

**EFFECTOS DE UN PROTOCOLO DE FUERZA BASADO EN LA VELOCIDAD DE EJECUCIÓN SOBRE LA CAPACIDAD FÍSICA, LA CALIDAD DE VIDA Y LA NEUROTOXICIDAD DURANTE EL TRATAMIENTO ADYUVANTE DE QUIMIOTERAPIA EN PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA TRIPLE NEGATIVO**

**CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE Y FISIOTERAPIA**

FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE



Realizado por: Guillermo García De La Calle y Juan Felipe Pulgarín Rodríguez

Año Académico: 2024-2025

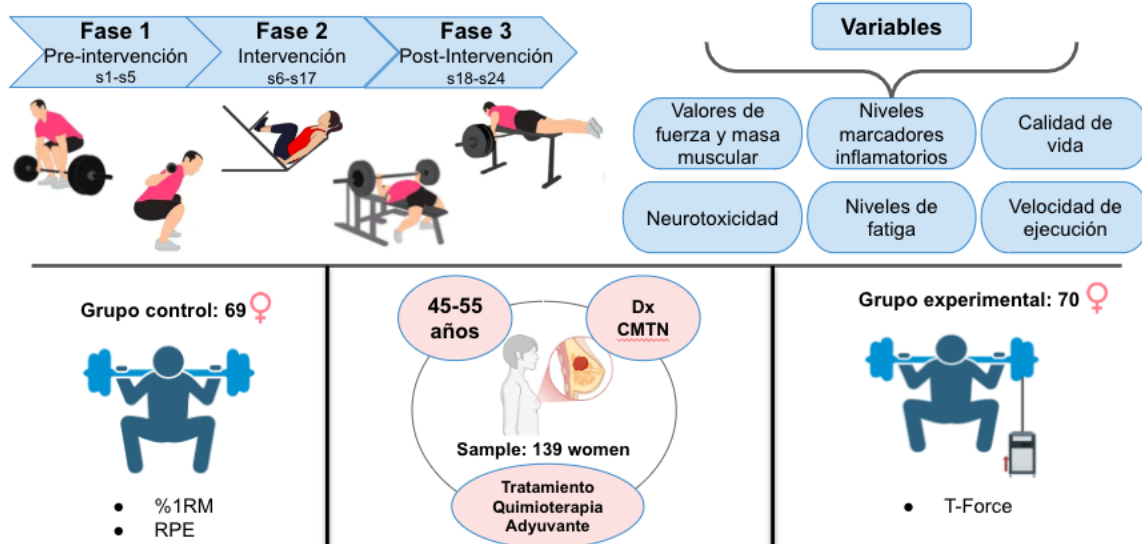
Tutor/a: Laura Mercedes De La Calle Perez

Área: Diseño de un estudio experimental

## Resumen grafico en castellano

### Objetivo

Evaluar la efectividad de un protocolo de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en pacientes con cáncer de mama triple negativo durante el tratamiento de quimioterapia adyuvante.



## Resumen

El cáncer de mama triple negativo (CMTN) es un subtipo altamente agresivo que representa entre el 10 % y el 20 % de los diagnósticos de cáncer de mama en todo el mundo (Heredia-Martínez & González-Fernández, 2020), caracterizándose por la ausencia de receptores de estrógeno, progesterona y HER2, lo que limita las opciones terapéuticas a la quimioterapia. (Heredia-Martínez & González-Fernández, 2020) Este tratamiento conlleva efectos adversos como neurotoxicidad, inflamación sistémica, fatiga y pérdida de masa muscular, que reducen la capacidad funcional y la calidad de vida de los pacientes. (Schmidt et al., 2014; Vollmers, 2018)

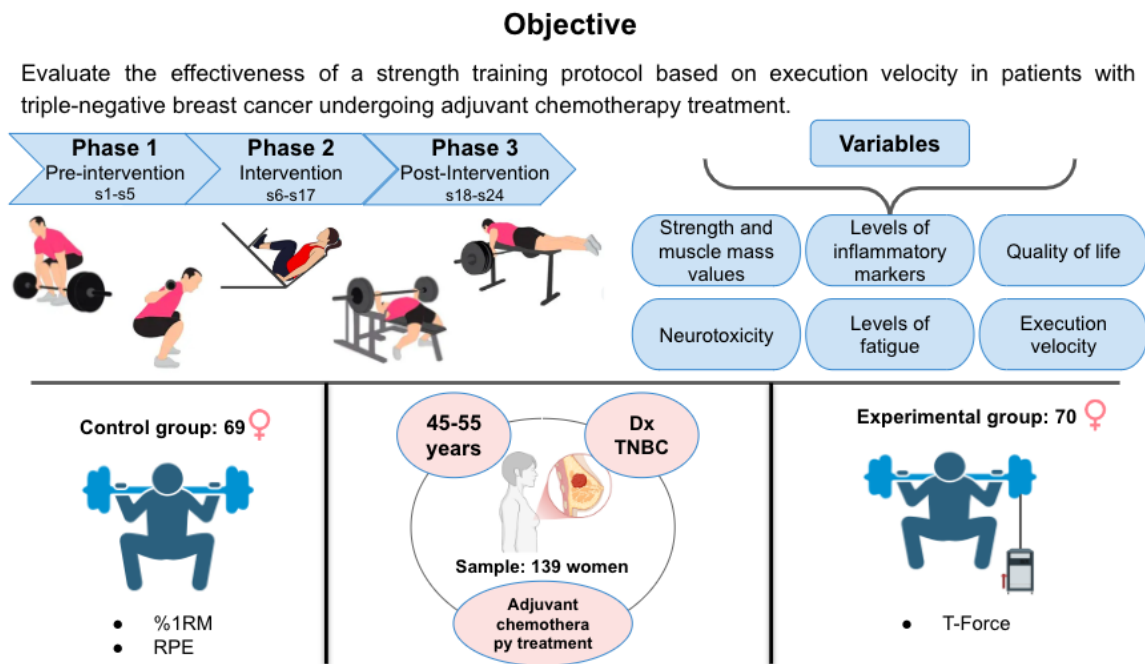
En este contexto, el ejercicio físico, y particularmente el entrenamiento de fuerza, ha demostrado ser una estrategia complementaria efectiva para mitigar estos efectos adversos (Derakhshan & Reis-Filho, 2022). Sin embargo, los métodos tradicionales de prescripción de ejercicio presentan limitaciones, especialmente en poblaciones oncológicas vulnerables. (Montano-Rojas et al., 2020)- Este estudio propone la implementación de un protocolo de fuerza basado en la velocidad de

ejecución, utilizando la velocidad del movimiento como indicador objetivo de la intensidad relativa y la fatiga neuromuscular.

Se diseñó un ensayo clínico aleatorio para evaluar la efectividad de este protocolo en pacientes con CMTN durante la quimioterapia adyuvante. Los objetivos incluyen analizar los cambios en la capacidad física, la calidad de vida, los niveles de inflamación y la neurotoxicidad, comparando los resultados con métodos tradicionales de prescripción de ejercicio. Se espera que este enfoque permita una dosificación más precisa y personalizada, maximizando los beneficios del entrenamiento y minimizando los riesgos.

**Palabras clave:** Cáncer de mama triple negativo, entrenamiento de fuerza, quimioterapia adyuvante, velocidad de ejecución, capacidad funcional, calidad de vida.

### Graphic abstract



## Abstract

Triple-negative breast cancer (TNBC) is a highly aggressive subtype that accounts for 10% to 20% of breast cancer diagnoses worldwide (Heredia-Martínez & González-Fernández, 2020). It is characterized by the absence of estrogen, progesterone, and HER2 receptors, which limits therapeutic options to chemotherapy (Heredia-Martínez & González-Fernández, 2020). This treatment entails adverse effects such as neurotoxicity, systemic inflammation, fatigue, and loss of muscle mass, which reduce patients' functional capacity and quality of life (Schmidt et al., 2014; Vollmers, 2018).

In this context, physical exercise, particularly strength training, has proven to be an effective complementary strategy to mitigate these adverse effects (Derakhshan & Reis-Filho, 2022). However, traditional methods of exercise prescription have limitations, especially in vulnerable oncological populations (Montano-Rojas et al., 2020). This study proposes the implementation of a strength protocol based on execution velocity, using movement speed as an objective indicator of relative intensity and neuromuscular fatigue.

A randomized clinical trial was designed to evaluate the effectiveness of this protocol in TNBC patients undergoing adjuvant chemotherapy. The objectives include analyzing changes in physical capacity, quality of life, levels of inflammation, and neurotoxicity, comparing the results with traditional exercise prescription methods. This approach is expected to enable more precise and personalized dosing, maximizing the benefits of training while minimizing risks.

**Keywords:** Triple-negative breast cancer, speed-based training, resistance training, adjuvant chemotherapy, physical capacity, quality of life.

## Índice

1. Introducción.....	7
2. Justificación.....	9
3. Objetivos e hipótesis .....	11
3.1 Objetivo general.....	11
3.2 Objetivos específicos.....	11
3.3 Hipótesis principal.....	12
3.4 Hipótesis secundaria .....	12
4. Metodología .....	13
4.1 Diseño .....	13
4.2 Muestra y formación de grupos .....	13
El programa de ejercicio se llevará a cabo durante 12 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones por semana, siguiendo las pautas de protocolos establecidos para pacientes oncológicos.....	14
4.2.1 Criterios de inclusión .....	14
4.2.2 Criterios de exclusión .....	14
4.3 Variables y material de medida .....	15
4.3.1 Valores de fuerza y masa muscular .....	15
4.3.2 Niveles de fatiga.....	16
4.3.3 Niveles marcadores inflamatorios.....	16
4.3.4 Neurotoxicidad.....	16
4.3.5 Calidad de vida.....	16
4.3.6 Velocidad de ejecución.....	17
4.4 Procedimiento.....	17
4.4.1 Captación y Consentimiento Informado.....	19
4.4.2 Evaluación Inicial de Variables .....	19
4.4.3 Evaluación final .....	20
4.5 Análisis de datos.....	24
5. Equipo Investigador .....	25
6. Viabilidad del estudio .....	26
7. Contribución a los objetivos de desarrollo sostenible.....	27
8. Referencias bibliográficas. ....	28

9. Anexos .....	34
9.1 Anexo I: <i>Tamaño muestral</i> .....	34
9.2 Anexo II: <i>Consentimiento informado</i> .....	34
9.3 Anexo III: <i>Cuestionario PERFORM</i> .....	37
9.4 Anexo IV: <i>FACT/GOG-NTX</i> .....	38
9.5 Anexo V: <i>EORT QLQ-C30 versión en español</i> .....	41
9.6 Anexo VI: <i>Sesión tipo para cálculo del 1RM traducida al castellano.</i> .....	43
9.7 Anexo VII: <i>Tabla de perfil fuerza velocidad:</i> .....	44
9.8 Anexo VIII: <i>Velocidades asociadas al 1RM traducida al castellano</i> .....	45
9.9 Anexo IX: <i>Tabla de velocidad de ejecución en Sentadilla Trasera traducida al castellano.</i> .....	46
9.10 Anexo X: <i>Tabla predicción 1RM</i> .....	46
9.11 Anexo XI: <i>Presupuesto de gastos</i> .....	47

## Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Relación de variables con Test/Método/Instrumento</i> .....	17
Tabla 2. <i>Cronograma del protocolo de estudio</i> .....	18

## Índice de Figuras

Figura 1. Gráfico de una prescripción de ejercicio aeróbico periodizado durante la quimioterapia.....	10
Figura 2. Grafica de sesión propuesta por Badillo.....	22

## 1. Introducción

El cáncer de mama triple negativo (CMTN) tiene una prevalencia de entre el 10 % y el 20 % de los casos de cáncer de mama diagnosticados a nivel mundial, afectando predominantemente a mujeres de 60 años o más (Heredia-Martínez & González-Fernández, 2020). El CMTN se caracteriza por la ausencia de receptores de estrógeno, progesterona y HER2, lo que limita drásticamente las opciones terapéuticas. La falta de receptores hormonales repercute en que tratamientos como el tamoxifeno o los inhibidores de aromatasa bloqueen el crecimiento tumoral estimulado por estas hormonas. La ausencia de HER2 por otra parte, anula la efectividad de terapias dirigidas como el trastuzumab, actuando específicamente sobre su proteína. Es por ello que, la quimioterapia sigue siendo el tratamiento Gold standard para el CMTN (Heredia-Martínez & González-Fernández, 2020). El CMTN ocupa de 170.000 casos al año del estimado millón perteneciente al cáncer de mama diagnosticados a nivel mundial. (Heredia-Martínez & González-Fernández, 2020) El CMTN es altamente agresivo y tiene altas tasas de recurrencia y metástasis tempranas, en especial en órganos como el hígado, los pulmones y el sistema nervioso central (Dent et al., 2007). El CMTN en España representa el 12 % de los diagnósticos anuales, es decir, unos 4.200 casos (Observatorio del Cáncer de la AECC, 2023).

El tratamiento estándar para el CMTN es la quimioterapia adyuvante, compuesta por agentes como los taxanos y las antraciclinas los cuales son compuestos quimioterapéuticos encargados de combatir la enfermedad, pero con efectos secundarios perjudiciales. (Schmidt et al., 2014; Vollmers, 2018). Dichos compuestos, provocan neurotoxicidad periférica, inflamación sistémica, fatiga severa y pérdida de masa muscular, factores que afectan de manera profunda a la calidad de vida y funcionalidad de las pacientes (Schmidt et al., 2014; Vollmers, 2018). La neurotoxicidad, que a menudo se manifiesta como neuropatía periférica, habitualmente limita las actividades cotidianas y, en algunos casos, puede llegar a obligar a reducir o suspender las dosis del tratamiento (Castillo & González-Badillo, 2012). Dichos efectos adversos aumentan el riesgo de sarcopenia, exacerbando la

fatiga relacionada con el cáncer y reduciendo la capacidad física de las pacientes, lo que genera un impacto negativo global en su calidad de vida (Juvet et al., 2017).

En los últimos años, el ejercicio ha demostrado ser una intervención complementaria clave en el manejo oncológico, trayendo beneficios significativos en la reducción de la fatiga asociada al cáncer, la mejora de la calidad de vida de los pacientes físicos y preservación de la capacidad funcional. (Derakhshan & Reis-Filho, 2022). Dentro de las modalidades de ejercicio físico cobra especial importancia el entrenamiento de fuerza en cuanto a la eficacia para mitigar la pérdida de masa muscular y mejorar la funcionalidad física, incluso en pacientes durante la quimioterapia. (Schmitz et al., 2010; Cormie et al., 2013). Derakhshan y Reis-Filho en 2022, explican que el CMTN se caracteriza por su agresividad y la falta de dianas terapéuticas. Además, el ejercicio contribuye a mejorar el bienestar psicológico, reduciendo los niveles de ansiedad y depresión, aspectos esenciales en poblaciones vulnerables como los pacientes con CMTN. Estos efectos destacan la importancia del ejercicio como una herramienta no solo física, sino también psicológica, en el contexto del tratamiento del CMTN (Anishchenko-Halkina et al., 2024).

Los modelos tradicionales de prescripción de ejercicio usan escalas subjetivas como la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE, por sus siglas en inglés) la cual ha sido una herramienta común para estimar la intensidad del entrenamiento. (Montano-Rojas et al., 2020). Pese a que esta metodología es simple y accesible, su precisión no es absoluta por factores subjetivos como la experiencia previa del paciente con la escala RPE o su nivel de fatiga acumulada, lo que dificulta su capacidad para ajustar las cargas de entrenamiento en tiempo real (Montano-Rojas et al., 2020; Zhang et al., 2024). Por el contrario, los protocolos de ejercicio físico basados en la velocidad de ejecución aparecen aportando más objetividad y eficacia. Este enfoque utiliza la velocidad del movimiento como indicador directo de la intensidad relativa y la fatiga neuromuscular, permitiendo ajustes instantáneos y precisos durante cada sesión de entrenamiento. (Pareja-Blanco et al., 2020). González-Badillo y Sánchez-Medina (2010), al igual que Pareja-Blanco et al. (2020), afirmaron que este enfoque mejora la adherencia al ejercicio, optimiza las



adaptaciones musculares y minimiza el riesgo de sobreentrenamiento. Además, la correlación entre la velocidad de ejecución y el %1RM permite individualizar de manera efectiva de las cargas sin necesidad de pruebas máximas, verdaderamente útil en poblaciones vulnerables como las pacientes con CMTN (Pareja-Blanco et al., 2020; Weakley et al., 2018).

Debido al impacto físico y psicológico del tratamiento con quimioterapia, además de la propia enfermedad en CMTN y las limitaciones de los métodos tradicionales con la prescripción de ejercicio en relación con estimula-fatiga, este estudio propone evaluar la efectividad de un protocolo de fuerza basado en la velocidad de ejecución en pacientes con CMTN durante la quimioterapia adyuvante. Se espera que esta metodología permita maximizar los beneficios del ejercicio, preservando la capacidad funcional, mejorando la calidad de vida y reduciendo los efectos secundarios asociados al tratamiento.

## **2. Justificación**

El cáncer de mama triple negativo (CMTN) plantea un desafío complicado en el ámbito clínico debido a la falta de opciones terapéuticas dirigidas y los efectos secundarios asociados a la quimioterapia, como la neurotoxicidad periférica, la inflamación sistémica y la sarcopenia, que impactan de manera severa en la calidad de vida de las pacientes (Schmidt et al., 2014; Vollmers, 2018). Estos efectos adversos no solo comprometen la funcionalidad física, sino que también aumentan el riesgo de fatiga relacionada con el cáncer y reducen la adherencia al tratamiento (Castillo & González-Badillo, 2012; Juvet et al., 2017).

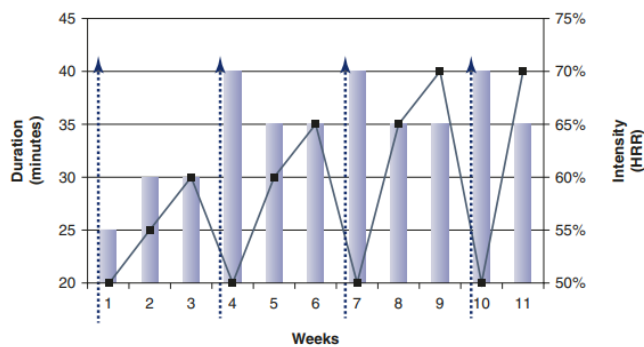
El ejercicio físico ha emergido como una estrategia no farmacológica prometedora. Diversos estudios, como los de Cormie et al. (2013) y Schmitz et al. (2010) han demostrado que la actividad física regular, en especial el entrenamiento de fuerza podría reducir los efectos adversos del tratamiento oncológico gracias a conservar la masa muscular, mejorar la capacidad funcional y reducir la fatiga. No obstante, la prescripción y monitorización de ejercicio con los métodos tradicionales, como el cálculo del porcentaje de una repetición máxima (%1RM) o el uso de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE), tienen limitaciones, especialmente en poblaciones

vulnerables como las pacientes con CMTN, ya que no permiten ajustarse en tiempo real (Montano-Rojas et al., 2020; Zhang et al., 2024).

Los protocolos basados en la velocidad de ejecución tienen enormes ventajas frente a las limitaciones de los métodos tradicionales como la periodización lineal o no lineal al adaptarse a las oscilaciones en la tolerancia al ejercicio derivadas de los "días malos" y "días buenos" durante los ciclos de quimioterapia, como sugiere Campbell y Kirkham (2020) en la Figura 1. Este enfoque permite ajustar las cargas de trabajo de manera instantánea y precisa mediante el monitoreo de la velocidad del movimiento, lo que facilita la personalización del entrenamiento incluso en condiciones variables y el control de la fatiga neuromuscular (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010; Weakley et al., 2018) Incluso adaptándose. Además, la retroalimentación inmediata proporcionada por este método mejora la adherencia de los pacientes al ejercicio y reduce el riesgo de sobreentrenamiento (Pareja-Blanco et al., 2020).

**Figura 1.**

*Gráfico de una prescripción de ejercicio aeróbico periodizado durante la quimioterapia.*



*Nota:* Momentos de las dosis de quimioterapia representadas con líneas punteadas; intensidad representada con líneas negras; duración representada con barras grises. Campbell, K. L., & Kirkham, A. A. (2020). *Exercise Oncology: Prescribing Physical Activity Before and After a Cancer Diagnosis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-42011-6>

Pese a las ventajas reportadas, la efectividad de protocolos en pacientes con CMTN durante el periodo de quimioterapia adyuvante ha sido poco estudiada, lo que justifica la necesidad de investigaciones específicas en este campo. Este estudio propone evaluar el impacto de un protocolo de fuerza basado en la velocidad de ejecución (como elemento diferenciador) en pacientes con CMTN sometidas a quimioterapia adyuvante. Se espera poder mejorar la dosis de entrenamiento en las intervenciones realizadas a los pacientes durante los ciclos de quimioterapia y adaptarse a las condiciones físicas diarias de cada una, contribuyendo a optimizar la capacidad funcional y mejorar la calidad de vida de esta población (Schmidt et al., 2014).

### **3. Objetivos e hipótesis**

#### **3.1 Objetivo general**

Evaluar la efectividad de un protocolo de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en pacientes con cáncer de mama triple negativo durante el tratamiento de quimioterapia adyuvante.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Comparar los valores de fuerza y masa muscular en los pacientes antes y después del tratamiento de quimioterapia adyuvante, evaluando la efectividad del protocolo de velocidad de ejecución en la preservación de la capacidad física.
- Evaluar los niveles de fatiga y marcadores inflamatorios pre y postratamiento para determinar la influencia del protocolo de entrenamiento en la reducción de la inflamación inducida por la quimioterapia.
- Analizar la neurotoxicidad periférica en los pacientes antes y después del tratamiento para identificar posibles efectos protectores del protocolo de fuerza basado en la velocidad de ejecución sobre los efectos neurotóxicos de los agentes quimioterápicos.

- Medir los cambios en la percepción de calidad de vida y bienestar general de los pacientes tras el tratamiento, evaluando el impacto del protocolo de fuerza en aspectos físicos y psicológicos.
- Comparar las mejoras obtenidas con el protocolo de velocidad de ejecución con las esperadas mediante métodos tradicionales de entrenamiento en pacientes oncológicos.

### **3.3 Hipótesis principal**

La implementación de un protocolo de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en pacientes con cáncer de mama triple negativo sometidos a quimioterapia adyuvante mejora los valores post-tratamiento en capacidad física y calidad de vida, al tiempo que disminuye la neurotoxicidad y los niveles de inflamación en comparación con los valores iniciales.

### **3.4 Hipótesis secundaria**

- Las pacientes que sigan el protocolo basado en la velocidad de ejecución mantendrán o mejorarán sus valores de fuerza y masa muscular tras el tratamiento, aumentando así su capacidad física.
- Los niveles de neurotoxicidad periférica serán menores en las pacientes sometidas al protocolo en comparación con los valores iniciales.
- Los marcadores inflamatorios se reducirán significativamente tras la intervención con el protocolo, mejorando el estado general de salud.
- Las pacientes sometidas al protocolo percibirán mejoras significativas en su calidad de vida y bienestar psicológico respecto a métodos tradicionales.
- El protocolo basado en la velocidad de ejecución mostrará mayores beneficios en términos de preservación de la capacidad física y reducción de efectos secundarios, en comparación con enfoques tradicionales.

## 4. Metodología

### 4.1 Diseño

Este estudio se basa en un diseño experimental aleatorizado simple (ECA). Se implementará un protocolo de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución, comparándolo con un grupo control. Los participantes serán asignados de manera aleatoria a dos grupos.

### 4.2 Muestra y formación de grupos

La muestra se seleccionará mediante un proceso de reclutamiento directo en centros oncológicos de la Comunidad de Madrid, incluyendo hospitales especializados como el Hospital General Universitario Gregorio Marañón, el Hospital Universitario La Paz, el Hospital Universitario Quirón Salud y el Hospital Puerta de Hierro de Majadahonda, que cuenta con un equipo especializado en cáncer y ejercicio.

**Tamaño de la muestra:** En cuanto al cálculo de la muestra de nuestro estudio, se tomó como referencia la fórmula aportada por Pita (1996) (Anexo I) en la que como tamaño total de la población según el Observatorio del Cáncer de la Asociación Española Contra el cáncer (2023) se tomó como base de partida 35.000 pacientes de cáncer de mama en España de un total de 5.000 pacientes diagnosticadas (cáncer de mama comunidad de Madrid), con un nivel de confianza de un 95%, una precisión de 4%, y una proporción del 5%, el tamaño muestral final para el estudio es de 139 participantes, asumiendo una pérdida del 20%.

**Formación de grupos:** Los pacientes serán asignados aleatoriamente al grupo experimental o control mediante un sistema computarizado de generación de números aleatorios; 69 pacientes serán asignados a el grupo control y 70 a el grupo experimental, todas ellas mujeres con cáncer de mama triple negativo de entre 40 y 55 años. Grupo experimental, realizará el protocolo de entrenamiento basado en la velocidad de ejecución. Grupo control, realizará un protocolo de ejercicio tradicional el cual se basarán en RPE y el %1RM.

El programa de ejercicio se llevará a cabo durante 12 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones por semana, siguiendo las pautas de protocolos establecidos para pacientes oncológicos.

#### **4.2.1 Criterios de inclusión**

Pacientes mujeres mayores de edad de entre 40 y 55 años (media tomada de informes de la asociación contra el cáncer española en el 2023), que hayan sido diagnosticadas con cáncer de mama triple negativo y vayan a empezar con tratamiento de quimioterapia Adyuvante.

#### **4.2.2 Criterios de exclusión**

Se excluirán sujetos que:

- Tengan una capacidad física basal inadecuada (no ser capaz de levantarse, y cumplir con actividades de la vida diaria sin ningún impedimento)
- Pacientes que tengan enfermedades cardiovasculares y respiratorias existentes.
- Candidatos con lesiones musculoesqueléticas que interfieran con el buen desarrollo del protocolo de fuerza.
- De igual manera se descartan sujetos que no puedan cumplir con el compromiso de asistir a las sesiones planteadas a lo largo del estudio y que no estén conforme con el consentimiento informado (Anexo II).
- Por último, es necesario que todos los participantes tengan buen uso del idioma español, por consiguiente, se excluirán los sujetos que no comprendan este idioma.

Para que nuestro estudio sea aprobado por el Comité Ético de la Comunidad de Madrid, según la asociación Médica Mundial (2013) se seguirán los requerimientos pautados por la declaración de Helsinki.

### **4.3 Variables y material de medida**

#### **4.3.1 Valores de fuerza y masa muscular**

Los valores de fuerza se consideran una variable dependiente, cuantitativa y continua. Donde en este estudio se evaluará mediante el T-Force o dinamómetro isoinercial validado por González-Badillo & Sánchez-Medina (2010), el cual consiste en un transductor de velocidad lineal y está conectado por un cable a una computadora, la cual recoge datos análogos-digitales. Se eligió este método de medida ya que nos permite controlar y recabar información en tiempo real del participante de cada variable de ejecución, utilizando un software el cual funciona en computadores que cuentan con sistema operativo Microsoft Windows XP o Windows Vista, siendo así de un manejo sencillo e intuitivo para la recogida de datos que posteriormente se exportan fácilmente a Excel para su análisis.

Para la variable de Masa muscular la cual es una variable dependiente (ordinal, si se clasifica por grupos), cuantitativa y continua, para dar respuesta a esta variable se utilizará densitometría ósea o también conocida como DEXA (Absorciometría con rayos X de doble energía) esta validado por Fraser et al. (2022), Jency-Squires et al. (2008) y Ceniccola et al. (2019). Es el método más común y fiable, donde el paciente o sujeto recibe una dosis pequeña de radiación en donde se mide la densidad ósea de cadera, columna, miembro inferior o directamente todo el cuerpo (nuestro caso). Normalmente esta prueba se realiza en clínicas u hospitales, donde el paciente se acuesta (de cubito supino) sobre una mesa (con o sin ropa puesta), seguidamente pasará un brazo mecánico de escaneo por encima del cuerpo de pies a cabeza al mismo tiempo que otra máquina de escaneo pasa por debajo, la máquina combina ambas imágenes las cuales se envían a un computador en donde el técnico o médico se encarga de interpretarlas. La prueba dura entre 10 minutos y 30 minutos, y se le pide al paciente que no tome suplementos de calcio durante 24-48 horas previo a la prueba. Para esta variable se realizará una toma de datos antes de la intervención del protocolo de fuerza y una posterior al finalizar el programa por completo.

### **4.3.2 Niveles de fatiga**

Para dar respuesta a la variable de niveles de fatiga la cual es dependiente, cuantitativa y discreta, se utilizará el cuestionario PERFORM el cual fue validada por Baró et al. (2011), este formulario ha demostrado excelentes valores psicométricos, donde se valora de manera estandarizada, la frecuencia, intensidad e impacto de la fatiga relacionada a pacientes específicamente con cáncer. La prueba califica de 0 a 45 puntos, entre más bajo es el puntaje indica mayor fatiga en el paciente o sujeto (Anexo III).

### **4.3.3 Niveles marcadores inflamatorios**

Para los niveles de marcadores inflamatorios siendo una variable dependiente, cualitativa y ordinal, se usará analítica de sangre que se realizará a las participantes en ayunas y se medirá la concentración en plasma de IL-6, PCR y TNF-a (el personal del laboratorio desconocerá el grupo control y grupo experimental), este método ha sido validado por Jones et al. (2013).

IL-6 y PCR mediante análisis sanguíneos, validados en población oncológica (Schmitz et al., 2010).

### **4.3.4 Neurotoxicidad**

En cuanto a la neurotoxicidad teniendo en cuenta que es una variable dependiente, cualitativa y ordinal, se usará como método de recolección de datos el cuestionario FACT/GOG-NTX (Anexo IV), el cual analiza 11 ítems relacionados con neuropatía inducida por quimioterapia, el cual fue validado por Cheng et al. (2020).

### **4.3.5 Calidad de vida**

Dando respuesta a la variable de calidad de vida la cual es dependiente cualitativa y discreta, utilizando el cuestionario EORTC-QLQ C30 validado por Schmidt et al. (2014) en su versión 3 (Anexo V). Se realizará el cuestionario al inicio y al final de la implementación del protocolo de fuerza, es un cuestionario específico para pacientes con cáncer, lo compone 30 preguntas donde tratan aspectos emocionales, sociales, físicos y nivel funcional en general del individuo; donde se



asignan valores que van de 1 a 4 (siendo 1= nada, 2= poco, 3= bastante, 4= mucho), generando así un determinado nivel de impacto del cáncer sobre la muestra.

#### 4.3.6 Velocidad de ejecución

Dando respuesta a esta variable sabiendo que es dependiente, cuantitativa y continua, se usará un Encoder lineal T-force el cual fue validado por Sanchez.Medina y Gonzales-Badillo (2011). Se ha analizado que en los ejercicios de resistencia en condiciones isoinersiales y bajo la suposición de que cada repetición se realiza en su máximo esfuerzo voluntario se ha concluido que la velocidad reducía al igual que la fatiga aumentaba (medida en m/s).

A continuación, se presenta la tabla 1, en la cual se puede observar un resumen de todas las variables relacionadas directamente con su respectivo método de análisis.

**Tabla 1**

*Relación de variables con Test/Método/Instrumento.*

Variables	Test/Metodos/Instrumento
Valores de fuerza y masa muscular	T-Force y DEXA
Niveles de fatiga	PERFORM
Niveles marcadores inflamatorios	IL-6,PCR yTNF-a
Neurotoxicidad	FACT/GOG-Ntx
Calidad de vida	EORTC QOL30
Velocidad de Ejecución	T-Force

*Nota:* Tabla síntesis de relación de cada variable con su respectivo test, método o instrumento de medida. (Elaboración propia).

#### 4.4 Procedimiento

##### 1. Estructura General del Estudio

El estudio se desarrollará en las instalaciones de la Universidad Europea de Madrid, específicamente en su sala de fuerza privada, equipada con tecnología avanzada como el sistema de codificador T-Force y máquinas de ejercicios seguras y adaptadas para población oncológica. El protocolo total de investigación se

realizará durante 19 meses para permitir dedicar 1 año a los pacientes que realizarán la intervención de manera escalonada. Durante 3 meses, se llevará a cabo un protocolo de entrenamiento con duración de 12 semanas, enfocado en evaluar los efectos de un programa de fuerza basado en la velocidad de ejecución en comparación con un protocolo tradicional basado en el porcentaje de una repetición máxima (%1RM) y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE). La intervención está diseñada para coincidir con el período de quimioterapia adyuvante de las pacientes con cáncer de mama triple negativo (CMTN).

El diseño del estudio será experimental, aleatorio y con dos grupos (experimental y control). Los participantes comenzarán su intervención en distintos momentos dependiendo de la fecha de inicio de su tratamiento oncológico, permitiendo que hasta cuatro pacientes coincidan en una misma sesión. Las sesiones se distribuirán a lo largo de la semana para garantizar la supervisión y el monitoreo adecuado de todos los participantes.

En la Tabla 2 se puede ver la periodización de las distintas fases del estudio desde que empieza un paciente hasta que finaliza.

**Tabla 2:**

*Cronograma del protocolo de estudio.*

Fases	Equipo	Pre-intervención			Intervención	Post-intervención		
		S1-S2	S3	S4-S5	S6-S17	S18-S19	S20-S24	S21-S28
Reclutamiento	Médico	X	X					
Consentimiento informado	Investigador		X					
Valoración inicial	Investigador		X					
Familiarización del entrenamiento	Entrenador			X				
Protocolo de entrenamiento	Entrenador				X			
Valoración final	Investigador					X		
Análisis de datos	Estadístico						X	
Redacción y publicación de los datos	Investigador jefe							X (al tener todo los participantes)

*Nota:* Explicación del tiempo y personal dedicado a cada parte del estudio. (Elaboración propia).

#### 4.4.1 Captación y Consentimiento Informado

La captación de los participantes se llevará a cabo en colaboración con los servicios de oncología de diversos hospitales de la Comunidad de Madrid, tales como el Hospital General Universitario Gregorio Marañón y el Hospital Universitario La Paz. Los médicos oncólogos participantes en el equipo investigador serán los responsables de identificar a los pacientes elegibles según los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Una vez identificados, los pacientes serán informados sobre los objetivos, metodología y posibles riesgos del estudio mediante una reunión individual en el hospital.

Tras esta explicación, los pacientes recibirán una copia del consentimiento informado (Anexo I) detallando los procedimientos, sus derechos como participantes y la confidencialidad de los datos recogidos. Este documento será explicado en profundidad por el médico oncólogo y firmado por los pacientes que deseen participar, garantizando que la decisión sea completamente voluntaria y bien informada. El documento incluye la autorización para el uso de los datos en futuras publicaciones científicas, manteniendo siempre el anonimato.

#### 4.4.2 Evaluación Inicial de Variables

Después de firmar el consentimiento informado, los participantes asistirán a la Universidad Europea de Madrid, donde se realizará la evaluación inicial en su sala de fuerza privada. Esta evaluación incluye la medición de las siguientes variables:

1. **Composición corporal:** Se utilizará un escáner DEXA y un equipo de bioimpedancia InBody para determinar la masa muscular, masa grasa y densidad ósea.
2. **Fuerza y velocidad de ejecución:** Se evaluará la relación carga-velocidad y el 1RM mediante el uso del sistema T-Force en los ejercicios seleccionados (press de banca, sentadilla trasera, prensa de piernas bilateral, remo inclinado con barra y peso muerto). Durante 2 semanas se aplicarán el protocolo del Anexo VI usada en sentadilla trasera para el resto de los ejercicios, así se estimará también el perfil Fuerza-velocidad del Anexo VII.

Este procedimiento permitirá personalizar las cargas iniciales del protocolo experimental y del grupo control.

3. **Niveles de fatiga:** Medidos mediante cuestionarios estandarizados y análisis metabólicos de lactato y amoníaco.
4. **Marcadores inflamatorios:** Se tomarán muestras de sangre para evaluar niveles de citoquinas inflamatorias como IL-6 y TNF- $\alpha$ .
5. **Neurotoxicidad:** Evaluada mediante escalas clínicas específicas, como el FACT/GOG-Ntx.
6. **Calidad de vida:** Se empleará el cuestionario EORTC QLQ-C30, administrado por un psicólogo especializado en psico-oncología.

#### **4.4.3 Evaluación final**

Una vez finalizado el protocolo de intervención, se realizará una reevaluación completa de todas las variables mencionadas en la evaluación inicial. Esta segunda medición permitirá comparar los resultados pre y postintervención, tanto dentro de cada grupo como entre los grupos experimentales y control. Estos datos serán analizados para evaluar los efectos del protocolo de fuerza basado en la velocidad de ejecución en comparación con un protocolo tradicional en la capacidad física, la calidad de vida y la reducción de la neurotoxicidad en pacientes con cáncer de mama triple negativo.

Este proceso, desde la captación hasta la evaluación final, estará diseñado para garantizar la precisión de los datos recogidos y la seguridad de los participantes durante todo el estudio.

##### **4.4.3.1 Calendario y Organización de las Sesiones**

La duración de las sesiones de entrenamiento será de 12 meses, con una frecuencia de entrenamiento de dos días a la semana. Las sesiones se llevarán a cabo los lunes y jueves para el grupo experimental, mientras que el grupo control entrenará los martes y viernes. Los horarios de las sesiones estarán divididos en dos turnos: de 9:00 a 11:00 por las mañanas y de 17:00 a 19:00 por las tardes. Como máximo participaran 10 sujetos por sesión.

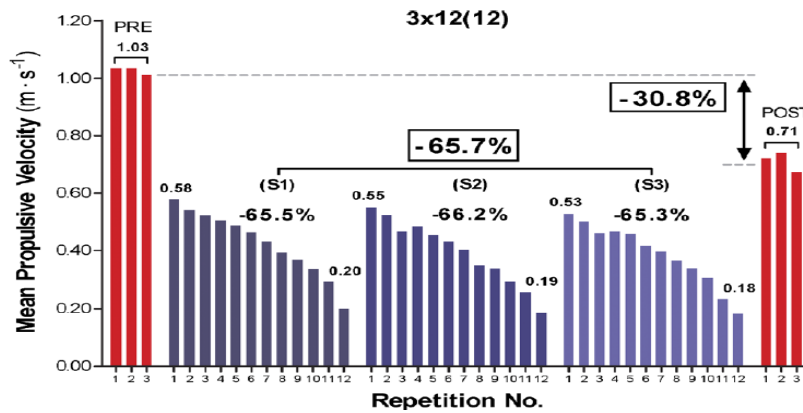
- **Lugar:** Sala de fuerza privada de la Universidad Europea de Madrid, equipada con máquinas de alta precisión y encoders lineales T-Force.
- **Parámetros de intensidad:** Durante el protocolo de fuerza basado en la velocidad de ejecución, se trabajará en un rango de velocidades que oscila entre 0.6 m/s y 1.0 m/s. Este rango ha sido seleccionado por su capacidad para optimizar las adaptaciones neuromusculares y minimizar la fatiga acumulada en poblaciones vulnerables como pacientes con cáncer de mama. Estudios previos han demostrado que velocidades superiores a 0.8 m/s están asociadas con intensidades del 45-70% del 1RM, lo que permite un estímulo suficiente para el desarrollo de fuerza sin un estrés excesivo en los tejidos musculoesqueléticos (González-Badillo & Sánchez- Medina, 2010). Además, investigaciones como la de Pareja-Blanco et al. (2016) han evidenciado que limitar la pérdida de velocidad durante las series al 15-20% favorece mayores ganancias en acciones explosivas, un componente clave para la recuperación funcional de estos pacientes. Este enfoque permite personalizar las cargas de entrenamiento y ajustar la intensidad según la capacidad diaria del paciente, garantizando una intervención segura y eficaz en el contexto oncológico.
- **Familiarización:** Se declará en ambos grupos 2 semanas previas a empezar el protocolo a la familiarización con los gestos técnicos y al trabajo con máxima intencionalidad de velocidad en los levantamientos con cargas entre el 45 y el 70% del RM.  
Para ahondar más sobre las velocidades asociadas al 1 RM de cada ejercicio incluido en el protocolo, como oscilará esta velocidad en cuanto se cambie el número de repeticiones y la intensidad de estas se adjuntará en Anexos VIII y IX

#### **4.4.3.2 Protocolo del Grupo Experimental**

El protocolo para el grupo experimental se centrará en la prescripción de cargas basada en la velocidad de ejecución, utilizando el sistema T-Force para registrar y monitorear la velocidad de cada repetición. Basado en la propuesta que hizo Badillo. Se realizará el protocolo que se adjunta en la Figura 1:

**Figura 2:**

*Grafica de sesión propuesta por Badillo.*



**FIGURE 1**—Example of quantification of percent velocity losses after a 3 × 12[12] REP for a representative subject in the BP exercise. Both MPV loss over three sets (−65.7%) and MPV pre–post exercise against the  $V_{1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}$  load (−30.8%) were calculated.

*Nota:* Ejemplo de cuantificación de la pérdida de velocidad de MVP durante una sesión de Press de banca. [Sánchez - Medina, L. , y González-Badillo, JJ \( 2011\).](#) Pérdida de velocidad como indicador de fatiga neuromuscular durante el entrenamiento de resistencia. *Medicina y ciencia en deportes y ejercicio* , 43 ( 9), 1725–1734 . <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213f880>

En este protocolo, lo que se hace es buscar el peso máximo que el sujeto es capaz de levantar 3 repeticiones a 1 metro por segundo, ya que esta velocidad se ha asociado específicamente con cargas que representan aproximadamente el 40-50 % del 1RM, proporcionando un método seguro y eficaz para estimar la intensidad relativa sin necesidad de pruebas máximas directas (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010). Después de la sesión se volverá con ese mismo peso a realizar 3 repeticiones y se calculará la pérdida de velocidad de la media entre las 3 repeticiones previas y post intervención. La medición de este valor además nos ayudará a estimar las cargas que se levantarán durante la sesión y a saber el estado físico del sujeto durante las distintas sesiones y semanas. Esto se hará antes y después de cada ejercicio. También se medirá la velocidad de todas las repeticiones de las 3 series. Nosotros nos diferenciaremos de Sánchez Medina y Gonzales-Badillo (2010) en que nosotros no cerraremos el número de repeticiones si no que lo haremos hasta una pérdida de velocidad del 15%-20%

### **Estructura de cada sesión:**

**Calentamiento:** Movilidad articular dinámica (5 minutos). Series progresivas con cargas al 50 %, 60 % y 70 % del 1RM estimado, ejecutadas a velocidades de entre 1.0-0.8 m/s. Las velocidades cercanas a 1.0 m/s activan la musculatura sin inducir fatiga, según González-Badillo y Sánchez-Medina (2010).

### **Parte principal: Ejercicios seleccionados:**

- **1º Día: Press de banca:** Monitoreo del tren superior (González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L., 2010). **Sentadilla trasera:** Fortalecimiento del tren inferior (Loturco et al., 2021).
- **2º Día: Prensa de piernas bilateral:** Ejercicio recomendado por su seguridad (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2011). **Día Remo inclinado con barra:** Seleccionado como el mejor remo para medir velocidad y carga (Loturco et al., 2021). **Día Peso muerto:** Mejora la funcionalidad global (Weakley et al., 2018).

**Progresión y monitoreo:** La velocidad de cada repetición será registrada por el sistema T-Force. Las series se detendrán al alcanzar un umbral de pérdida de velocidad:

Semanas 1-8: 20 % de pérdida de velocidad. Semanas 9-16: 15 % de pérdida de velocidad.

Las cargas iniciales se ajustarán para que las primeras repeticiones alcancen una velocidad de ~1 m/s, equivalente a ~45 % del 1RM y para que las 3 series estén al ~70 % del 1RM.

**Vuelta a la calma:** Estiramientos dinámicos y ejercicios de respiración (10 minutos).

#### **4.4.3.3 Protocolo del Grupo de Control**

El protocolo para el control del grupo seguirá un enfoque tradicional basado en el %1RM y la escala de RPE. No obstante, cada 4 semanas se usará el T-Force para volver a estimar el RM y con el estimar las cargas asociadas y se usará el método

indirecto del Anexo X para el XRM para progresar la carga durante las 4 semanas en las que no se realizan medidas con el T-Forze.

### **Estructura de cada sesión:**

**Calentamiento:** Similar al grupo experimental, pero con series progresivas al 50 %, 60 % y 70 % del 1RM.

**Parte principal: Ejercicios seleccionados:** Idénticos al grupo experimental.

**Progresión y monitoreo:** Las cargas iniciales se establecerán al 50 %-70 % del 1RM. La progresión se basará en la escala RPE, con un esfuerzo objetivo de 5-7.

Semanas 1-8: 3 series de 10-12 repeticiones. Semanas 9-16: 4 series de 8-10 repeticiones.

**Vuelta a la calma:** Idéntico al grupo experimental.

## **4.5 Análisis de datos**

Para analizar las variables descritas se seguirá una medición paramétrica en la cual utilizaremos la prueba de Kolmogorov Smirnov (podremos descubrir si no es paramétrica también). Se empleará el software IBM SPSS en su última versión 30.0.0 (Inc., Chicago, IL, EEUU). Se realizará previamente un análisis descriptivo de las diferentes variables abordadas en este estudio, para las variables cualitativas ordinales se usará la mediana o media; rango intercuartil y desviación estándar, en cuanto a las nominales se dispondrá de moda y frecuencia; para las variables cuantitativas se utilizará la mediana o la media; desviación estándar y/o rango intercuartil.

Se utilizará la prueba ANOVA de un factor cuando sea paramétrico o Kruskal-Wallis cuando no lo sea (estadística inferencial), el índice  $d$  de Cohen se implementará para calcular el tamaño del efecto. De igual manera se implementará análisis post hoc para comparaciones entre el grupo control y el grupo experimental. El nivel de confianza será del 95%, donde se considerarán diferencias estadísticamente significativas en valores de  $p$  inferiores o iguales a 0.05



## 5. Equipo Investigador

Para el desarrollo de este estudio el equipo investigador se compondrá de diferentes profesionales competentes y cualificados, el cual consta de los siguientes integrantes:

- Investigadores principales (2): Serán profesionales (graduados) de ciencias de la actividad física y del deporte. Se encargarán del diseño del estudio, monitorear en todo momento la intervención del protocolo de fuerza implementado en cada paciente, de igual manera supervisará la recolección, análisis de datos, desarrollarán el apartado de discusión y las conclusiones del estudio. Asimismo, divulgaran los hallazgos obtenidos en diferentes foros y revistas científicas.
- Auxiliares/Entrenadores (5): Estudiantes voluntarios de la UEM que cursen CAFYD o Fisioterapia + CAFYD (supervisados en todo momento por los investigadores secundarios). Su función es asistir a los investigadores, desempeñar un papel de entrenadores de cara a la intervención para así supervisar las sesiones de entrenamiento, se encargarán de llevar un registro detallado del rendimiento de los pacientes y de su respuesta al ejercicio, servirán como canales de motivación y apoyo (lo que ayudará a la adherencia al programa).
- Médicos/as oncológicos (8): Se encargarán del reclutamiento de la muestra y de igual manera de la recolección del consentimiento informado de cada paciente.
- Técnicos/as (2): Especializados en imagen de diagnóstico de densidad ósea y en el uso del programa T-Force. Se ocuparán de llevar a cabo los protocolos de cada programa de medición y así mismo como de la recolección y la exportación de todos los datos obtenidos para su posterior análisis.
- Enfermeros/as (2): Profesionales que trabajen directamente en laboratorios. Su función por desempeñar es la recolección de muestras de sangre de los pacientes (para el análisis de la variable de factores inflamatorios, específicamente IL-6, PCR y TNF-a).

- Analista de datos (1): Profesional en estadística se encargará de analizar e interpretar los datos recogidos de las diferentes variables.
- Médicos/as especializados en psico-oncología (2): Se encargarán de dar seguimiento a los pacientes durante el estudio, siendo claves para brindar un apoyo psicológico, emocional y motivacional, de igual manera ellos serán los que mediante entrevista recogerán datos referentes a el cuestionario (Anexo V) sobre la calidad de vida del paciente.

## **6. Viabilidad del estudio**

Se realizará un convenio con la UEM el cual permitirá utilizar su sala de fuerza privada, equipada con tecnología avanzada como el sistema de codificador T-Force, DEXA, máquinas de ejercicios y aulas o espacios donde realizar las entrevistas. Este convenio ayudará a reducir el importe del estudio, además brindará acceso a estudiantes voluntarios cumpliendo un rol de auxiliares y entrenadores. En cuanto a la selección de los participantes del estudio y el trabajo con médicos, se realizará asociaciones colaborativas con el Hospital Universitario Gregorio Marañón, Hospital Universitario la paz, Hospital Universitario Quirón Salud y el Hospital Puerta de Hierro de Majadahonda, donde se encargarán de concienciar a los pacientes sobre la importancia de la participación en este estudio. Los médicos como retribución al trabajo brindado en este estudio obtendrán reconocimiento profesional, siendo así, coautores cuando se llegue a publicar en revistas científicas.

Se hará un acuerdo con un laboratorio local, en el cual los técnicos/as y enfermeros/as se desplazarán a las instalaciones de la UEM para realizar recogidas de muestra de los participantes. (se verá reflejado en el presupuesto de gastos en el Anexo XI).

En cuanto a la recolección del dinero necesario se optará por presentar el proyecto ante la Fundación de la Universidad Europea y en colaboración con Santander Universidades o de igual manera postular al Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2024-2027, los cuales pretenden impulsar y ayudar los avances científicos de calidad en el ámbito de investigación.

En cuanto a las limitaciones del estudio se puede mencionar que:

- Los participantes del estudio no tengan la suficiente motivación a lo largo del tiempo que dura el protocolo de fuerza, lo que no genera adherencia al protocolo. Por lo que, con la ayuda de los entrenadores y psicólogos, los participantes tendrán más motivación, manteniendo una actitud positiva y ayudando a que ellos se sientan satisfechos con el programa.
- Al ser un diseño de estudio, todavía no ha sido presentado ante un comité ético, por lo tanto, podría sufrir cambios durante el proceso de autorización para garantizar su aceptación.
- Un posible obstáculo que se puede encontrar a la hora de recabar información referente a valores de fuerza es no encontrar un computador con un sistema operativo compatible con el T- Force (Windows XP, Windows Vista).
- Los gastos del estudio podrían aumentar ya que el presupuesto planteado anteriormente en el Anexo XI, es provisional, lo que significa que está basado en una estimación preliminar y puede suponer cambios, como: aumento de gastos del estudio, incremento de coste de los insumos, aparición de necesidades adicionales, entre otros.

## **7. Contribución a los objetivos de desarrollo sostenible**

Se considera que este estudio contribuye a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) propuestos por la ONU, específicamente con el apartado 3 de salud y bienestar. El trabajo actúa dentro de este objetivo, específicamente el subapartado 3.4 que habla sobre la reducción de la mortalidad por patologías no transmisibles haciendo énfasis en la prevención y tratamiento. Es sabido que el ejercicio y especialmente los protocolos de fuerza afectan de manera positiva a los pacientes con cáncer de mama (Derakhshan & Reis-Filho, 2022). El estudio se basa en dosificar y medir los estímulos de fuerza de manera correcta y precisa a pacientes durante el tratamiento adyuvante de quimioterapia, con el objetivo de obtener mejores beneficios para la mejora de los pacientes.

## 8. Referencias bibliográficas.

Anishchenko-Halkina, S., Beauty, NJC, Gil-Gallego, MT, Lorenzo-Quijada, M., Doménech-Asensi, G., & Sánchez-Moya, T. (2024). Beneficios del ejercicio de fuerza y resistencia en el paciente con cáncer: una revisión sistemática de ensayos clínicos . Federación española de asociaciones de docentes de educación física (FEADEF). <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>

Baró, E., Carulla, J., Cassinello, J., Colomer, R., Mata, J. G., Gascón, P., Gasquet, J. A., Rodríguez, C. A., & Valentín, V. (2011). Psychometric properties of the Perform Questionnaire: a brief scale for assessing patient perceptions of fatigue in cancer. *Supportive care in cancer: official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer*, 19(5), 657–666. <https://doi.org/10.1007/s00520-010-0878-x>

Campbell, K. L., & Kirkham, A. A. (2020). *Exercise Oncology: Prescribing Physical Activity Before and After a Cancer Diagnosis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-42011-6>

Castillo, A., & Badillo, J. J. G. (2012). Potencia máxima, carga óptima y espectro óptimo en el entrenamiento de potencia del tren superior (press de banca): una revisión. *Medicina de l'Esport*, 47(173), 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2012.02.001>

Ceniccola, G. D., Castro, M. G., Piovacari, S. M. F., Horie, L. M., Corrêa, F. G., Barrere, A. P. N. y Toledo, D. O. (2019). Current technologies in body composition assessment: Advantages and disadvantages. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 62, 25-31. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.11.028>

Cheng, H. L., Lopez, V., Lam, S. C., Leung, A. K. T., Li, Y. C., Wong, K. H., Au, J. S. K., Sundar, R., Chan, A., Ng, T. R. D., Suen, L. K. P., Chan, C. W., Yorke, J., & Molassiotis, A. (2020). Psychometric testing of the Functional Assessment of Cancer Therapy/Gynecologic Oncology Group—Neurotoxicity (FACT/GOG-Ntx) subscale in a longitudinal study of cancer patients treated with chemotherapy. *Health and Quality of Life Outcomes*, 18, 246. <https://doi.org/10.1186/s12955-020-01493-y>

Cormie, P., Zopf, E. M., Zhang, X., & Schmitz, K. H. (2013). The impact of exercise on cancer mortality, recurrence, and treatment-related adverse effects. *Epidemiologic Reviews*, 35(1), 89–100. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxs011>

Dent, R., Trudeau, M., Pritchard, K. I., Hanna, W. M., Kahn, H. K., Sawka, C. A., ... & Narod, S. A. (2007). Triple-negative breast cancer: Clinical features and patterns of recurrence. *Clinical Cancer Research*, 13(15), 4429–4434. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-06-3045>

Derakhshan, F., y Reis-Filho, JS (2022). Patogenia del cáncer de mama triple negativo. *Revisión anual de patología: mecanismos de la enfermedad*, 17. <https://doi.org/10.1146/annurev-pathol-042420-093238>

Fraser, S. F., Gardner, J. R., Dalla Via, J., & Daly, R. M. (2022). The effect of exercise training on lean body mass in breast cancer patients: A systematic review and meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 54(2), 211–219. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002792>

González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>

Heredia-Martínez, M., y González-Fernández, M. (2020). Epidemiología y características del cáncer de mama triple negativo. *Revista Española de Oncología*, 25(3), 234–242. <https://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/850>

Jensky-Squires, N. E., & Dieli-Conwright, C. M., Rossuello, A., Erceg, D. N., McCauley, S. y Schroeder, E. T. (2008). Validity and reliability of body composition analysers in children and adults. *British Journal of Nutrition*, 100(4), 859-865. <https://doi.org/10.1017/S0007114508925460>

Jones, S. B., Thomas, G. A., Hesselsweet, S. D., Alvarez-Reeves, M., Yu, H., & Irwin, M. L. (2013). Effect of exercise on markers of inflammation in breast cancer survivors: the Yale exercise and survivorship study. *Cancer prevention research (Philadelphia, Pa.)*, 6(2), 109–118. <https://doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-12-0278>

Juvet, L. K., Thune, I., Elvsaas, I. K. Ø., Fors, E. A., Lundgren, S., Bertheussen, G., & Leivseth, G. (2017). The effect of exercise on fatigue and physical function in breast cancer patients during and after treatment: A meta-analysis. *Breast Cancer Research and Treatment*, 162(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2017.04.003>

Montano-Rojas, J. P., Galván-Sánchez, F. J., & Vargas-Beltrán, M. (2020). Subjective perception of effort as an evaluation criterion in strength training: Reliability and practical implications. *Strength and Conditioning Journal*, 42(5), 123–132. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000560>

Montano-Rojas, Y., Weakley, J. J., et al. (2020). Velocity-based training in breast cancer survivors. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(4), 625–632. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468>

Observatorio del cáncer de la asociación española contra el cáncer. (2023). *Impacto del cáncer en la Comunidad de Madrid 2023*. <https://observatorio.contraelcancer.es/sites/default/files/informes/madrid/madrid2023.pdf>

Pareja-Blanco, F., Walker, S., & Hakkinen, K. (2020). Velocity Loss as a Monitoring Parameter in Resistance Training. *Sports Medicine*, 50(4), 607–624. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>

- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Gorostiaga, EM, & González-Badillo, JJ (2016). Effect of speed loss during endurance training on sport performance, strength gain and muscle adaptations. *Scandinavian journal of sport medicine and science.*, 27. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>
- Pita-Fernandez, S. (1996). Determinación del tamaño muestral. *Cuadernos de atención primaria*, 3 (3), 138-141. <https://www.fisterra.com/formacion/metodologiainvestigacion/determinacion-tamano-muestral/>
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1725–1734. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213f880>
- Schmitz, K. H., Courneya, K. S., Matthews, C., Demark-Wahnefried, W., Galvão, D. A., Pinto, B. M., ... & Schwartz, A. L. (2010). American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(7), 1409–1426. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0c112>
- Schmidt, M. E., Wiskemann, J., & Steindorf, K. (2014). Effects of resistance exercise on fatigue and quality of life in breast cancer patients undergoing adjuvant chemotherapy: A randomized controlled trial. *International Journal of Cancer*, 137(2), 471–480. <https://doi.org/10.1002/ijc.29383>



- Vollmers, P. L. (2018). Neurotoxic effects of adjuvant chemotherapy in breast cancer treatment: Risk factors, prevention, and management. *Breast Cancer Research and Treatment*, 169(1), 11–21. <https://doi.org/10.1007/s00432-018-2686-5>
- Weakley, J. J., Wilson, K. M., Till, K., Read, D. B., Darrall-Jones, J., Roe, G. A., & Jones, B. L. (2018). Visual feedback during velocity-based resistance training improves performance in athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 917–924. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468>
- Zhang, X., Li, L., & Zhou, Z. (2024). The subjective effort in cancer exercise therapy: A scoping review. *Journal of Oncology Rehabilitation*, 12(3), 45–60. <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1393902>

## 9. Anexos

### 9.1 Anexo I: *Tamaño muestral*

**ESTIMAR UNA PROPORCIÓN**

Total de la población (N) <small>(Si la población es infinita, dejar la casilla en blanco)</small>	5000
Nivel de confianza o seguridad (1- $\alpha$ )	95%
Precisión (d)	4%
Proporción (valor aproximado del parámetro que queremos medir) <small>(Si no tenemos dicha información <math>p=0.5</math> que maximiza el tamaño muestral)</small>	5%
<b>TAMAÑO MUESTRAL (n)</b>	<b>112</b>

**EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS**

Proporción esperada de pérdidas (R)	20%
<b>MUESTRA AJUSTADA A LAS PÉRDIDAS</b>	<b>139</b>

*Beatriz López Calviño  
 Salvador Pita Fernández  
 Sonia Pértega Díaz  
 Teresa Seoane Pillado  
 Unidad de epidemiología clínica y bioestadística  
 Complejo Hospitalario Universitario A Coruña*

*Nota:* Excel que permite estimar el tamaño muestral de un estudio experimental. Pita-Fernandez, S. (1996). Determinación del tamaño muestral. *Cuadernos de atención primaria*, 3 (3), 138-141. <https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinacion-ta-manos-muestral/%E2%80%AF>

### 9.2 Anexo II: *Consentimiento informado*

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

### Título del estudio:

Efectos de un protocolo de fuerza basado en la velocidad de ejecución sobre la capacidad física, la calidad de vida y la neurotoxicidad durante el tratamiento adyuvante de quimioterapia en pacientes con cáncer de mama triple negativo.

### Investigador principal:

[Nombre del investigador principal]

[Institución]

[Teléfono y correo electrónico]

### Introducción:

Usted ha sido invitado a participar en un estudio que busca analizar los efectos de un programa de fuerza basado en la velocidad de ejecución durante el tratamiento adyuvante de quimioterapia para pacientes con cáncer de mama triple negativo. Este documento explica los objetivos del estudio, los procedimientos, los beneficios, los riesgos y sus derechos como participante.

### Objetivo del estudio:

Evaluar la efectividad de un protocolo de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en pacientes con cáncer de mama triple negativo durante el tratamiento de quimioterapia adyuvante, con el fin de analizar los cambios en la capacidad física, la calidad de vida, los niveles de inflamación y la neurotoxicidad.

### Procedimientos:

Si decide participar:

- Se le pedirá que realice ejercicios de fuerza supervisados durante un período de 12 semanas.
- Se realizarán evaluaciones periódicas de su capacidad física, calidad de vida y posibles efectos adversos. Estas evaluaciones incluirán pruebas físicas y cuestionarios.
- Los ejercicios serán ajustados a su capacidad individual y siempre estarán supervisados por un especialista en ejercicio físico.

### Riesgos y beneficios:

- **Riesgos:** Existe la posibilidad de molestias musculares, fatiga o, en casos raros, lesiones menores asociadas con el ejercicio físico. Todo esfuerzo será supervisado para minimizar riesgos.

- **Beneficios:** Su participación puede ayudar a mejorar su bienestar físico y calidad de vida durante el tratamiento, además de contribuir al conocimiento científico para beneficiar a futuras pacientes.

**Confidencialidad:**

Toda la información recopilada será tratada de manera confidencial y se utilizará únicamente con fines de investigación. Los datos se almacenarán de forma segura y solo el equipo de investigación tendrá acceso a ellos.

**Participación voluntaria:**

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede retirarse del estudio en cualquier momento, sin que esto afecte la calidad de su atención médica.

**Consentimiento:**

He leído y comprendido la información proporcionada. He tenido la oportunidad de hacer preguntas, las cuales han sido respondidas satisfactoriamente. Entiendo que mi participación es voluntaria y puedo retirarme en cualquier momento.

**Firma del participante:**

Nombre completo: \_\_\_\_\_

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

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

**Firma del investigador/Médico:**

Nombre completo: \_\_\_\_\_

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

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

*Nota:* Ejemplo consentimiento informado que se le brindará los participantes del estudio posteriormente a la explicación de este. (Elaboración propia).

### 9.3 Anexo III: Cuestionario PERFORM

EN LAS ÚLTIMAS 2 SEMANAS ¿Con qué frecuencia se ha encontrado con esta situación o síntoma?	Siempre	Muchas veces	La mitad de las veces	Pocas veces	Nunca	
1. Realizar un ejercicio mínimo me ha supuesto un cansancio desproporcionado.	1	2	3	4	5	
2. El cansancio que he notado (debido a la enfermedad o su tratamiento) era muy diferente al cansancio "normal".	1	2	3	4	5	
3. He estado cansado/a todo el día.	1	2	3	4	5	
4. Me he pasado todo el día sentado/a a causa de mi cansancio.	1	2	3	4	5	
5. Cuando he estado cansado/a he tenido que interrumpir lo que estaba haciendo y descansar para poder seguir.	1	2	3	4	5	
6. Me he notado muy lento haciendo mi actividad diaria.	1	2	3	4	5	
7. He necesitado ayuda para hacer las tareas de casa, a causa de mi cansancio.	1	2	3	4	5	
8. Me he encontrado cansado/a en el trabajo, y eso me ha hecho sentir fatal.	1	2	3	4	5	No procede
9. En general creo que mi vida ha empeorado a causa del cansancio.	1	2	3	4	5	
10. He sentido que me estoy viniendo abajo a causa de mi cansancio.	1	2	3	4	5	
11. Siento que el cansancio me ha impedido hacer una vida normal.	1	2	3	4	5	
12. He dejado de hacer lo que me gusta a causa de mi cansancio.	1	2	3	4	5	

*(a cumplimentar por el personal sanitario)*

Para obtener la puntuación global del cuestionario sume la puntuación de todas las preguntas del cuestionario.

Suma total = \_\_\_\_\_

*Nota:* Cuestionario para dar respuesta a la variable fatiga específico para pacientes con cáncer. Baró, E., Carulla, J., Cassinello, J., Colomer, R., Mata, J. G., Gascón, P., Gasquet, J. A., Rodríguez, C. A., & Valentín, V., 2011, Supportive care in cancer : official journal of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer, 19(5), 657–666. <https://doi.org/10.1007/s00520-010-0878-x>

#### 9.4 Anexo IV: *FACT/GOG-NTX*

<b>BIENESTAR FÍSICO</b>					
Pregunta	No en absoluto	Un poco	Algo	Bastante	Mucho
Tengo falta de energía	0	1	2	3	4
Tengo náuseas	0	1	2	3	4
Debido a mi condición física, tengo dificultades para satisfacer las necesidades de mi familia	0	1	2	3	4
Siento dolor	0	1	2	3	4
Me molestan los efectos secundarios del tratamiento	0	1	2	3	4
Me siento enferma	0	1	2	3	4
Me veo obligado(a) a pasar tiempo en la cama	0	1	2	3	4

<b>BIENESTAR SOCIAL/FAMILIAR</b>					
Pregunta	No en absoluto	Un poco	Algo	Bastante	Mucho
Me siento cercano(a) a mis amigos	0	1	2	3	4
Recibo apoyo emocional de mi familia	0	1	2	3	4
Recibo apoyo de mis amigos	0	1	2	3	4
Mi familia ha aceptado mi enfermedad	0	1	2	3	4
Estoy satisfecho(a) con la comunicación familiar sobre mi enfermedad	0	1	2	3	4
Me siento cercano(a) a mi pareja (o la persona que es mi principal apoyo)	0	1	2	3	4
Estoy satisfecho(a) con mi vida sexual	0	1	2	3	4

<b>BIENESTAR EMOCIONAL</b>					
Pregunta	No en absoluto	Un poco	Algo	Bastante	Mucho
Me siento triste	0	1	2	3	4
Estoy satisfecho(a) con cómo enfrento mi enfermedad	0	1	2	3	4
Estoy perdiendo la esperanza en la lucha contra mi enfermedad	0	1	2	3	4
Me siento nervioso(a)	0	1	2	3	4
Me preocupa morir	0	1	2	3	4
Me preocupa que mi condición empeore	0	1	2	3	4

<b>BIENESTAR FUNCIONAL</b>					
Pregunta	No en absoluto	Un poco	Algo	Bastante	Mucho
Puedo trabajar (incluye trabajo en casa)	0	1	2	3	4
Mi trabajo (incluye trabajo en casa) es satisfactorio	0	1	2	3	4
Puedo disfrutar de la vida	0	1	2	3	4
He aceptado mi enfermedad	0	1	2	3	4
Duermo bien	0	1	2	3	4
Disfruto de las cosas que suelo hacer por placer	0	1	2	3	4
Estoy satisfecho(a) con la calidad de mi vida en este momento	0	1	2	3	4

<b>PREOCUPACIONES ADICIONALES</b>					
Pregunta	No en absoluto	Un poco	Algo	Bastante	Mucho
Tengo entumecimiento u hormigueo en las manos	0	1	2	3	4
Tengo entumecimiento u hormigueo en los pies	0	1	2	3	4
Siento molestias en las manos	0	1	2	3	4
Siento molestias en los pies	0	1	2	3	4
Tengo dolor en las articulaciones o calambres musculares	0	1	2	3	4
Me siento débil en todo el cuerpo	0	1	2	3	4
Tengo dificultades para oír	0	1	2	3	4
Escucho un zumbido o pitido en los oídos	0	1	2	3	4
Tengo problemas para abrochar botones	0	1	2	3	4
Tengo problemas para sentir la forma de pequeños objetos cuando están en mi mano	0	1	2	3	4
Tengo problemas para caminar	0	1	2	3	4

*Nota:* Este cuestionario (adaptado al castellano) es específico para medir la variable de neurotoxicidad en pacientes con cancer. FACIT.org. (n.d.). FACT-GOG-NTX: Functional Assessment of Cancer Therapy/Gynecologic Oncology Group – Neurotoxicity. Recuperado de <https://www.facit.org/measures/fact-gog-ntx>



## 9.5 Anexo V: EORT QLQ-C30 versión en español

SPANISH (SPAIN)

**Paciente: ES-□□□-□□□**


### EORTC QLQ-C30 (versión 3)

Estamos interesados en conocer algunas cosas sobre usted y su salud. Por favor, responda a todas las preguntas personalmente, rodeando con un círculo el número que mejor se aplique a su caso. No hay contestaciones "acertadas" o "desacertadas". La información que nos proporcione será estrictamente confidencial.

 Fecha de hoy (día, mes, año):                      31          

	<b>En absoluto</b>	<b>Un poco</b>	<b>Bastante</b>	<b>Mucho</b>
1. ¿Tiene alguna dificultad para hacer actividades que requieran un esfuerzo importante, como llevar una bolsa de compra pesada o una maleta?	1	2	3	4
2. ¿Tiene alguna dificultad para dar un paseo <u>largo</u> ?	1	2	3	4
3. ¿Tiene alguna dificultad para dar un paseo <u>corto</u> fuera de casa?	1	2	3	4
4. ¿Tiene que permanecer en la cama o sentado/a en una silla durante el día?	1	2	3	4
5. ¿Necesita ayuda para comer, vestirse, asearse o ir al servicio?	1	2	3	4

#### **Durante la semana pasada:**

	<b>En absoluto</b>	<b>Un poco</b>	<b>Bastante</b>	<b>Mucho</b>
6. ¿Ha tenido algún impedimento para hacer su trabajo u otras actividades cotidianas?	1	2	3	4
7. ¿Ha tenido algún impedimento para realizar sus aficiones u otras actividades de ocio?	1	2	3	4
8. ¿Tuvo sensación de "falta de aire" o dificultad para respirar?	1	2	3	4
9. ¿Ha tenido dolor?	1	2	3	4
10. ¿Necesitó parar para descansar?	1	2	3	4
11. ¿Ha tenido dificultades para dormir?	1	2	3	4
12. ¿Se ha sentido débil?	1	2	3	4
13. ¿Le ha faltado el apetito?	1	2	3	4
14. ¿Ha tenido náuseas?	1	2	3	4
15. ¿Ha vomitado?	1	2	3	4
16. ¿Ha estado estreñado/a?	1	2	3	4

Por favor, continúe en la página siguiente

Durante la semana pasada:	En absoluto	Un poco	Bastante	Mucho
17. ¿Ha tenido diarrea?	1	2	3	4
18. ¿Estuvo cansado/a?	1	2	3	4
19. ¿Interfirió algún dolor en sus actividades diarias?	1	2	3	4
20. ¿Ha tenido dificultad en concentrarse en cosas como leer el periódico o ver la televisión?	1	2	3	4
21. ¿Se sintió nervioso/a?	1	2	3	4
22. ¿Se sintió preocupado/a?	1	2	3	4
23. ¿Se sintió irritable?	1	2	3	4
24. ¿Se sintió deprimido/a?	1	2	3	4
25. ¿Ha tenido dificultades para recordar cosas?	1	2	3	4
26. ¿Ha interferido su estado físico o el tratamiento médico en su vida <u>familiar</u> ?	1	2	3	4
27. ¿Ha interferido su estado físico o el tratamiento médico en sus actividades <u>sociales</u> ?	1	2	3	4
28. ¿Le han causado problemas económicos su estado físico o el tratamiento médico?	1	2	3	4

**Por favor en las siguientes preguntas, ponga un círculo en el número del 1 al 7 que mejor se aplique a usted**

29. ¿Cómo valoraría su <u>salud</u> general durante la semana pasada?	1	2	3	4	5	6	7
	Pésima						Excelente
30. ¿Cómo valoraría su <u>calidad de vida</u> en general durante la semana pasada?	1	2	3	4	5	6	7
	Pésima						Excelente

© QLQ-C30 Copyright 1995 EORTC Quality of Life Group. Reservados todos los derechos. Versión 3.0

*Nota:* Cuestionario para dar respuesta a la variable calidad de vida específico para pacientes con cáncer. *European Organisation for Research and Treatment of*

*Cancer.* (n.d.). The EORTC QLQ-C30 Questionnaire: Spanish (Spain) version. Recuperado el 20 de diciembre del 2024, de <https://www.aecima.com/wp-content/uploads/2022/06/QLQ-C30-Spanish-Spain.pdf>

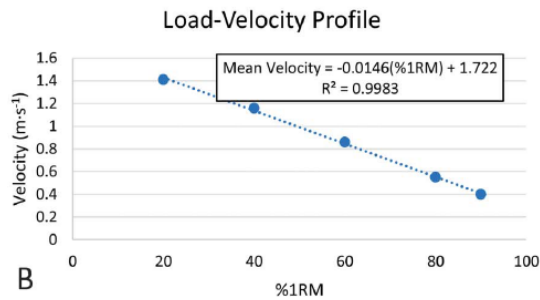
## 9.6 Anexo VI: Sesión tipo para cálculo del 1RM traducida al castellano.

Pasos para desarrollar un perfil Fuerza-Velocidad para un deportista en la Sentadilla Trasera	
Sesión 1	Sesión 2
Calentamiento con movimientos dinámicos y estiramientos	Después de 48 horas de recuperación. El deportista vuelve y realiza repeticiones con el 20, 40, 60, 80 y 90% del 1RM
Realiza 3 Repeticiones con 20, 40 y 60%	Deben realizarse 3 repeticiones con cargas del 20 al 60% y 1 repetición con 80-90%
Realiza una repetición entre el 80 y 90%	Para las series que implican varias repeticiones (20-60%) hay que quedarse con la MV de la más rápida.
Se permiten 5 máximos intentos de alcanzar 1rm	Con esta información se individualizará los perfiles Fuerza-Velocidad hechos con Microsoft Excel. utilizando la VM trazada frente a la carga relativa se aplicará con mayor precisión.
Después de intentos exitosos, la carga de la barra puede ser aumentada para el atleta con cargas entre 0,5 y 2,5KG	Esta ecuación puede ser utilizada para modificar cargas de entrenamiento durante y entre sesiones.
El último intento exitoso con una sentadilla completa con técnica correcta puede establecerse como 1rm	
Se dejarán 48 horas entre las pruebas.	
1RM= 1 repetición máxima	

*Nota:* Tabla adaptada explicativa del protocolo de calentamiento para realizar una valoración del 1RM. a lo largo de 2 sesiones. Weakley, JJ, Wilson, KM, Till, K., Read, DB, Darrall-Jones, J., Roe, GA y Jones, BL (2020). [La retroalimentación visual durante el entrenamiento de resistencia basado en la velocidad](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468) mejora el rendimiento en los atletas. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32 (4), 917-924 . <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468>

### 9.7 Anexo VII: *Tabla de perfil fuerza velocidad:*

%1RM	Mean Velocity
20	1.41
40	1.16
60	0.86
80	0.55
90	0.40



*Nota:* Tabla A aparecen las velocidades a las que se ha levantado el % del 1 RM. Tabla B: aparece el gráfico entre velocidad y peso.. Weakley, JJ, Wilson, KM, Till, K., Read, DB, Darrall-Jones, J., Roe, GA y Jones, BL (2020). [La retroalimentación visual durante el entrenamiento de resistencia basado en la velocidad](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468) mejora el rendimiento en los atletas. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32 (4), 917-924 . <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468>

## 9.8 Anexo VIII: Velocidades asociadas al 1RM traducida al castellano.

Umbral mínimo de velocidad para ejercicios básicos de entrenamiento de fuerza				
Press de banca	González-Badillo y Sánchez-Medina (32)	120 hombres jóvenes saludables	0,16 ± 0,04 m/s	0,17 m/s
	Sánchez-Medina et al. (75)	75 atletas	0,17 ± 0,04 m/s	
	García-Ramos et al. (27)	30 hombres saludables	0,17 ± 0,03 m/s	
	Helms et al. (38)	15 powerlifters	0,10 ± 0,04 m/s	
Remo prono con barra	Loturco et al. (54)	30 atletas	0,51 ± 0,07 m/s	0,50 m/s
	Sánchez-Medina et al. (75)	75 atletas	0,52 ± 0,06 m/s	
	García-Ramos et al. (30)	26 atletas	0,48 ± 0,04 m/s	
Dominadas pronas	Sánchez-Moreno et al. (78)	52 candidatos a bombero	0,20 ± 0,05 m/s	0,23 m/s
	Muñoz-López et al. (58)	82 hombres entrenados en resistencia	0,26 ± 0,05 m/s	
Press militar sentado	Balsalobre-Fernández et al. (3)	39 participantes entrenados en resistencia	0,19 ± 0,05 m/s	0,19 m/s
	García-Ramos et al. (29)	24 participantes saludables	0,20 ± 0,05 m/s	
Jalón al pecho	Pérez-Castilla et al. (65)	23 participantes saludables	0,47 ± 0,04 m/s	0,47 m/s
Remo sentado en máquina	Pérez-Castilla et al. (69)	23 participantes saludables	0,40 ± 0,05 m/s	0,40 m/s
Sentadilla	Conceição et al. (13)	15 atletas masculinos	0,32 ± 0,04 m/s	0,30 m/s
	Sánchez-Medina y González-Badillo	80 hombres entrenados en fuerza	0,32 ± 0,03 m/s	
	Banyard et al. (6)	15 powerlifters	0,23 ± 0,05 m/s	
	Helms et al. (38)	17 hombres entrenados en fuerza	0,24 ± 0,06 m/s	
Peso muerto	Ruf et al. (73)	11 atletas entrenados en resistencia	No especificado	0,15 m/s
	Helms et al. (38)	15 powerlifters	0,14 ± 0,05 m/s	
	Lake et al. (51)	12 hombres activos	0,16 ± 0,05 m/s	
Hip-thrust	de Hoyo et al. (20)	102 estudiantes de ciencias del deporte	0,25 ± 0,03 m/s	0,25 m/s
Prensa de pierna	Conceição et al. (13)	15 atletas masculinos	0,21 ± 0,04 m/s	0,21 m/s
Nota: *Variación en máquina Smith del ejercicio.				
1RM: Repetición con Máximo peso MV: Velocidad mediad del levantamiento V1 RM: Velocidad asociada con el levantamiento de la carga máxima				

Nota: Tabla de velocidad de ejecución asociadas a los diferentes máximos de cada ejercicio, la equivalencia sería con la del 1RM. Weakley, JJ, Wilson, KM, Till, K., Read, DB, Darrall-Jones, J., Roe, GA y Jones, BL (2020). [La retroalimentación visual durante el entrenamiento de resistencia basado en la velocidad](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468) mejora el rendimiento en los atletas. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32 (4), 917-924 . <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468>

**9.9 Anexo IX: Tabla de velocidad de ejecución en Sentadilla Trasera traducida al castellano.**

Velocidad media (m/s) individualizada para la sentadilla trasera con peso libre.										
Intensidad	Repeticiones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Máxima	0,26	0,34	0,38	0,41	0,47	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63
Muy pesada	0,29	0,35	0,39	0,42	0,48	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64
Pesada	0,35	0,42	0,46	0,49	0,54	0,58	0,61	0,64	0,67	0,69
Moderadamente pesada	0,42	0,49	0,53	0,55	0,60	0,64	0,67	0,70	0,72	0,75
Moderada	0,50	0,56	0,59	0,62	0,67	0,70	0,73	0,75	0,78	0,80
Moderadamente ligera	0,57	0,63	0,66	0,68	0,73	0,76	0,79	0,81	0,83	0,86
Ligera	0,64	0,70	0,73	0,75	0,79	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
Muy ligera	0,71	0,76	0,80	0,82	0,86	0,89	0,91	0,93	0,95	0,97

Nota: Tabla de velocidad de ejecución asociadas intensidades y número de repeticiones logradas con esa carga en sentadilla trasera. Weakley, JJ, Wilson, KM, Till, K., Read, DB, Darrall-Jones, J., Roe, GA y Jones, BL (2020). [La retroalimentación visual durante el entrenamiento de resistencia basado en la velocidad](#) mejora el rendimiento en los atletas. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32 (4), 917-924 . <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002468>

**9.10 Anexo X: Tabla predicción 1RM**

$\text{PREDICTED 1-RM} = \frac{\text{Weight Lifted}}{1.0278 - .0278X}$ <p>where X = the number of reps performed</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota: Tabla para predecir el 1RM basándose en el peso levantado y las repeticiones ejecutadas. Brzycki, M. (1993). Pruebas de fuerza: [predicción de](#) una repetición máxima a partir de las repeticiones hasta la fatiga. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88–90. <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>

### 9.11 Anexo XI: *Presupuesto de gastos*

Presupuesto Económico	
Servicio	Importe (Euros)
Salario tecnicos DEXA y Tforce	18000
Salario Enfermeros	2000
Salario Experto Análisis de datos	1000
Salario Psicólogos	24000
Coste análisis de laboratorio	3000
Material necesariro (T-force,papeleria,etc)	5000
<b>Total</b>	<b>53000</b>

*Nota:* Desglose de presupuesto de gastos económicos del proyecto. (Elaboración propia).