aplicar un protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior con criterios fisioterapéuticos de progresión y seguridad.
3. Determinar la eficacia del entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior en deportistas Amateur de Trail Running.

La fuerza explosiva es un tipo de fuerza máxima en el menor tiempo posible, combinando fuerza y velocidad. En fisioterapia se aplica en la última fase de recuperación, con la finalidad de optimizar la capacidad neuromuscular afectada tras una lesión, con imitación de gestos deportivos y la corrección de factores de riesgo para prevenir futuras lesiones.

Declaración del Participante:

Yo \_\_\_\_\_ con C.I. \_\_\_\_\_ he sido informado/a acerca de qué consiste el estudio, sus objetivos y la forma en que se llevará a cabo por la profesional, Lcda. Lorena Montesdeoca; y estoy dispuesto a participar de manera libre y voluntaria en todas las actividades que el mismo implique. Además, se me ha informado sobre los beneficios que puede aportar y los posibles riesgos que incluyen, pero no se limitan. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas oportunas por mi seguridad e integridad; y se me ha garantizado que la información personal, el material audiovisual y los resultados serán tratados con estricta confidencialidad. Por lo cual, en prueba de conformidad firmo este documento:

Firma \_\_\_\_\_, el día \_\_\_\_ mes \_\_\_\_\_ año \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
FACULTAD DE POSGRADO  
MAESTRÍA ENTRENAMIENTO DEPORTIVO



Tema de investigación:

ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN EL TREN INFERIOR PARA LA  
REINSECCIÓN DEPORTIVA EN LA FASE FINAL DE REHABILITACIÓN EN  
DEPORTISTAS AMATEUR DE TRAIL RUNNING EN FISOALMED, 2025

Objetivos específicos:


1. Evaluar la capacidad de fuerza del tren inferior pre y post protocolo de entrenamiento a deportistas Amateur de Trail running.
2. Aplicar un protocolo de entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior con criterios fisioterapéuticos de progresión y seguridad.
3. Determinar la eficacia del entrenamiento de fuerza explosiva del tren inferior en deportistas Amateur de Trail running.

La fuerza explosiva es un tipo de fuerza máxima en el menor tiempo posible, combinando fuerza y velocidad. En fisioterapia se aplica en la última fase de recuperación, con la finalidad de optimizar la capacidad neuromuscular afectada tras una lesión, con imitación de gestos deportivos y la corrección de factores de riesgo para prevenir futuras lesiones.

Declaración del Participante:

Yo Mishel Mejía con C.I. 100 336 234 -8 he sido

informado/a acerca de qué consiste el estudio, sus objetivos y la forma en que se llevará a cabo por la profesional, Lcda. Lorena Montesdeoca; y estoy dispuesto a participar de manera libre y voluntaria en todas las actividades que el mismo implique. Además, se me ha informado sobre los beneficios que puede aportar y los posibles riesgos que incluyen, pero no se limitan. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas oportunas por mi seguridad e integridad; y se me ha garantizado que la información personal, el material audiovisual y los resultados serán tratados con estricta confidencialidad. Por lo cual, en prueba de conformidad firmo este documento:

Firma , el día 21 mes septiembre año 2025

# REPORTE DE PLAGIO



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

## TRABAJO DE TITULACION PLAGIO

**9%**  
Textos  
sospechosos



**5% Similitudes**  
0 % similitudes entre comillas  
< 1 % entre las fuentes mencionadas

**4% Idiomas no reconocidos (ignorado)**

**4% Textos potencialmente generados por la IA**

**Nombre del documento:** TRABAJO DE TITULACION PLAGIO.docx  
**ID del documento:** 75419fa99bdc00dd0bdaf8c4d1946b57f6e74ed1  
**Tamaño del documento original:** 16,12 MB


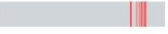

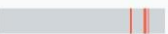





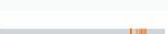
**Depositante:** Ronnie Andrés Paredes Gómez  
**Fecha de depósito:** 20/2/2026  
**Tipo de carga:** interface  
**fecha de fin de análisis:** 20/2/2026

**Número de palabras:** 27.445  
**Número de caracteres:** 186.136

Ubicación de las similitudes en el documento:



### Fuentes principales detectadas

| N° | Descripciones  | Similitudes | Ubicaciones  | Datos adicionales                     |
|----|--|-------------|--|---------------------------------------|
| 1  |  <b>Documento de otro usuario</b> #fca390e<br>Viene de de otro grupo<br>19 fuentes similares  | 2%          |    | Palabras idénticas: 2% (634 palabras) |
| 2  |  <b>Documento de otro usuario</b> #08e39e<br>Viene de de otro grupo<br>26 fuentes similares   | 2%          |    | Palabras idénticas: 2% (624 palabras) |
| 3  |  <b>Documento de otro usuario</b> #d8c7cf<br>Viene de de otro grupo<br>14 fuentes similares   | 2%          |    | Palabras idénticas: 2% (580 palabras) |
| 4  |  <b>Documento de otro usuario</b> #7177e5<br>Viene de de otro grupo<br>11 fuentes similares  | 2%          |   | Palabras idénticas: 2% (568 palabras) |
| 5  |  <b>Documento de otro usuario</b> #470fca<br>Viene de de otro grupo<br>10 fuentes similares | 2%          |  | Palabras idénticas: 2% (458 palabras) |

### Fuentes con similitudes fortuitas

| N° | Descripciones  | Similitudes | Ubicaciones  | Datos adicionales                      |
|----|--|-------------|--|--|
| 1  |  <b>www.frontiersin.org</b>   Frontiers   The relationship between agility, linear sprintin...<br><a href="https://www.frontiersin.org/journals/sports-and-active-living/articles/10.3389/fspor.2024.138...">https://www.frontiersin.org/journals/sports-and-active-living/articles/10.3389/fspor.2024.138...</a> | < 1%        |  | Palabras idénticas: < 1% (36 palabras) |
| 2  |  <b>repositorio.ual.es</b><br><a href="https://repositorio.ual.es/bitstream/10835/10169/1/MARTINEZ_LOPEZ,_JOSE_ANTONIO.pdf">https://repositorio.ual.es/bitstream/10835/10169/1/MARTINEZ_LOPEZ,_JOSE_ANTONIO.pdf</a>   | < 1%        |  | Palabras idénticas: < 1% (39 palabras) |
| 3  |  <b>Documento de otro usuario</b> #d68cb6<br>Viene de de otro grupo   | < 1%        |  | Palabras idénticas: < 1% (39 palabras) |
| 4  |  <b>health.oregonstate.edu</b>   Publications   Sports Injury Prevention Research Grou...<br><a href="https://health.oregonstate.edu/research/sports-injury/publications">https://health.oregonstate.edu/research/sports-injury/publications</a>  | < 1%        |  | Palabras idénticas: < 1% (31 palabras) |
| 5  |  <b>Documento de otro usuario</b> #dd723e<br>Viene de de otro grupo   | < 1%        |  | Palabras idénticas: < 1% (33 palabras) |

### Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

|   |   |
|---|---|
| 1 |  <a href="https://doi.org/10.1038/S41598-023-36461-1">https://doi.org/10.1038/S41598-023-36461-1</a>       |
| 2 |  <a href="https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2016-096278">https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2016-096278</a>   |
| 3 |  <a href="https://doi.org/10.5114/BIOLOSPORT.2017.66000">https://doi.org/10.5114/BIOLOSPORT.2017.66000</a> |
| 4 |  <a href="https://doi.org/10.11138/MLTJ/2017.7.3.435">https://doi.org/10.11138/MLTJ/2017.7.3.435</a>       |
| 5 |  <a href="http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7282">http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7282</a>   |



Este informe de análisis fue generado por:  
**RONNIE ANDRÉS  
PAREDES GÓMEZ**  
Instituto Magister con FAMEC

## REFERENCIAS

- Ahmadabadi, S., Rjabi, H., Gharakhanlou, R., Talebian, S., & Basereh, A. (2023). Effects of a 4-week plyometric training on activity patterns during different phases of one-leg drop jump with focus on jump height. *Scientific Reports*, *13*(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-023-36461-1>
- Alexandra, S., Carrión, A., Robayo, C. V., Del Pilar, S., Chinche, V., Carolina, E., Alvarez, Z., Natividad, C., & Capito, G. (2021). Efectos de la Pliometría para el Tratamiento Fisioterapéutico de Lesiones Deportivas de Rodilla. *Mediciencias UTA*, *5*(4.1), 134–138. <https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v5i4.1.1154.2021>
- Ardern, C. L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., Gojanovic, B., Griffin, S., Khan, K. M., Moksnes, H., Mutch, S. A., Phillips, N., Reurink, G., Sadler, R., Silbernagel, K. G., Thorborg, K., Wangensteen, A., Wilk, K. E., & Bizzini, M. (2016). 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British Journal of Sports Medicine*, *50*(14), 853–864. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2016-096278>
- Borges, T. O., Moreira, A., Bacchi, R., Finotti, R. L., Ramos, M., Lopes, C. R., & Aoki, M. S. (2017). Validation of the VERT wearable jump monitor device in elite youth volleyball players. *Biology of Sport*, *34*(3), 239. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2017.66000>
- Buckthorpe, M., & della Villa, F. (2021). Recommendations for Plyometric Training after ACL Reconstruction – A Clinical Commentary. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *16*(3), 879. <https://doi.org/10.26603/001C.23549>
- Carrión, S. A. Á., Robayo, C. V., Chinche, S. del P. V., Alvarez, E. C. Z., & Capito, C. N. G. (2021). Efectos de la Pliometría para el Tratamiento Fisioterapéutico de Lesiones Deportivas de Rodilla. *Mediciencias UTA*, *5*(4.1), 134–138. <https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v5i4.1.1154.2021>
- Cristina Estefanía, C. G. (2021). *Pliometría en el tratamiento fisioterapéutico post distensión grado II, ligamento colateral medial de la rodilla*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7282>

- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Recuperada el 31 de enero del 2026 de* <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republica-ecuador>
- Damji, F., MacDonald, K., Hunt, M. A., Taunton, J., & Scott, A. (2021). Using the VERT wearable device to monitor jumping loads in elite volleyball athletes. *PLoS ONE*, *16*(1), e0245299. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0245299>
- Drum, S. N., Rappelt, L., Held, S., & Donath, L. (2023). Effects of Trail Running versus Road Running—Effects on Neuromuscular and Endurance Performance—A Two Arm Randomized Controlled Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(5), 4501. <https://doi.org/10.3390/IJERPH20054501>
- ¿Eres un adulto mayor o un anciano? Esta es la clasificación de la OMS para las personas desde los 60 hasta los 90 años - Infobae. (n.d.). Retrieved January 28, 2025, from <https://www.infobae.com/peru/2024/10/25/eres-un-adulto-mayor-o-un-anciano-esta-es-la-clasificacion-de-la-oms-para-las-personas-desde-los-60-hasta-los-90-anos/>
- Erickson, L. N., & Sherry, M. A. (2017). Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *Journal of Sport and Health Science*, *6*(3), 262. <https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2017.04.001>
- Fernández Galván, L. M., Casado Alda, A., & Domínguez Herrera, R. (2024a). Evaluación y prescripción del salto vertical y horizontal en futbolistas: Revisión narrativa. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, *ISSN-e 1988-2041, ISSN 1579-1726, No. 52, 2024, Págs. 410-420, 52*(52), 410–420. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9247527&info=resumen&idioma=ENG>
- Ferri Alcaraz, A. (2022). *Eficacia del entrenamiento con ejercicios pliométricos para la prevención de lesiones en deportistas con inestabilidad funcional de tobillo. Revisión bibliográfica.* <http://dspace.umh.es/handle/11000/28315>
- Fisioterapia en prevención de lesiones deportivas: evidencia y práctica - Google Libros.* (n.d.). Retrieved March 29, 2025, from <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BJrbEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA25&dq=lesiones+deportivas+AND+fisioterapia&ots=nBjFD-C->

ZI&sig=dhevc4\_HtIyhUwETjr6QQRo2MuI#v=onepage&q=lesiones%20deportiva s%20AND%20fisioterapia&f=false

- Fu, M. C., Ellenbecker, T. S., Renstrom, P. A., Windler, G. S., & Dines, D. M. (2018). Epidemiology of injuries in tennis players. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 11(1). <https://doi.org/10.1007/S12178-018-9452-9>
- Gajardo-Burgos, R., Monrroy-Uarac, M., Barría-Pailaquilén, R. M., Norambuena-Noches, Y., van Rensburg, D. C. J., Bascour-Sandoval, C., & Besomi, M. (2021). Frequency of Injury and Illness in the Final 4 Weeks before a Trail Running Competition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5431. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18105431>
- Geraci, A., Mahon, D., Hu, E., Cervantes, J. E., & Nho, S. J. (2024). Prevention and Rehabilitation of the Athletic Hamstring Injury. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 7(2), 101021. <https://doi.org/10.1016/J.ASMR.2024.101021>
- Gisladdottir, T., Petrović, M., Sinković, F., & Novak, D. (2024a). The relationship between agility, linear sprinting, and vertical jumping performance in U-14 and professional senior team sports players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1385721. <https://doi.org/10.3389/FSPOR.2024.1385721>
- Hartmann, H., Wirth, K., Keiner, M., Mickel, C., Sander, A., & Szilvas, E. (2015). Short-term Periodization Models: Effects on Strength and Speed-strength Performance. *Sports Medicine*, 45(10), 1373–1386. <https://doi.org/10.1007/S40279-015-0355-2/METRICS>
- Hernández Merino, Á. (2024). Helsinki declaration: ethical principles of medical research with human beings. 2024 review. *Pediatrics de Atencion Primaria*, 26(104), 439–443. <https://doi.org/10.60147/FAB6CDEC>
- Hickey, J. T., Opar, D. A., Weiss, L. J., & Heiderscheit, B. C. (2021). Hamstring Strain Injury Rehabilitation. *Journal of Athletic Training*, 57(2), 125. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0707.20>
- Huang, Y. L., Chang, E., Johnson, S. T., Pollard, C. D., Hoffman, M. A., & Norcross, M. F. (2020). Explosive Quadriceps Strength and Landing Mechanics in Females with and without Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *International Journal of*

*Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7431.  
<https://doi.org/10.3390/IJERPH17207431>

Huang, Y. L., Mulligan, C. M. S., Johnson, S. T., Pollard, C., Hannigan, K., Stutzenberger, L., & Norcross, M. F. (2021). Explosive Quadriceps Strength Symmetry and Landing Mechanics Limb Symmetry After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Females. *Journal of Athletic Training*, 56(8), 912.  
<https://doi.org/10.4085/351-20>

Isaac Domínguez-Gavia, N., Candia-Luján, R., Fernando Candia-Sosa, K., Acosta-Carreño, R. E., & Herrera-Covarrubias, C. I. (n.d.). 2025 (febrero), *Retos*. 63, 144–155. <https://doi.org/10.47197/retos.v63.109>

Kasmi, S., Zouhal, H., Hammami, R., Clark, C. C. T., Hackney, A. C., Hammami, A., Chtara, M., Chortane, S. G., Salah, F. Z. Ben, Granacher, U., & Ounis, O. Ben. (2021a). The Effects of Eccentric and Plyometric Training Programs and Their Combination on Stability and the Functional Performance in the Post-ACL-Surgical Rehabilitation Period of Elite Female Athletes. *Frontiers in Physiology*, 12, 688385.  
<https://doi.org/10.3389/FPHYS.2021.688385/BIBTEX>

Kisner, C., & Colby, L. A. (2005). Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas. *EJERCICIO TERAPÉUTICO. Fundamentos y Técnicas*, 159–198.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=387084>

Kotsifaki, A., Korakakis, V., Graham-Smith, P., Sideris, V., & Whiteley, R. (2021). Vertical and Horizontal Hop Performance: Contributions of the Hip, Knee, and Ankle. *Sports Health*, 13(2), 128. <https://doi.org/10.1177/1941738120976363>

Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2021). Effects of plyometric training on muscle–tendon mechanical properties and behavior of fascicles during jumping. *Physiological Reports*, 9(21), e15073. <https://doi.org/10.14814/PHY2.15073>

Lin, J., Shen, J., Zhang, J., Zhou, A., & Guo, W. (2023). Correlations between horizontal jump and sprint acceleration and maximal speed performance: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 11, e14650. [https://doi.org/10.7717/PEERJ.14650/SUPP-](https://doi.org/10.7717/PEERJ.14650/SUPP-4)

- López Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2022). Fisiología del ejercicio. In *Fisiología del Ejercicio*. Editorial Médica Panamericana. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=1005472>
- Manoharan, A., Fithian, A., Xie, V., Hartman, K., Schairer, W., & Khan, N. (2024). Return to Sports After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The Permanente Journal*, 28(2), 102. <https://doi.org/10.7812/TPP/23.132>
- Martins, F., França, C., Sarmiento, H., Henriques, R., Przednowek, K., Nascimento, M. de M., Marques, A., Ihle, A., & Gouveia, É. R. (2024). Lower limbs strength variations between injured and non-injured professional soccer players. *Science Progress*, 107(1), 00368504231216312. <https://doi.org/10.1177/00368504231216312>
- McHugh, M. P., Alexander Cohen, J., Orishimo, K. F., & Kremenec, I. J. (2024). Effect of Countermovement Depth on the Neuromechanics of a Vertical Jump. *Translational Sports Medicine*, 2024(1), 7113900. <https://doi.org/10.1155/2024/7113900>
- Melgar, S., & Fernando, D. (2023). *Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura del ligamento cruzado anterior de rodilla postoperatorios en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años*. <https://biblioteca.galileo.edu/xmlui/handle/123456789/1466>
- Memain, G., Carling, C., Bouvet, J., Maille, P., Tamalet, B., Fourcade, P., & Yiou, E. (2024a). Evaluation of the impact of a 3-week specific-sport rehabilitation program on neuromotor control during single-leg countermovement-jump tests in professional soccer players with lower-limb injuries. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1448401. <https://doi.org/10.3389/FSPOR.2024.1448401/BIBTEX>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2012). *Base legal*. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Recuperado el 31 de enero del 2026 de: [https://www.salud.gob.ec/base-legal/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.salud.gob.ec/base-legal/?utm_source=chatgpt.com)
- Palermi, S., Massa, B., Vecchiato, M., Mazza, F., De Blasiis, P., Romano, A. M., Di Salvatore, M. G., Della Valle, E., Tarantino, D., Ruosi, C., & Sirico, F. (2021). Indirect Structural Muscle Injuries of Lower Limb: Rehabilitation and Therapeutic

Exercise. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* 2021, Vol. 6, Page 75, 6(3), 75. <https://doi.org/10.3390/JFMK6030075>

Pardos-Mainer, E., Lozano, D., Torrontegui-Duarte, M., Cartón-Llorente, A., & Roso-Moliner, A. (2021). Effects of Strength vs. Plyometric Training Programs on Vertical Jumping, Linear Sprint and Change of Direction Speed Performance in Female Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 401. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18020401>

Peng, Y., Sun, S., Wang, Y., Qin, Y. X., & Qin, D. (2024). Reliability and validity of “My Jump 2” application for countermovement jump free arm and interlimb jump symmetry in different sports of professional athletes. *PeerJ*, 12(7), e17658. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.17658/SUPP-2>

Potosí-Moya, V., Paredes-Gómez, R., Calero-Morales, S., Potosí-Moya, V., Paredes-Gómez, R., & Calero-Morales, S. (2025). Effects of Nordic Exercises on Hamstring Strength and Vertical Jump Performance in Lower Limbs Across Different Sports. *Applied Sciences* 2025, Vol. 15, 15(10). <https://doi.org/10.3390/APP15105651>

Przybylak, K., Sibiński, M., Domzalski, M., Kwapisz, A., Momaya, A. M., & Zielińska, M. (2019). Supervised physiotherapy leads to a better return to physical activity after anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(9), 1551–1557. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08692-9>

Puigarnau Coma, S., Roselló Grau, L., Camerino Foguet, O., & Castañer Balcells, M. (2021). Creación y Validación del Instrumento «AECM» Análisis de la Estrategia en Carreras por Montaña. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, ISSN-e 1988-2041, ISSN 1579-1726, No. 39, 2021, Págs. 177-181, 39(39), 177–181. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7588206&info=resumen&idioma=ENG>

Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/CA.V10I1.356>

- Reyes Oyola, F. A., Gil Sánchez, S., Palomino Devia, C., Otero-Saborido, F. M., & González-Jurado, J. A. (2024). Lesiones en Trail Running, Cross-Country y Orientación: Una revisión sistemática. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, ISSN-e 1988-2041, ISSN 1579-1726, No. 52, 2024, Págs. 600-609, 52, 600–609. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9270727&info=resumen&idioma=ENG>
- Rodríguez, S., Suarez-Cuervo, A. N., & León-Prieto, C. (2024a). Exercise progressions and regressions in sports training and rehabilitation. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 40, 1879–1889. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.10.026>
- Salom Moreno, Jaime. (2020). *Readaptación tras las lesiones deportivas : un tratamiento multidisciplinar basado en la evidencia*. Editorial Médica Panamericana.
- Shedge, S. S., & Ramteke, S. U. (2024). Enhancing Recovery and Performance Through Plyometric Training for a Badminton Athlete After Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction: A Case Report. *Cureus*, 16(8), e67636. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.67636>
- Skazalski, C., Whiteley, R., Hansen, C., & Bahr, R. (2018). A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(5), 1578–1585. <https://doi.org/10.1111/SMS.13052>
- Smiley, T., Dallman, J., Long, R., Kapple, M., Aldag, L., Mok, A., Bernard, C., Martin, K., Vopat, L., & Vopat, B. (2024). Lower extremity return to sport testing: A systematic review. *The Knee*, 50, 115–146. <https://doi.org/10.1016/J.KNEE.2024.07.021>
- Soler-López, A., García-de-Alcaraz, A., Moreno-Villanueva, A., & Pino-Ortega, J. (2022). Concurrent Validity and Reliability of Devices to Measure Jump Height in Men's Handball Players. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(23), 9070. <https://doi.org/10.3390/S22239070>
- Thotawaththa, P., Gamlath, G. R. A. C., & Ekanayake, L. (2023). Effects of an 8-Week Plyometric Program on Acceleration, Power, and Change of Direction Speed (Using

- COD Deficit) on Elite Squash Players in Sri Lanka. *Journal of Sports and Physical Education Studies*, 3(3), 24–31. <https://doi.org/10.32996/JSPES.2023.3.3.3>
- Vernillo, G., Giandolini, M., Edwards, W. B., Morin, J. B., Samozino, P., Horvais, N., & Millet, G. Y. (2017). Biomechanics and Physiology of Uphill and Downhill Running. *Sports Medicine*, 47(4), 615–629. <https://doi.org/10.1007/S40279-016-0605-Y/METRICS>
- Viljoen, C., Janse van Rensburg, D. C., van Mechelen, W., Verhagen, E., Silva, B., Scheer, V., Besomi, M., Gajardo-Burgos, R., Matos, S., Schoeman, M., van Rensburg, A. J., van Dyk, N., Scheepers, S., & Botha, T. (2022). Trail Running injury risk factors: a living systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 56(10), 577–587. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2021-104858>
- Viljoen, C. T., Janse van Rensburg, D. C., Verhagen, E., van Mechelen, W., Tomás, R., Schoeman, M., Scheepers, S., & Korkie, E. (2021a). Epidemiology of Injury and Illness Among Trail Runners: A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 51(5), 917–943. <https://doi.org/10.1007/S40279-020-01418-1>
- Vincent, H. K., Brownstein, M., & Vincent, K. R. (2022a). Injury Prevention, Safe Training Techniques, Rehabilitation, and Return to Sport in Trail Runners. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), e151. <https://doi.org/10.1016/J.ASMR.2021.09.032>
- Wang, Z. (2022). Long Jump Action Recognition Based on Deep Convolutional Neural Network. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, 3832118. <https://doi.org/10.1155/2022/3832118>
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2002.002071>
- Yingling, V. R., Castro, D. A., Duong, J. T., Malpartida, F. J., Usher, J. R., & Jenny, O. (2018). The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump phone application. *PeerJ*, 2018(4), e4669. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.4669/SUPP-1>