

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

## FACULTAD DE MEDICINA

### UNIDAD DE SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN



### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

*“UTILIDAD DEL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN APARENTE PARA IDENTIFICAR LESIONES HEPÁTICAS MALIGNAS EN EL CENTRO DE DIAGNÓSTICO RESOMASA 2022 AL 2024”*

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE MÉDICO ESPECIALISTA EN:**

RADIOLOGÍA

**AUTOR:**

MC. CHAVEZ ABANTO JHERALDDYNNE ALEXANDRA

**ASESOR:**

MC. ALEXANDER BURGA ROJAS  
Código ORCID: 0009-0004-6651-7800

Cajamarca, Perú  
2025

## **CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. Investigador: Jheralldynne Alexandra Chavez Abanto  
DNI. 71995542  
Escuela Profesional/Unidad UNC: Unidad de Segunda Especialización – Residentado Médico
2. Asesor: MC. Alexander Indalecio Burga Rojas  
Facultad/ Unidad UNC: Facultad de Medicina
3. Grado Académico o título Profesional: Segunda Especialidad – **Radiología**
4. Tipo de Investigación: Trabajo Académico
5. Título de Proyecto de Investigación: "**UTILIDAD DEL COEFICIENTE DE DIFUSIÓN APARENTE PARA IDENTIFICAR LESIONES HEPÁTICAS MALIGNAS EN EL CENTRO DE DIAGNÓSTICO RESOMASA 2022 AL 2024**"
6. Fecha de Evaluación: 16/10/2025
7. Software Antiplagio: TURNITIN
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 17%
9. Código Documento: oid: 3117:513643871
10. Resultado de la Evaluación de Similitud: **APROBADO**

Cajamarca, 17 de octubre del 2025



## **Capítulo I: Generalidades**

### **1.1 Título del proyecto de investigación:**

"Utilidad del coeficiente de difusión aparente para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico RESOMASA, 2022-2024."

### **1.2 Autor del proyecto**

**Jheralddynne Alexandra Chávez Abanto**

### **1.3 Especialidad**

Radiología

### **1.4 Asesor del proyecto**

Alexander Burga Rojas

### **1.5 Área de investigación:**

Medicina Clínica: Radiología

### **Línea de investigación:**

Cáncer de Hígado

### **1.6 Tipo de investigación**

Básica

### **1.7 Régimen de investigación:**

Libre

### **1.8 Institución donde se desarrollará el proyecto:**

Centro de Diagnóstico por Imágenes RESOMASA.

### **1.9 Localidad donde se desarrollará el proyecto:**

Lima, Perú.

**1.10 Duración total del proyecto:**

Fecha de inicio: abril de 2025.

Fecha de culminación: octubre de 2025.

**1.11 Cronograma de actividades:**

Denominación de la actividad	MESES						
	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT
1. Diseño y elaboración del proyecto de tesis	X	X					
2. Presentación del proyecto de tesis		X					
3. Aprobación del proyecto de tesis		X					
4. Aplicación de los instrumentos de investigación			X				
5. Procesamiento y análisis de datos			X	X			
6. Redacción del informe final					X	X	
7. Revisión y reajuste del informe final						X	
8. Presentación del informe final							X
9. Aprobación del informe final							X

**1.12 Recursos disponibles:**

Recursos humanos: asesor metodológico y estadístico.

Recursos materiales: material de escritorio, impresora, memoria externa.

Servicios: movilidad, imprenta, telefonía móvil, internet.

**1.13 Presupuesto:**

RUBROS	PARCIAL	TOTAL
<b>A) RECURSOS HUMANOS</b>	S/. -	S/. 550.00
Asesor metodológico	550.00	
Asesor estadístico		550.00
<b>B) BIENES</b>	S/. 600.00	S/. 200.00
Material de escritorio	600.00	
Tinta para impresión	200.00	
Memoria externa	100.00	900.00
<b>C) SERVICIOS</b>	S/. 1300.00	S/. 300.00
Movilidad	1300.00	
Fotocopiado	300.00	
Impresión	400.00	
Telefonía móvil	300.00	
Internet	400.00	2700.00
	TOTAL S/. 4150.00	

**1.14 Financiamiento:**

Autofinanciado.

## **Capítulo II: Plan de investigación**

### **2.1 Definición y delimitación del problema de investigación:**

El cáncer de hígado se ha convertido en un desafío en el campo de la salud mundial y se mantiene entre las principales causas de muerte relacionada con el cáncer, cuyas tasas de mortalidad van en aumento en muchos países (1). El cáncer primario de hígado es el sexto cáncer más diagnosticado a nivel mundial y la cuarta causa principal de muerte relacionada con el cáncer. Cabe destacar que, desde el punto de vista histológico, este se puede dividir en dos categorías principales: el carcinoma hepatocelular (CHC), responsable del 75% de todos los cánceres de hígado y el colangiocarcinoma intrahepático, que representa el 15%. Actualmente, más del 90% de los casos de CHC se presentan en personas que tienen una enfermedad hepática crónica (2).

En Sudamérica, según un estudio de la Red Sudamericana de Investigación del Hígado (SALRN), donde participó el Perú, encontraron que el principal factor de riesgo fue la enfermedad del hígado graso no alcohólico (37%), seguida por hepatitis C (17%), hepatitis B (12%) y consumo de alcohol (11%). Además, el 80% de los casos ocurrieron en pacientes con cirrosis (3). En el contexto nacional, de acuerdo con datos del Observatorio Mundial del Cáncer (GCO), el Perú tiene una incidencia de cáncer de hígado y vías biliares de 4.9 por cada 100 mil habitantes y una mortalidad del 4.2 por cada 100 mil habitantes (4). Respecto a la región Cajamarca, se sabe que llegó a ser la tercera región del Perú con mayor incidencia registrada de cáncer hepático y de las vías biliares (5).

A pesar de los avances en la supervivencia global, la mortalidad continúa siendo elevada. Por ello, se da prioridad a su detección precoz, ya que esta permite mayores posibilidades de aplicar tratamientos con un fin curativo (6). Sin embargo, lograr esto no es del todo sencillo, especialmente porque el hígado puede albergar múltiples tipos de lesiones benignas y malignas que a menudo son difíciles de diferenciar. Dentro de

todas las técnicas disponibles, la resonancia magnética ponderada por difusión (RMD) ha demostrado ser útil para distinguir estas lesiones, pero no hay consenso sobre un punto de corte claramente establecido para valores como el coeficiente de difusión aparente (ADC), utilizado para el análisis cuantitativo (7).

Por lo tanto, a pesar de que el ADC cuantifica el movimiento de las moléculas de agua y se relaciona inversamente con la celularidad tumoral, diversos estudios han evidenciado que los tumores malignos, debido a su alta densidad celular, tienden a mostrar valores de ADC más bajos en comparación con lesiones benignas (8). Todavía son escasos los estudios que abordan la utilidad de este marcador en las neoplasias hepáticas a nivel internacional, tampoco existen estudios en el ámbito nacional, aun cuando esta tecnología está disponible en diversas regiones y hospitales nacionales.

## **2.2 Formulación del problema de investigación:**

¿El coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética es útil para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico RESOMASA entre el 2022 y 2024?

## **2.3 Objetivos de la investigación:**

### **2.3.1 Objetivo general:**

- Evaluar la utilidad del coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico RESOMASA entre el 2022 y 2024.

### **2.3.2 Objetivos específicos:**

- Determinar el área bajo la curva y el mejor punto de corte del coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética para identificar lesiones hepáticas malignas.
- Medir a partir del punto de corte calculado la sensibilidad, especificidad y el valor predictivo positivo y negativo del coeficiente de difusión

aparente por resonancia magnética para identificar lesiones hepáticas malignas.

- Analizar la asociación independiente entre el coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética y la presencia de lesiones hepáticas malignas.
- Evaluar la asociación de la edad, sexo, localización y tamaño de la lesión con el coeficiente de difusión aparente y la malignidad de las lesiones hepáticas.

#### **2.4 Justificación de la investigación:**

El presente estudio surge del interés por incrementar el conocimiento actual sobre el diagnóstico temprano y preciso de las lesiones hepáticas malignas en una región como Cajamarca, donde el acceso a métodos invasivos como la biopsia puede ser limitado y donde las tasas de incidencia de cáncer hepático van en aumento. La identificación adecuada de estas lesiones es fundamental para establecer un tratamiento oportuno, que incremente las posibilidades de cura y mejore el pronóstico de los pacientes. De esta manera, se generará conocimiento local y se podrá fortalecer el uso de una técnica avanzada que ya está disponible en el Perú, pero que aún no cuenta con evidencia validada en su uso de manera rutinaria.

Los beneficios esperados incluyen la optimización de los protocolos de diagnóstico por imágenes en el Hospital Regional Docente de Cajamarca (HRDC), la reducción de procedimientos invasivos innecesarios y el fortalecimiento de las decisiones clínicas en oncología hepática. Además, los principales beneficiarios serán los pacientes con sospecha de cáncer hepático, quienes podrían recibir diagnósticos en el menor tiempo posible, así como los médicos tratantes, que dispondrán de una herramienta útil para la práctica diaria.

Finalmente, los hallazgos de este estudio contribuirán al desarrollo académico y científico de la región y servirán de base para futuras

investigaciones en el campo del diagnóstico por imágenes. Además, permitirán comparar los resultados con estudios realizados en poblaciones con características distintas a las de los pacientes que acuden un centro de diagnóstico de imágenes privado, con el objetivo de identificar posibles diferencias en la presentación, evolución y respuesta diagnóstica de las lesiones hepáticas malignas.

## **2.5 Limitaciones de la investigación:**

Este estudio presenta como principales limitaciones es que según el momento de la recolección de datos es retrospectivo, por lo que depende de la calidad de los registros clínicos e informes radiológicos, lo que puede generar sesgos de información. Además, al realizarse en un solo centro, la generalización de los resultados será limitada. Finalmente, aunque se controlarán algunas variables confusoras, podrían existir factores no medidos que influyan en la relación entre el ADC y la malignidad de las lesiones hepáticas.

## **2.6 Consideraciones éticas:**

Luego de solicitar los permisos necesarios se garantizará la confidencialidad de los datos de los pacientes con el uso de códigos. Toda la información obtenida se utilizará con fines científicos y será guardada en una base de datos con acceso sólo al investigador principal. Los resultados de las pruebas de imagen serán analizados y no se revelará a terceros

## **3.0 Marco teórico:**

### **3.1 Antecedentes del problema**

Alareer et al, en Iraq (2025) realizaron un estudio transversal con el objetivo de evaluar la eficacia del Sistema LI-RADS en la clasificación del Carcinoma hepatocelular (CHC) y los nódulos hepáticos benignos. En una muestra de 43 pacientes encontraron que la imagen de resonancia magnética en fase arterial (DCE-MRI) alcanzó una precisión diagnóstica óptima con un área bajo la curva

(AUC) de 1,00, alcanzando una sensibilidad y especificidad del 100 %. Las imágenes ponderadas en T2 también mostraron un alto rendimiento diagnóstico, con un AUC de 0,801, mientras que los valores de ADC de las secuencias ponderadas por difusión (DWI) mostraron una eficacia limitada para diferenciar el CHC de las lesiones benignas (AUC = 0,512). Los investigadores concluyen que la DCE-MRI mejora significativamente la precisión del LI-RADS en la clasificación del CHC frente a los nódulos hepáticos benignos (10).

Abdelgawad et al. en Egipto (2024) realizaron un estudio de tipo transversal con el objetivo de analizar la utilidad de la imagen de resonancia magnética ponderada por difusión (DWI) y la elastografía por resonancia magnética (MRE) en la identificación y diferenciación de lesiones hepáticas focales benignas y malignas. En una muestra de 90 lesiones hepáticas focales (29 benignas y 61 malignas) se encontró valores de corte  $> 4.23$  para la MRE y  $\leq 1.43$  para la DWI con valores de área bajo la curva (AUC) de 0.99 y 0.89, sensibilidades y especificidades de 96.7%, 93.1% y 85.2%, 89.7% respectivamente. Concluyeron que la elastografía por resonancia magnética (MRE) resultó más sensible que la imagen de resonancia magnética ponderada por difusión (DWI) para identificar lesiones hepáticas focales benignas y malignas (11)

Jia Tabassum y Haider Haania, en Pakistán (2024) realizaron un estudio transversal con el objetivo de determinar la precisión diagnóstica de la resonancia magnética ponderada por difusión (DWI) en la diferenciación de lesiones hepáticas malignas de benignas, tomando la histopatología como estándar de referencia. De los 125 pacientes que presentaron una masa hepática la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo, el valor predictivo negativo y la precisión diagnóstica de la RM con DW para el diagnóstico de lesiones hepáticas focales malignas fueron 92,3 %, 93,6 %, 96 %, 88 % y 92,8 %, respectivamente. Los investigadores concluyeron que la resonancia magnética ponderada por difusión (DWI) tiene una alta precisión diagnóstica y, al ser precisa en el diagnóstico y en la diferenciación de las lesiones hepáticas focales benignas de las malignas, reduciría la necesidad de recurrir a la histopatología (12).

Chen et al. en China (2023) realizaron una evaluación retrospectiva con el objetivo de determinar la utilidad del coeficiente de difusión aparente (ADC) para diferenciar entre lesiones benignas y malignas clasificadas como LR-3 según el sistema LI-RADS 2018. En una muestra 122 nódulos hepáticos clasificados como LR-3 por LI-RADS, de los cuales 54 fueron malignos (49 CHC, 2 colangiocarcinomas intrahepáticos y 3 tumores combinados) y 68 benignos; se encontró que el valor medio de ADC fue de  $(1.01 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  para las lesiones malignas y de  $(1.41 \pm 0.31) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  para las benignas, con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.0001$ ). Concluyeron que los valores de ADC son útiles para diferenciar nódulos hepáticos benignos y malignos clasificados como LR-3 (13).

Saleh et al. en Egypto (2022) realizaron una evaluación retrospectiva con el objetivo de determinar el rol del coeficiente de difusión aparente (ADC) en el sistema LI-RADS v.2018 para la predicción de carcinoma hepatocelular (CHC). En una muestra de 137 lesiones hepáticas focales en 108 pacientes con riesgo de CHC encontraron que el valor medio de ADC fue de  $2.11 \pm 0.47$  y  $(2.08 \pm 0.47) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  para LR-1 y LR-2;  $1.28 \pm 0.12$  y  $(1.36 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  para LR-3;  $1.07 \pm 0.08$  y  $(1.08 \pm 0.12) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  para LR-4, LR-5 y LR-TIV; y  $1.02 \pm 0.09$  y  $1.00 \pm 0.09 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  para LR-M. Concluyeron que la inclusión del valor de ADC en el sistema LI-RADS v2018 mejora la diferenciación entre categorías y puede contribuir a la predicción del CHC (14).

Helmy et al. en Egipto (2022) realizaron un estudio transversal con el objetivo de evaluar el rol de la imagen por resonancia magnética potenciada por difusión (DWI) y del coeficiente de difusión aparente (ADC) en la diferenciación del hemangioma de las metástasis hepáticas. En una muestra de 50 pacientes encontraron que las metástasis hepáticas tuvieron valor medio de ADC de  $0.93$  ( $SD 0.21$ )  $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  y los hemangiomas un valor medio de ADC de  $1.96$  ( $SD 0.21$ )  $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ . El ADC tuvo una sensibilidad y especificidad del 100 % y del 95,8 %, respectivamente, y una precisión del 97,4 % en la diferenciación entre casos de hemangioma y metástasis para un valor de corte de  $1,55 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ .

Concluyeron que el análisis cualitativo y cuantitativo combinado de los valores de DWI y ADC respectivamente, puede ayudar a diferenciar entre hemangioma hepático y depósitos metastásicos (15).

Huda et al. en Iraq (2022) realizaron una investigación de tipo transversal con el objetivo de evaluar la utilidad de la imagen potenciada en difusión (DWI) y el valor del coeficiente de difusión aparente (ADC) en diferenciar masas hepáticas sólidas en benignas y malignas. En una muestra de 64 lesiones encontraron un valor medio del ADC para lesiones benignas de  $(1.8 \pm 0.7) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  y para lesiones malignas de  $(1.3 \pm 0.4) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , estadísticamente significativo entre ambos grupos ( $p < 0.001$ ). Concluyeron que el valor del ADC es un indicador fiable para diferenciar lesiones benignas de malignas (16).

Gultekin et al. en Turquía (2021) realizaron una evaluación retrospectiva para evaluar diferencias en los valores de ADC de metástasis hepáticas de tumores neuroendocrinos gastroenteropancreáticos (GEP-NET) y adenocarcinomas. En una muestra de 283 lesiones metastásicas (167 de GEP-NET y 116 de adenocarcinomas) encontraron que los valores de ADC y el valor medio de ADC fueron significativamente más bajos en el grupo GEP-NET en comparación con el grupo de adenocarcinoma. El análisis de la curva ROC mostró una diferencia significativa para los valores de ADC y el valor medio de ADC, con AUC de 0.73 y 0.79, respectivamente. Los valores de corte fueron  $933 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$  para el ADC y  $801 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$  para el valor medio de ADC. Concluyeron que los valores de ADC y el valor medio de ADC permiten diferenciar metástasis hepáticas por GEP-NET de adenocarcinomas, siendo más bajos en las primeras (17).

Zhang et al. en China (2021) realizaron un estudio transversal con el objetivo de evaluar el valor diagnóstico de la imagen de resonancia magnética potenciada por difusión (DWI) y del coeficiente de difusión aparente (ADC) en la diferenciación de lesiones hepáticas benignas y malignas. En una muestra de 310 lesiones encontraron que el valor del ADC para lesiones malignas fue inferior a lesiones benignas, estadísticamente significativo  $p < 0.05$ . Hubo diferencia significativa para la proporción de DWI entre lesiones hepáticas benignas y

malignas. El área bajo la curva (AUC) de las características morfológica de DWI con el valor del ADC fue significativamente más alto que los valores aislados ( $p=0.0277$ ,  $p < 0.0001$ ). Concluyeron que la aplicación combinada de las características morfológicas del DWI con el ADC es de mayor valor en la diferenciación de lesiones benignas y malignas (18).

Yilmaz et al. en Turquía (2021) evaluaron retrospectivamente imágenes de resonancia magnética con el objetivo de determinar el valor del coeficiente de difusión aparente (ADC) para colangiocarcinoma intrahepático (IHCC) y para metástasis hepáticas originadas por tumores estromales gastrointestinales (GIST). En una muestra de 53 pacientes con metástasis hepáticas y 10 IHCC encontraron que el valor medio del ADC fue significativamente más alto en los pacientes con IHCC que aquellos con metástasis ( $p<0.001$ ); el análisis de la curva ROC mostró una alta precisión diagnóstica para el valor medio de ADC, con un área bajo la curva (AUC) de 0.879, el valor de punto de corte fue de  $<1178 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ . Concluyeron que el valor del ADC permite diferenciar al colangiocarcinoma intrahepático (IHCC) de las metástasis hepáticas originadas por tumores estromales gastrointestinales (GIST)(19).

Areij Alzubaidi y Kassim Taj-Aldean, en Iraq (2019) realizaron una investigación de tipo transversal con el objetivo de diferenciar masas hepáticas sólidas en benignas y malignas mediante imágenes de resonancia magnética potenciadas en difusión (DWI). En una muestra de 85 lesiones encontraron un valor medio del ADC de  $(1.2 \pm 0.51) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , un valor medio del ADC para lesiones benignas de  $(1.7 \pm 0.11) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  con un rango de 0.72-2.78 y para lesiones malignas de  $(0.61 \pm 0.09) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  con un rango de 0.42-1.68, estadísticamente significativo entre ambos grupos ( $p=0.001$ ). Concluyeron que el análisis cuantitativo de las lesiones hepáticas sólidas mediante DWI tiene mejores resultados para diferenciar lesiones benignas de malignas (20).

Tarun et al. en Canadá (2018) analizaron retrospectivamente imágenes de resonancia magnética con el objetivo de evaluar la utilidad del valor absoluto del ADC de las lesiones hepáticas y el valor de la relación entre los valores del ADC

de una lesión hepática y del parénquima para diferenciar una lesión benigna de una maligna. Se revisaron 75 lesiones (39 benignas y 36 malignas). El valor medio de ADC para las lesiones benignas fue de 1678 y para las lesiones malignas de 1097 con una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ( $p<0.001$ ). Se identificó un valor de punto de corte de 1260 para diferenciar lesión benigna de maligna con una sensibilidad de 92% y una especificidad de 80%. Concluyeron que el valor de la relación del ADC entre la lesión y el parénquima hepático es superior a los valores absolutos del ADC para diferenciar lesiones focales benignas de malignas (21).

Mungai et al. en Italia (2014) revisaron retrospectivamente estudios de resonancia magnética mediante imágenes potenciadas en difusión, con el objetivo de evaluar la utilidad del coeficiente de difusión aparente (ADC) en la caracterización y clasificación de las lesiones hepáticas focales no quísticas. Se analizaron 388 lesiones de las cuales 195 fueron benignas y 193 malignas. El valor medio de ADC para las lesiones malignas fue de  $0.98 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , mientras que para las lesiones benignas fue de  $1.43 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , observándose una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ( $p<0.05$ ). La sensibilidad y especificidad para malignidad fue de 86.6% 73.6% respectivamente con un valor de corte del ADC de  $1.07 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ . Los investigadores concluyeron que el CDA puede ayudar en la clasificación de las lesiones hepáticas focales en aproximadamente la mitad de los casos (22).

### **3.2 Bases teóricas**

El cáncer de hígado es el sexto más diagnosticado a nivel mundial y representa la tercera causa principal de muerte por cáncer (23). Por su parte, el CHC es la forma más común, con una tasa de supervivencia general a 5 años es de alrededor del 2%, aumentando a 34% en casos localizados y reduciéndose a solo 3% en casos con metástasis a distancia (23). La mortalidad por CHC en la Latinoamérica oscila entre 2.8 y 6.3 por cada 100.000 habitantes, con una relación incidencia-mortalidad cercana a 1, lo que evidencia su alta letalidad.

(24). En el Perú, el CHC es el tercer cáncer digestivo más común y causa 17.7 muertes por cada 100 000 habitantes, con más de 2170 casos nuevos al año, según el Ministerio de Salud (25).

Las neoplasias malignas hepáticas primarias consisten en CHC (75-85%) y neoplasias malignas no CHC, que incluyen colangiocarcinoma intrahepático (10-15%), colangiocarcinoma hepatocelular combinado (<1%) y otras neoplasias malignas raras (26). Particularmente, el CHC tiene una etiología multifactorial, siendo la cirrosis hepática su principal antecedente en el 80 a 90 % de los casos. Esta condición suele originarse por el consumo excesivo de alcohol, infecciones crónicas por los virus de la hepatitis B y C, así como por enfermedades metabólicas como la esteatohepatitis no alcohólica. Además, se han identificado factores ambientales que contribuyen al desarrollo del CHC, como la exposición a aflatoxinas, pesticidas y metales tóxicos como el arsénico (27).

La presentación clínica del CHC varía según la presencia o no de cirrosis. En etapas tempranas, el CHC sin cirrosis puede ser asintomático, con una mediana de edad de aparición de 69 años. En pacientes con cirrosis, los síntomas incluyen signos de insuficiencia hepática descompensada, dolor abdominal (el más común), pérdida de peso y ascitis. También pueden presentarse síndromes paraneoplásicos como hipoglucemia o alteraciones cutáneas, y complicaciones como sangrado varicoso o encefalopatía. Las metástasis extrahepáticas más frecuentes se encuentran en pulmones, ganglios linfáticos, huesos y glándulas suprarrenales (28).

En relación con el diagnóstico, una característica particular de la identificación del CHC es que puede realizarse de forma no invasiva mediante estudios de imagen en pacientes de alto riesgo, sin necesidad de confirmación patológica, la cual vendría a ser el método estándar de oro del diagnóstico de esta patología (29,30). Actualmente, la tomografía computarizada (TC) y la RM son recomendadas como herramientas diagnósticas de elección para el CHC, ya que ofrecen una alta capacidad para diferenciar entre distintos tipos de

neoplasias hepáticas (31), aunque también se viene utilizando la ecografía con contraste (32). En la búsqueda de estandarizar los hallazgos obtenidos por estas técnicas, diversas sociedades internacionales han establecido guías para estandarizar la obtención, interpretación y reporte de las imágenes diagnósticas (33).

Uno de los sistemas creados para esta estandarización, y que es ampliamente difundido, es el LI-RADS, aplicable tanto a TC, RM como a ecografía. Este clasifica los nódulos hepáticos según la probabilidad de malignidad. Sin embargo, las diferencias en interpretación entre técnicas y profesionales pueden afectar la precisión del diagnóstico (31). En su última versión, LI-RADS clasifica las lesiones hepáticas según la probabilidad de CHC, donde LR-1 indica lesión definitivamente benigna; LR-2, probablemente benigna; LR-3, probabilidad intermedia de malignidad; LR-4, probablemente CHC; y LR-5, diagnóstico definitivo de CHC. Además, se incluyen LR-M para lesiones probablemente malignas pero no específicas de CHC, LR-TIV para tumores con invasión vascular, y LR-TR para masas tratadas (34).

Por su parte, la RMD ha crecido exponencialmente como herramienta diagnóstica, permitiendo explorar la microestructura tisular gracias al desplazamiento del agua dentro de los tejidos. Este método diagnóstico se basa en la ecuación de difusión de Einstein, que asume una difusión libre como en un vaso de agua, con una distribución de los desplazamientos moleculares que sigue una ley gaussiana. Sin embargo, esto no ocurre en los tejidos biológicos, ya que los desplazamientos moleculares se ven obstaculizados por numerosos elementos, como membranas celulares, fibras o macromoléculas (35). Bajo estas características se calcula el ADC, el cual permite la evaluación cuantitativa y la velocidad del movimiento de la molécula browniana dentro del espacio intersticial (36).

Entonces, el ADC se calcula utilizando imágenes obtenidas mediante RMD con distintos valores de sensibilidad al movimiento molecular, llamados valores b. El método más común es el modelo monoexponencial, que asume una

distribución gaussiana del desplazamiento de las moléculas de agua. En este modelo, el ADC se obtiene a partir de la pendiente de la línea que relaciona el logaritmo de la señal con los valores b, reflejando la disminución de señal por difusión. Su precisión depende del número y tipo de valores b utilizados. Además, al calcular el ADC en cada voxel, que es la unidad tridimensional más pequeña de la imagen, se puede generar un mapa que muestra la variación de la difusión en los tejidos (37).

De esta manera, los valores de ADC pueden cuantificarse utilizando al menos dos valores b, los cuales están influenciados por factores como la densidad celular, el espacio intercelular, la presencia de necrosis, la vascularización y la estructura del estroma. Por su parte, debido a que las lesiones malignas tienen una mayor densidad celular y restringen la difusión, se obtienen en valores de ADC más bajos. Lo opuesto ocurre cuando las observadas son las lesiones benignas, ya que estas suelen presentar valores más altos de ADC debido a una menor densidad celular y mayor libertad para el movimiento del agua. De esta manera, esta diferencia sugiere que el ADC podría ser utilizada como un marcador para distinguir entre lesiones benignas y malignas (9).

En la actualidad, la literatura científica ha explorado ampliamente el uso de la RMD y los valores de ADC para caracterizar tejidos normales y diversas patologías, demostrando su utilidad para diferenciar lesiones benignas y malignas. Sin embargo, existen estudios que plantean posibles limitaciones en su fiabilidad diagnóstica debido a que podrían existir solapamientos de valores entre ambos tipos de lesiones (9). Por tanto, son necesarios mayores estudios que permitan evaluar la verdadera utilidad de esta herramienta diagnóstica. Especialmente por la necesidad actual de contar con herramientas diagnósticas precisas que permitan diferenciar de manera no invasiva las lesiones hepáticas benignas de las malignas, especialmente en las diversas regiones del Perú, donde el acceso oportuno a biopsias o estudios complementarios puede ser limitado.

Cabe destacar que, existen escasos estudios internacionales que evalúen la utilidad del ADC para diferenciar las lesiones hepáticas benignas de las malignas. A esto se suma que, ni en el HRDC, ni en otros hospitales a nivel nacional, se cuenta con evidencia local que respalde su aplicación clínica sistemática. Por ello, resulta pertinente realizar una investigación sobre la utilidad del ADC como herramienta diagnóstica en esta población, con el fin de contribuir al diagnóstico temprano, mejorar la toma de decisiones terapéuticas y, potencialmente, tener un gran impacto en el pronóstico de los pacientes con sospecha de cáncer hepático.

### 3.1 Marco conceptual

- **Cárcinoma hepatocelular:** Es un tumor maligno primario del hígado que típicamente se desarrolla en el contexto de enfermedad hepática crónica, particularmente en pacientes con cirrosis o infección crónica por el virus de la hepatitis B. Además, representa aproximadamente el 75% de los tumores hepáticos primarios (38).
- **Resonancia magnética de difusión:** Es una técnica diagnóstica que evalúa la microestructura tisular mediante el movimiento de moléculas de agua, generando el coeficiente de difusión aparente, sensible a cambios fisiológicos y patológicos en los tejidos (35).
- **Coeficiente de difusión aparente:** Es una medida de la difusión de moléculas de agua dentro de los tejidos calculada por imágenes de resonancia magnética ponderadas por difusión (39).
- **Cáncer de hígado primario:** Es el cáncer que se origina directamente en el hígado e incluye varios tipos, siendo el CHC el más común en adultos (40).
- **Cáncer hepático secundario o metastásico:** Es el cáncer que no se origina en el hígado, sino que proviene de metástasis de tumores primarios de otros órganos como colon, pulmón, mama o páncreas (40).
- **LI-RADS:** Acrónimo de “*Liver Imaging Reporting and Data System*”, que es un sistema creado para estandarizar la interpretación y el informe de

imágenes por tomografía computarizada y resonancia magnética en el diagnóstico del CHC. Su objetivo es clasificar hallazgos hepáticos en pacientes con factores de riesgo para CHC, utilizando una terminología uniforme (41).

LI-RADS	DESCRIPCION
LR-NC	No categorizable
LR-1	Definitivamente benigno
LR-2	Probablemente benigno
LR-3	Probabilidad intermedia de malignidad
LR-4	Probablemente HCC
LR-5	Definitivamente HCC
LR-M	Probable o definitivamente maligno, pero no específico de HCC
LR-TIV	Tumor con invasión vascular

## 4.0 Formulación de hipótesis y operacionalización de variables

### 4.1 Hipótesis de investigación e hipótesis nula:

**Ha:** El coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética es útil para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico RESOMASA entre el 2022 y 2024.

**Ho:** El coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética no es útil para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico RESOMASA entre el 2022 y 2024.

#### 4.2 Cuadro de Operacionalización de variables:

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable independiente:</b> Coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética (ADC)	Parámetro cuantitativo obtenido por resonancia magnética funcional que mide la movilidad de las moléculas de agua en los tejidos.	Valor numérico registrado en mm <sup>2</sup> /s obtenido mediante secuencias DWI/ADC de la resonancia magnética hepática, correspondiente a cada lesión analizada.	Difusión de moléculas de agua en tejido hepático	Valor promedio de ADC en la lesión (mm <sup>2</sup> /s)	Cuantitativa continua
<b>Variable dependiente:</b> Presencia de lesión hepática maligna	Existencia de una neoplasia hepática primaria o secundaria, confirmada por anatomía patológica criterios imagenológicos estandarizados.	Clasificación de la lesión como <b>maligna</b> o <b>benigna</b> , según evaluación radiológica definitiva (LI-RADS).	Naturaleza de la lesión	<b>Diagnóstico final:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ LR-NC No categorizable</li> <li>▪ LR-1 Definitivamente benigno</li> <li>▪ LR-2 Probablemente benigno</li> <li>▪ LR-3 Probabilidad intermedia de malignidad</li> <li>▪ LR-4 Probablemente HCC</li> <li>▪ LR-5 Definitivamente HCC</li> <li>▪ LR-M Probable o definitivamente maligno pero no específico de HCC</li> <li>▪ LR-TIV Tumor con invasión vascular</li> </ul>	Cualitativa dicotómica
<b>Variables confusoras:</b> Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento del paciente hasta la fecha del estudio por RM.	Edad del paciente en años al momento del examen, según historia clínica.	Características demográficas	Edad en años cumplidos	Cuantitativa discreta

Sexo	Condición biológica que distingue a los individuos como masculino o femenino.	Sexo consignado en la historia clínica.	Características demográficas	Masculino / Femenino	Cualitativa dicotómica
Localización de la lesión	Segmento hepático donde se ubica la lesión observada por RM.	Registro del segmento hepático comprometido según informe de imagen.	Topografía hepática	Segmento hepático afectado (I–VIII)	Cualitativa politómica
Tamaño de la lesión	Medida de la dimensión máxima de la lesión hepática.	Tamaño en milímetros según medición por RM.	Morfología tumoral	Tamaño máximo (mm)	Cuantitativa continua

## **5.0 Metodología de la investigación**

### **5.1 Tipo y nivel de la investigación:**

- Según su finalidad es de tipo básica porque si bien no resuelve ningún problema inmediato sirve de base teórica para otros tipos de investigación.
- El enfoque es cuantitativo, ya que se recopila y analiza la información de manera estructurada y estadística para llegar a conclusiones generales.
- Según la intervención del investigador es observacional porque no se aplicará ninguna intervención ni tratamiento a los pacientes; se analizarán únicamente los estudios de resonancia magnética ya realizados y sus correspondientes diagnósticos.
- Según el alcance: analítico porque se evaluará la asociación entre los valores del ADC y la presencia de lesiones hepáticas malignas, con el objetivo de determinar su utilidad diagnóstica.
- Por el periodo temporal en que se realiza es un estudio transversal porque las mediciones del coeficiente de difusión y la verificación del diagnóstico se realizarán en un único momento por cada paciente, sin seguimiento longitudinal(42).
- Según el momento de la recolección de datos el tipo es: retrospectivo porque se utilizarán estudios de resonancia magnética y registros clínicos obtenidos previamente entre los años 2022 y 2024, sin necesidad de recopilar información nueva en tiempo real.
- Diseño específico: prueba diagnóstica porque se pretende evaluar la capacidad del coeficiente de difusión por resonancia magnética para discriminar entre lesiones hepáticas malignas y no malignas, mediante el análisis de parámetros como el AUC, sensibilidad, especificidad y valores predictivos.

## **5.2 Técnicas de muestreo y diseño de la investigación:**

El presente estudio será de prueba diagnóstica. La recolección de datos se desarrollará en tres etapas:

1. Identificación de casos mediante la revisión de informes de resonancia magnética abdominal realizados en el periodo de estudio.
2. Registro del valor del ADC para cada lesión hepática reportada.
3. Confirmación de la naturaleza maligna o benigna de la lesión, utilizando como patrón de referencia el diagnóstico radiológico LI-RADS.

### **Población**

La población de estudio estará conformada por pacientes que se hayan sido sometidos a una resonancia magnética hepática con secuencias de difusión funcional y que presenten al menos una lesión hepática identificable, atendidos en el Centro de Diagnóstico por Imágenes RESOMASA entre enero de 2022 y diciembre de 2024.

### **Criterios de inclusión**

- Pacientes de cualquier edad y sexo que se hayan realizado una resonancia magnética hepática con secuencias DWI/ADC.
- Presencia de al menos una lesión hepática visible y cuantificable en la resonancia magnética.
- Disponibilidad del valor del ADC registrado en el informe o en las imágenes almacenadas.
- Diagnóstico confirmatorio de la naturaleza de la lesión (maligna o benigna) mediante radiología (LI-RADS).

## Criterios de exclusión

- Resonancias magnéticas con imágenes de mala calidad que impidan obtener un valor confiable del ADC.
- Lesiones menores de 5 mm, debido a la dificultad técnica para obtener una medición precisa del ADC.

## Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño mínimo de muestra para este estudio se utilizó como referencia el estudio de Aliyev et al. (9), en el que se encontró que la sensibilidad del ADC para identificar lesiones hepáticas malignas fue de 90%. Este dato fue utilizado en la fórmula establecida para estudios de prueba diagnóstica que se presenta (43):

$$n = \frac{4(PxQ)(Z\alpha)^2}{IC^2}$$

Donde:

- n, es la muestra a calcular.
- P, es la sensibilidad de la prueba = 0.90
- Q, es igual a 1-P = 0.10
- Z $\alpha$ , desviación normal para una significancia del 95% = 1.96
- IC= es la amplitud del intervalo de confianza = 0.1, ya que es un 5% hacia cada lado, es decir 0.05 + 0.05.

Reemplazando:

$$n = \frac{4(0.90 \times 0.10)(1.96)^2}{(0.1)^2}$$

$$n = 101$$

Por lo tanto, el tamaño mínimo de muestra para el estudio será de 101 pacientes. Para seleccionar las historias clínicas que se incluirán en el estudio se realizará un muestreo probabilístico simple.

### **5.3 Fuentes e instrumento de recolección de datos:**

La información requerida para este estudio será obtenida a partir de fuentes secundarias, específicamente de las historias clínicas y del sistema de archivo digital de imágenes del Centro de Diagnóstico por Imágenes RESOMASA. Se recopilarán datos de pacientes que se hayan realizado una resonancia magnética hepática con secuencias de difusión funcional entre enero de 2022 y diciembre de 2024, así como del informe radiológico de LI-RADS correspondiente. Para ello el proyecto será sometido a la aprobación del comité de ética institucional y se gestionarán los permisos necesarios.

Para la recolección de los datos se utilizará una ficha de registro estructurada, diseñada específicamente para este estudio. Este instrumento incluirá variables demográficas como edad y sexo, además de variables clínicas e imagenológicas, como localización anatómica de la lesión hepática, tamaño en milímetros, valor del ADC, y diagnóstico final de la lesión. La ficha permitirá uniformizar la recopilación de información y facilitar el posterior análisis estadístico. Esta será aplicada directamente por la investigadora principal al revisar las fuentes señaladas, sin contacto con los pacientes. Al recopilar datos objetivos según las variables de estudio planteadas, no será necesario realizar una validación.

Toda la información será consignada en una base de datos digital codificada, resguardando la identidad de los pacientes mediante códigos numéricos anónimos. El acceso a la información será restringido únicamente al equipo de investigación, cumpliendo con las disposiciones éticas y legales vigentes en cuanto a la confidencialidad y protección de los datos personales.

### **5.4 Técnicas de procesamiento de la información y análisis de datos:**

Los datos recolectados serán organizados y analizados utilizando el software estadístico SPSS versión 28. En primer lugar, se realizará un

análisis descriptivo de las variables. Las variables cuantitativas como edad, tamaño de la lesión y valor del ADC serán resumidas mediante medidas de tendencia central y dispersión, según la distribución de los datos. Las variables cualitativas, como el sexo, el diagnóstico final de la lesión, y localización hepática, serán descritas mediante frecuencias absolutas y relativas.

Posteriormente, se evaluará la capacidad diagnóstica del ADC para identificar lesiones hepáticas malignas. Para ello, se construirá una curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), a partir de la cual se determinará el AUC como medida global de desempeño. Asimismo, se identificará el punto de corte óptimo del ADC utilizando el índice de Youden, que maximiza la sensibilidad y especificidad simultáneamente. Una vez definido el punto de corte, se calcularán los indicadores clásicos de validez diagnóstica del coeficiente de difusión: sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN), con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Estos análisis permitirán establecer si el ADC es un parámetro útil y confiable para discriminar entre lesiones hepáticas malignas y benignas.

Finalmente, se realizará un análisis bivariado para explorar la asociación entre el valor del ADC y la presencia de malignidad, utilizando pruebas estadísticas según el tipo de variable (como la prueba t de Student o U de Mann-Whitney, según corresponda). Además, se empleará un modelo de regresión logística binaria para identificar si el valor del ADC se asocia de forma independiente con la presencia de lesión maligna, ajustando por posibles variables confusoras como edad, sexo, tamaño y localización de la lesión. Se reportarán los odds ratios crudos y ajustados, con sus respectivos intervalos de confianza al 95% y valores p. El nivel de significancia estadística será establecido en  $p<0.05$ .

## **6.0 Referencias bibliográficas**

1. Frager SZ, Schwartz JM. Hepatocellular Carcinoma: Epidemiology, Screening, and Assessment of Hepatic Reserve. *Curr Oncol.* 2020;27(s3):138–43.
2. Jiang Z, Zeng G, Dai H, Bian Y, Wang L, Cao W, et al. Global, regional and national burden of liver cancer 1990–2021: a systematic analysis of the global burden of disease study 2021. *BMC Public Health.* 2025;25(1):931.
3. Farah M, Anugwom C, Ferrer JD, Baca EL, Mattos AZ, Possebon JPP, et al. Changing epidemiology of hepatocellular carcinoma in South America: A report from the South American liver research network. *Ann Hepatol.* 2023;28(2):100876.
4. Cancer Today [Internet]. [cited 2025 Jul 14]. Available from: <https://gco.iarc.who.int/today/>
5. Fernández LA, Albán Olaya M, López Chegne N, Rabanal Becerra D, Araujo Salazar V, Cabrera Huamán K, et al. Seroprevalencia de hepatitis B en población adulta de un distrito de Cajamarca. *Rev Gastroenterol Perú.* 2021;41(1):16–20.
6. Sohn W, Kang D, Kang M, Guallar E, Cho J, Paik YH. Impact of nationwide hepatocellular carcinoma surveillance on the prognosis in patients with chronic liver disease. *Clin Mol Hepatol.* 2022;28(4):851–63.
7. Javadashid R, Shakeri Bavil Olyaei A, Tarzamni MK, Razzaghi R, Jalili J, Hashemzadeh S, et al. The diagnostic value of diffusion-weighted imaging in differentiating benign from malignant hepatic lesions. *Egypt Liver J.* 2020;10(1):13.
8. Surov A, Eger KI, Potratz J, Gottschling S, Wienke A, Jechorek D. Apparent diffusion coefficient correlates with different histopathological features in several intrahepatic tumors. *Eur Radiol.* 2023;33(9):5955–64.
9. Aliyev E, Arda KN, Koyun M, Aliyev E, Arda KN, Koyun M. Diagnostic Value of Apparent Diffusion Coefficient in Differentiating Benign and Malignant Focal Liver Lesions. *Adv Radiol Imaging.* 2025;2(1):8–13
10. Alareer Hayder , S., Dakhi, H., Alshammri , M., Makki, M., Halaka , A., & Majeed, B. Assessment of LI-RADS Efficacy in the Classification of Hepatocellular Carcinoma and Benign Liver Nodules Using DCE-MRI Features and ADC MRI. *Acta Medica Iranica.* 2025; 63(2), 120 - 126. doi:10.18502/acta.v63i2.18966.

11. Abdelgawad, M., Elseady, B., ELabd, O., Kohla, M., & Samea, M. . Comparison of magnetic resonance elastography and diffusion-weighted imaging for differentiating benign and malignant liver lesions. Egypt J Radiol Nucl Med. 2024; 55(38). doi:10.1186/s43055-024-01213-2.
12. Jia, Tabassum S, Haider S, Haania. Diagnostic accuracy of diffusion weighted MRI in differentiating malignant from benign liver lesions taking histopathology as gold standard. Pak J Med Sci. 2024;40(4):669-673. Doi 10.12669/pjms.40.4.7738.
13. Chen X, Cai Q, Xia J, Huang H, Li Z, Song K, et al. Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS) v2018: differential diagnostic value of ADC values for benign and malignant nodules with moderate probability (LR-3). Front Oncol. 2023;13: doi:10.3389/fonc.2023.1186290.
14. Saleh GA, Khalek Abdel Razek AA, El-Serougy LG, Shabana W, El-Wahab RA. The value of the apparent diffusion coefficient value in the Liver Imaging Reporting and Data System version 2018. Polish Journal of Radiology. 2022; 87:43-50. doi:10.5114/pjr.2022.113193.
15. Helmy, A. M., Abdel Latif, M., Sultan, A. A. Differentiation Between Hepatic Hemangioma and Metastasis by Diffusion Weighted MRI. The Egyptian Journal of Hospital Medicine, 2022; 89(2): 6823-6830. doi: 10.21608/ejhm.2022.270819.
16. Huda Abdulyemah, I., Osamah Ayad , A., Kadhim, H. . The role of dwi/adc mri in the differentiation of benign from malignant focal liver lesions. Russian Electronic Journal of Radiology. 2022; 12(4), 85-94. doi:10.21569/2222-7415-2022-12-4-85-94.
17. Gultekin MA, Turk HM, Yurtsever I, Cesme DH, Seker M, Besiroglu M, et al. Apparent Diffusion Coefficient Values for Neuroendocrine Liver Metastases. Acad Radiol. 2021;28 Suppl 1:S81–6. doi: 10.1016/j.acra.2020.10.024
18. Zhang, H., Sheng, F., Pan, J. et al. High signal liver focal lesions on DWI: the differential diagnostic value of morphological characteristics and ADC value. Chin J Acad Radiol. 2021; 4, 48–55. doi 10.1007/s42058-021-00052-8
19. Yilmaz, T., Gultekin, M., Turk, H., Besiroglu, M., Cesme, D., Simsek, M., . . . Toprak, H. . Diagnostic performance of apparent diffusion coefficient values for the differentiation of intrahepatic cholangiocarcinoma from gastrointestinal adenocarcinoma liver

- metastases. Radiology and Oncology.2021; 36(1), 54-59. doi:10.2478/raon-2021-0052
20. Alzubaidi, A., & KASSIM, T.-A. (2019). Differentiation of Solid Liver Masses by Diffusion Weighted MRI as Benign and Malignant. Indian Journal of Forensic Medicine and Pathology. 2019; 12(3), 231-6. doi:10.21088/ijfmp.0974.3383.12319.12
  21. Tarun, P., Wen Ter, K., Sean, E., Helen, F., Renuvathy, K.. Evaluation of ADCratio on liver MRI diffusion to discriminate benign versus malignant solid liver lesions. European Journal of Radiology Open. 2018 Nov 15;5: 209-214. doi:10.1016/j.ejro.2018.10.002
  22. MUNGAI, F., MORONE, M., VILLANACCI, A., BONDIONI, M., MAZZONI, L., GRAZIOLI, L., & COLAGRANDE, S. (2014). Diffusion weighted Mr and Apparent diffusion coefficient measurement in classification and characterization of Noncystic focal liver lesions: Does a clinical role exist? Medicine, 93(6), 7. doi:10.1097/MD.0000000000000040
  23. Mintz KJ, Leblanc RM. The use of nanotechnology to combat liver cancer: Progress and perspectives. Biochim Biophys Acta BBA - Rev Cancer. 2021;1876(2):188621.
  24. Díaz LA, Ayares G, Arnold J, Idalsoaga F, Corsi O, Arrese M, et al. Liver Diseases in Latin America: Current Status, Unmet Needs, and Opportunities for Improvement. Curr Treat Options Gastroenterol. 2022;20(3):261–78.
  25. Rojas P. Boletín epidemiológico No 47: Cáncer de hígado: El carcinoma hepatocelular ocupa el tercer lugar entre los tumores del sistema digestivo. GERESA - Ministerios de Salud; 2023.
  26. Hu YX, Shen JX, Han J, Mao SY, Mao RS, Li Q, et al. Diagnosis of Non-Hepatocellular Carcinoma Malignancies in Patients With Risks for Hepatocellular Carcinoma: CEUS LI-RADS Versus CT/MRI LI-RADS. Front Oncol. 2021;11:Article 641195.
  27. Contreras-Mancilla J, Cerapio JP, Ruiz E, Fernández R, Casavilca-Zambrano S, Machicado C, et al. Carcinoma hepatocelular en Perú: una descripción molecular de un cuadro clínico atípico. Rev Gastroenterol México. 2024;89(2):194–204.
  28. Asafo-Agyei KO, Samant H. Hepatocellular Carcinoma. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [cited 2025 Jul 14]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559177/>

29. Ronot M. Performance of LI-RADS for the Noninvasive Diagnosis of HCC: Pathology Should Not Be the Only Acceptable Reference. *Radiology*. 2022;303(3):546–7.
30. Qin Z, Zhou Y, Ding J, Wen J, Chen Y, Zhou H, et al. Risk stratification for hepatocellular carcinoma of contrast-enhanced ultrasound Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS) and the diagnostic performance of LR-5 and LR-M: a systematic review and meta-analysis. *Clin Radiol*. 2022;77(4):e280–6.
31. Li L, Hu Y, Han J, Li Q, Peng C, Zhou J. Clinical Application of Liver Imaging Reporting and Data System for Characterizing Liver Neoplasms: A Meta-Analysis. *Diagnostics*. 2021;11(2):323.
32. Wang H, Cao J, Fan H, Huang J, Zhang H, Ling W. Compared with CT/MRI LI-RADS, whether CEUS LI-RADS is worth popularizing in diagnosis of hepatocellular carcinoma?—a direct head-to-head meta-analysis. *Quant Imaging Med Surg*. 2023;13(8):4919–32.
33. Park J, Lee JM, Kim TH, Yoon JH. Imaging diagnosis of hepatocellular carcinoma: Future directions with special emphasis on hepatobiliary magnetic resonance imaging and contrast-enhanced ultrasound. *Clin Mol Hepatol*. 2021;28(3):362–79.
34. Elsinger F, Lunt C, Harris A, Chang S. Radiology Assistant. 2020 [cited 2025 Jul 14]. LI-RADS. Available from: <https://radiologyassistant.nl/abdomen/liver/li-rads>
35. Caroli A. Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging: Clinical Potential and Applications. *J Clin Med*. 2022;11(12):3339.
36. Drewes R, Heinze C, Pech M, Powerski M, Woidacki K, Wienke A, et al. Apparent Diffusion Coefficient Can Predict Therapy Response of Hepatocellular Carcinoma to Transcatheter Arterial Chemoembolization. *Dig Dis Basel Switz*. 2022;40(5):596–606.
37. Wang YXJ, Huang H, Zheng CJ, Xiao BH, Chevallier O, Wang W. Diffusion-weighted MRI of the liver: challenges and some solutions for the quantification of apparent diffusion coefficient and intravoxel incoherent motion. *Am J Nucl Med Mol Imaging*. 2021;11(2):107–42.
38. McGlynn KA, Petrick JL, El-Serag HB. Epidemiology of Hepatocellular Carcinoma. *Hepatol Baltim Md*. 2021;73(Suppl 1):4–13.
39. Takeuchi H, Kawashima R. Mean Diffusivity in the Dopaminergic System and Neural Differences Related to Dopaminergic System. *Curr Neuropharmacol*. 2018;16(4):460–74.

40. America Cancer Society. Cáncer de hígado. 2019 [cited 2025 Jul 14]. ¿Qué es el cáncer de hígado? Available from: <https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-higado/acerca/que-es-cancer-de-higado.html>
41. American College of Radiology. LI-RADS. 2021 [cited 2025 Jul 14]. ACR Liver Imaging Reporting & Data System (LI-RADS®). Available from: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Clinical-Tools-and-Reference/Reporting-and-Data-Systems/LI-RADS>
42. Arias G. Diseño y Metodología de la Investigación [Internet]. Edición 2021. [citado 01 de octubre de 2025].66-78 Disponible en: [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf)
43. Velasco V, Martínez V, Roiz J, Huazano F, Nieves A. Muestreo y tamaño de muestra. Una guía práctica para el personal de salud que realiza investigación. 1ra ed. Buenos Aires: El Cid Editor; 2003. 172 p.

## 7.0 Anexos

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** “Utilidad del coeficiente de difusión por resonancia magnética para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico por Imágenes RESOMASA, 2022-2024.”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿El coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética es útil para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico RESOMASA entre el 2022 y 2024?	<p><b>General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la utilidad del coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico RESOMASA entre el 2022 y 2024.</li> </ul> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el área bajo la curva y el mejor punto de corte del coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética para identificar lesiones hepáticas malignas.</li> <li>• Medir a partir del punto de corte calculado la sensibilidad, especificidad y el valor predictivo positivo y negativo del coeficiente de difusión aparente por</li> </ul>	<p><b>Ha:</b> El coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética es útil para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico RESOMASA entre el 2022 y 2024</p> <p><b>Ho:</b> El coeficiente de difusión aparente por resonancia magnética no es útil para identificar lesiones hepáticas malignas en el Centro de Diagnóstico por RESOMASA entre el 2022 y 2024.</p>	<p><b>V. Independiente:</b> Coeficiente de difusión por resonancia magnética</p> <p><b>V. Dependiente:</b> Presencia de lesiones hepáticas malignas</p> <p><b>V. Confusoras:</b> Edad Sexo Localización de la lesión Tamaño de la lesión</p>	<p><b>Tipo y Diseño:</b> Básica Cuantitativo Transversal</p> <p><b>Población:</b> Pacientes que se hayan sido sometidos a una resonancia magnética hepática con secuencias de difusión funcional y que presenten al menos una lesión hepática identificable, atendidos en el Centro de Diagnóstico RESOMASA, entre enero de 2022 y diciembre de 2024.</p> <p><b>Muestra:</b> 101 pacientes seleccionados por muestreo aleatorio.</p> <p><b>Técnica e instrumento:</b></p>

	<p>resonancia magnética para identificar lesiones hepáticas malignas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar la asociación independiente entre el coeficiente de difusión parenquimatoso por resonancia magnética y la presencia de lesiones hepáticas malignas.</li> <li>• Evaluar la asociación de la edad, sexo, localización y tamaño de la lesión con el coeficiente de difusión y la malignidad de las lesiones hepáticas.</li> </ul>			<p>Revisión documental con una ficha de recolección de datos.</p> <p><b>Análisis estadístico:</b> Análisis descriptivo, de capacidad diagnóstica (AUC, sensibilidad, especificidad y valores predictivos), y análisis inferencial bivariado y multivariado, presentando los OR crudos y ajustados con sus intervalos de confianza al 95%.</p>
--	--	--	--	---

## ANEXO 2: HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

Código de ficha: \_\_\_\_\_ N° HC: \_\_\_\_\_

### **I. CARACTERÍSTICAS**

Edad \_\_\_\_\_ años

Sexo  Masculino  Femenino

Localización de la lesión \_\_\_\_\_ segmento hepático

Tamaño de la lesión \_\_\_\_\_ mm

### **II. EVALUACIÓN CON RM**

Valor del ADC \_\_\_\_\_

### **III. RESULTADOS HISTOPATOLÓGICO**

LI-RADS: \_\_\_\_\_

Presencia de lesión hepática maligna  Sí  No  
\_\_\_\_\_