



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

UTILIDAD DE LAS UNIDADES HOUNSFIELD EN LA IDENTIFICACIÓN Y
CARACTERIZACIÓN DEL TROMBOEMBOLISMO PULMONAR

USEFULNESS OF HOUNSFIELD UNITS IN THE IDENTIFICATION AND
CHARACTERIZATION OF PULMONARY THROMBOEMBOLISM

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA
COMPUTARIZADA

AUTOR

WUILVER RUBEN VARGAS HUAMANI

ASESOR

EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

CO – ASESORA

ESTHER ROSAURA BELLIDO HUASHUAYO

LIMA - PERÚ

2025

ASESORES DEL TRABAJO ACADÉMICO

ASESOR

Mg. EDWARD ARTEMIO MECA CASTRO

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID-0000-0002-1226-9299

CO – ASESORA

Mg. ESTHER ROSAURA BELLIDO HUASHUAYO

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0009-0007-9035-8143

Fecha de aprobación: 19 de diciembre de 2025.

Calificación: Aprobado.

DEDICATORIA

A mi esposa Elizabet Cacya y a mi hija Guadalupe Vargas por su amor, alegría y fuente de inspiración que me brindan y yo poder seguir realizar con mucho esmero mi trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento por el apoyo y ayuda a los docentes de investigación de la universidad Mg. Edward Meca y Mg. Esther

Bellido quienes demostraron compromiso en el trabajo de investigación.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Este trabajo fue autofinanciado.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

El autor declara no tener conflictos de interés.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El egresado:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	VARGAS HUAMANI WUILVER RUBEN

Pertenece al programa de la **SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**, autor del trabajo titulado: **UTILIDAD DE LAS UNIDADES HOUNSFIELD EN LA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL TROMBOEMBOLISMO PULMONAR** el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el **TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA** bajo la modalidad de **TRABAJO ACADÉMICO**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	MECA CASTRO EDWARD ARTEMIO	MEDICINA	ASESOR
2.	BELLIDO HUASHUAYO ESTHER ROSAURA	MEDICINA	CO-ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **9%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **trn:oid:::1:3534083751**; fecha de entrega: **11-04-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 11 de abril de 2026.**

Firma del asesor
N° DNI: 40569815
ORCID: 0000-0002-1226-9299

Firma del Co-asesor
N° DNI: 43532936
ORCID: 0009-0007-9035-8143



TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. CUERPO.....	4
IV. CONCLUSIONES	15
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
ANEXOS	

RESUMEN

Introducción: El tromboembolismo pulmonar (TEP) es una de las emergencias cardiovasculares más frecuentes a nivel mundial. Su diagnóstico rápido depende del uso adecuado de herramientas de imagen. En tal sentido, las Unidades Hounsfield (UH) se han convertido en un parámetro muy valioso, ya que permiten cuantificar objetivamente la densidad tisular y mejorar la precisión diagnóstica en la identificación de trombos pulmonares. **Objetivo:** Describir la utilidad de las Unidades Hounsfield en la detección del tromboembolismo pulmonar. **Metodología:** Se realizó una revisión narrativa de artículos publicados entre 2010 y 2025 en inglés y español, consultados en PubMed y Google Scholar, además de fuentes sugeridas por expertos. **Resultados:** De los 3,079 registros identificados, se seleccionaron 28 estudios que cumplían con los criterios de inclusión y con una adecuada calidad metodológica, mostraron que los trombos agudos presentan valores de densidad entre 70 y 90 UH, mientras que los trombos crónicos se ubican entre 40 y 50 UH. Además, se observó una diferencia mayor de 20 UH con respecto a la sangre adyacente, lo que constituye un criterio diagnóstico de alta especificidad. También se identificó una variación según la localización anatómica, siendo los valores más altos en arterias centrales y más bajos en arterias subsegmentarias. **Conclusiones:** Las Unidades Hounsfield constituyen un recurso cuantitativo, estable y reproducible que optimiza el diagnóstico del TEP y contribuye a un manejo clínico más preciso y oportuno. **Palabras clave:** Embolia pulmonar, tomografía computarizada, angiotomografía pulmonar, Unidades Hounsfield, tromboembolismo pulmonar.

ABSTRACT

Introduction: Pulmonary thromboembolism (PTE) is one of the most frequent cardiovascular emergencies worldwide. Its rapid diagnosis depends on the appropriate use of imaging tools. In this regard, Hounsfield Units (HU) have become a valuable parameter, as they allow for the objective quantification of tissue density and improve diagnostic accuracy in the identification of pulmonary thrombi. **Objective:** Describe the usefulness of Hounsfield Units in the detection of pulmonary thromboembolism. **Methodology:** A narrative review was conducted of articles published between 2010 and 2025 in English and Spanish, consulted in PubMed and Google Scholar, as well as sources suggested by experts. **Results:** Of the 3,079 records identified, 28 studies were selected that met the inclusion criteria and had adequate methodological quality, showed that acute thrombi have density values between 70 and 90 HU, while chronic thrombi range between 40 and 50 HU. Furthermore, a difference greater than 20 HU was observed compared to adjacent blood, which constitutes a highly specific diagnostic criterion. Variation was also identified according to anatomical location, with the highest values in central arteries and the lowest in subsegmental arteries. **Conclusions:** Hounsfield Units constitute a quantitative, stable and reproducible resource that optimizes the diagnosis of PE and contributes to a more precise and timely clinical management. **Keywords:** Pulmonary embolism, computed tomography, pulmonary CT angiography, Hounsfield Units, pulmonary thromboembolism.

I. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 1 de cada 1000 personas en todo el mundo sufre una embolia pulmonar cada año (1). Cerca del 30 % de las personas diagnosticadas con embolia pulmonar (EP) aguda fallecen en los 90 días posteriores. Su diagnóstico temprano resulta complejo, debido a la inespecificidad de los síntomas y signos clínicos, los cuales pueden simular enfermedades respiratorias o cardíacas como neumonía, insuficiencia cardíaca o síndrome coronario agudo (2).

El reto está en que la dificultad diagnóstica retrasa el inicio del tratamiento anticoagulante y aumenta el riesgo de complicaciones graves (2). La causa de mortalidad no suele ser la embolia pulmonar (EP) en sí, sino la enfermedad subyacente que aumenta el riesgo de EP. Los pacientes que sufren una EP pueden presentar dificultades funcionales y de actividad hasta un año después de su ocurrencia (3).

En los últimos años, la tomografía y la angiotomografía pulmonar se ha consolidado como el método de referencia para la evaluación del TEP, gracias a su alta resolución espacial y capacidad para visualizar directamente los defectos de llenado dentro de las arterias pulmonares (4). Sin embargo, su interpretación visual puede verse limitada por factores técnicos, artefactos de movimiento o trombos de pequeño tamaño, lo que plantea la necesidad de incorporar parámetros cuantitativos objetivos que complementen la valoración cualitativa del radiólogo (5).

Entre estas herramientas, destacan las Unidades Hounsfield (UH), que representan una medida estandarizada de la atenuación de los tejidos en tomografía computarizada. La cuantificación del valor HU dentro de un trombo o en el flujo

sanguíneo permite distinguir características de densidad, asociadas con la composición, edad y grado de organización del trombo (6).

Estudios recientes demuestran que los trombos agudos suelen mostrar valores de atenuación más altos debido a la presencia de sangre fresca y contraste, mientras que los trombos crónicos presentan densidades menores, reflejando fibrosis o calcificación parcial (7,8). Considerando la información presentada, el objetivo de la presente revisión bibliográfica es describir la utilidad de las Unidades Hounsfield en la identificación del tromboembolismo pulmonar.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Describir la utilidad de las Unidades Hounsfield en la identificación del tromboembolismo pulmonar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir la caracterización de los trombos pulmonares mediante las Unidades Hounsfield.
2. Describir los valores de Unidades Hounsfield según la localización del trombo pulmonar.

III. CUERPO

CAPÍTULO I: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

1.1 Bases de datos utilizadas

Para la búsqueda de esta revisión, los artículos se revisaron en español e inglés en las bases de datos PubMed y Google Scholar. La búsqueda principal se realizó el 13 de septiembre del 2025. Se añadieron algunos artículos recomendados por expertos cuando aportaban evidencia directa.

1.2 Términos utilizados

Inicialmente se emplearon términos de los tesauros MeSH y DeCS; no obstante, dado que Unidades Hounsfield no cuenta con un descriptor MeSH específico, se incluyó como palabra clave de texto libre. A partir de artículos relacionados con la pregunta de investigación se identificaron sinónimos y nuevas palabras clave, que se usaron en búsquedas exploratorias para refinar la estrategia final.

En esta revisión se incluyeron, los siguientes términos y combinaciones: pulmonary embolism, pulmonary thromboembolism; CT pulmonary angiography, CT angiography; Hounsfield, Hounsfield units, attenuation, density; para mayor detalle ver anexo 1.

1.3 Fórmula de búsqueda

Todas las fórmulas de búsqueda pueden verse en el ANEXO 2.

1.4 Elección de artículos

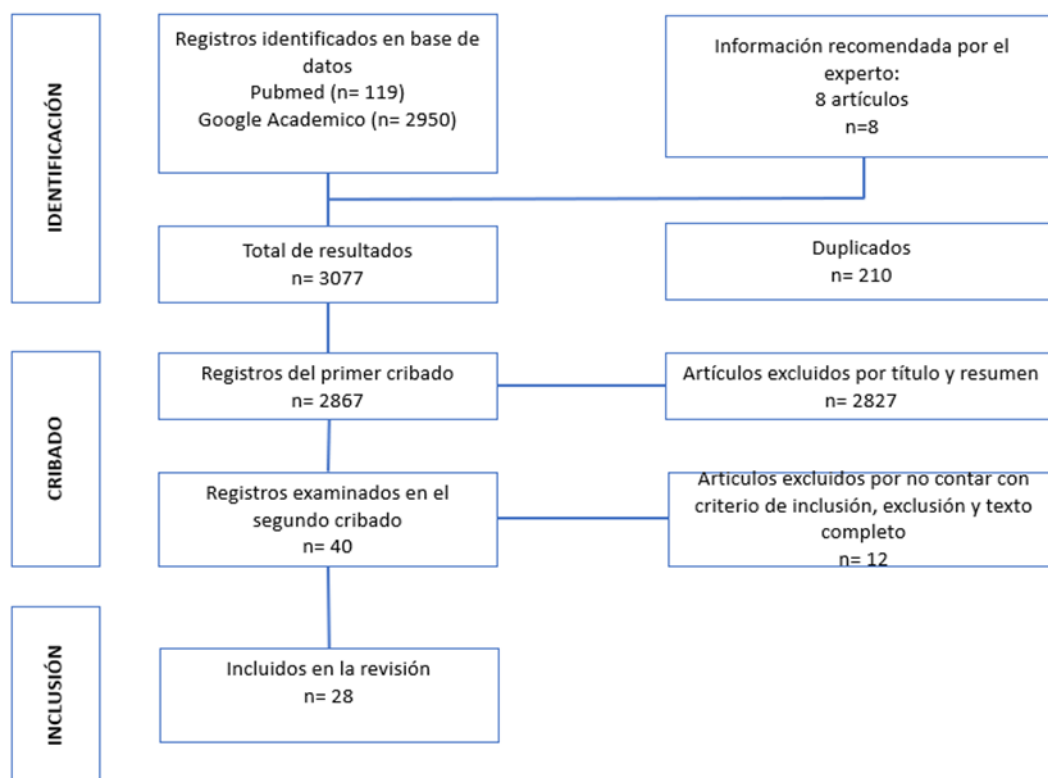
Se seleccionaron artículos publicados entre los años 2010 y 2025, con el propósito de reunir evidencia científica reciente sobre la utilidad de las Unidades Hounsfield en la identificación del tromboembolismo pulmonar.

Se incluyeron estudios originales y revisiones que presentaron datos cuantitativos de Unidades Hounsfield, y se excluyeron aquellos sin relación directa con el tema. En total, se seleccionaron 28 artículos que constituyen la base del presente análisis.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LOS HALLAZGOS

En la fase de identificación, se recopilaron 3,079 registros provenientes de las bases de datos PubMed (n=119) y Google Académico (n=2,950), además de 10 fuentes adicionales recomendadas por el experto. Tras la eliminación de 210 duplicados, se obtuvieron 2,869 registros únicos. Durante la etapa de cribado, se revisaron los títulos y resúmenes, excluyéndose 2,827 estudios que no cumplían con los criterios de inclusión. Posteriormente, se evaluaron 42 artículos, de los cuales 14 fueron descartados por carecer del texto completo. Finalmente, 28 estudios fueron incluidos en la revisión sistemática, constituyendo la base de la presente revisión.

A continuación se presenta el detalle del flujograma:



Elaboración propia.

2.1 Embolia pulmonar

La embolia pulmonar (EP) se produce generalmente cuando un coágulo de sangre formado en otra parte del cuerpo se desplaza a través del torrente sanguíneo y obstruye la arteria principal del pulmón o una de sus ramas. Esta es una enfermedad común que puede curarse, pero también puede ser mortal (8,9). Es importante diagnosticarla rápida y correctamente, ya que la tasa de mortalidad puede dispararse hasta el 30 % si no se trata. La embolia pulmonar (EP) aguda contribuye significativamente a la morbilidad y la mortalidad, y actualmente se reconoce como la tercera causa principal de muerte cardiovascular en la población general, después de la enfermedad coronaria y el accidente cerebrovascular (6,10).

La fisiopatología de la embolia pulmonar (EP) se basa en la obstrucción de la circulación arterial pulmonar, lo que produce importantes consecuencias sistémicas, siendo la insuficiencia ventricular derecha (VD) el principal indicador pronóstico (10). Cuando una arteria se bloquea, el ventrículo derecho debe trabajar más, lo que provoca su distensión y un funcionamiento deficiente. La presión elevada del VD puede empujar el tabique interventricular (SIV) hacia el ventrículo izquierdo (VI), lo que puede provocar disfunción diastólica del VI, llenado insuficiente y, en última instancia, menor gasto cardíaco e hipotensión o shock obstructivo (11). Los indicadores de sobrecarga cardíaca derecha, reflejados por una relación de diámetro VD/VI superior a 1,0 en la TC, sirven como predictores de desenlaces adversos y muerte. La obstrucción de la vasculatura pulmonar también induce la liberación de factores neurohumorales, aumenta la demanda de oxígeno del ventrículo derecho y disminuye la perfusión de sus arterias coronarias (8–10).

2.2 Tomografía computarizada en el diagnóstico de embolia pulmonar

La tomografía computarizada (TC) es la modalidad principal para el diagnóstico de la embolia pulmonar, siendo la angiotomografía pulmonar, que requiere medio de contraste, el estándar de oro para detectar la EP aguda (8,11–14). Este modo permite visualizar directamente la embolia, como un defecto de llenado o total dentro de las arterias pulmonares. Para obtener resultados fiables, es crucial registrar una opacificación arterial suficiente (2,12). La angiotomografía pulmonar no solo facilita el diagnóstico, sino también la evaluación del riesgo, que busca señales indirectas, como el agrandamiento del ventrículo tardío, síntoma de mal pronóstico. Cuando está prohibido el uso de contraste, la TC sin contraste ofrece un diagnóstico alternativo basado en el signo de lumen alto, donde el trombo se ve más denso que la sangre circulante debido a su mayor concentración de hemoglobina y fibrina (8,9,13,15).

2.3 Unidades Hounsfield

Las Unidades Hounsfield (UH) miden la densidad de los tejidos en relación con el agua, cuyo valor es 0. Los distintos tejidos absorben los rayos X de diferentes maneras, y esta diferencia se traduce en valores numéricos que indican su composición (2). El aire tiene alrededor de -1000 UH, la grasa alrededor de -100, el agua 0, la sangre entre +40 y +80, y el hueso más de +1000 (6,8), demás densidades véase en el ANEXO 3. Esta escala permite diferenciar correctamente las estructuras anatómicas y evaluar los cambios según su densidad. Factores técnicos como el voltaje del tubo (kVp), el uso de contraste intravenoso, la calidad del detector y la calibración del escáner pueden afectar las mediciones. En el estudio de la tromboembolia pulmonar, las UH se utilizan para determinar la densidad de

los trombos. Los trombos agudos suelen tener valores altos debido a su alto contenido en glóbulos rojos y fibrina, mientras que los trombos crónicos tienen valores más bajos por su alto contenido en colágeno y tejido fibroso (7,11,14)

2.4 Utilidad de las Unidades Hounsfield en la identificación del tromboembolismo pulmonar

Las UH representan un parámetro fundamental en la tomografía computarizada para la caracterización tisular, particularmente en el diagnóstico del tromboembolismo pulmonar (TEP), cuya principal utilidad es cuantificar diferencias de densidad entre la sangre, el contraste y el trombo. Esta cuantificación objetiva incrementa la exactitud diagnóstica en la detección de TEP, incluso en estudios sin contraste (10,15).

En la angiotomografía pulmonar, la cuantificación de HU es clave para asegurar la calidad diagnóstica de la opacificación vascular. Se ha demostrado que alcanzar una opacificación arterial pulmonar superior a 210 HU permite distinguir con mayor exactitud los defectos de repleción verdaderos de los artefactos de flujo, lo que incrementa la confiabilidad de la interpretación. Los estudios cuantitativos han evidenciado que la densidad media de los trombos varía según su estadio evolutivo, registrándose aproximadamente 70 HU en trombos agudos y 42 HU en trombos crónicos, lo cual refleja una correlación significativa entre la densidad radiológica y el grado de organización histológica del material embólico (6,10,16).

Los trombos agudos, ricos en eritrocitos y fibrina, presentan valores más elevados de HU debido a su alto contenido hemático, mientras que los trombos crónicos, compuestos principalmente por colágeno y tejido fibroso, muestran densidades

reducidas. Esta diferencia cuantificable permite inferir la evolución temporal del trombo, validando el uso de las HU como un indicador indirecto de la composición intravascular (6,10,16).

En situaciones donde la administración de contraste está contraindicada, a TC sin contraste adquiere un valor diagnóstico especial gracias al signo del lumen hiperdenso, el cual se basa en la diferencia de atenuación entre la sangre circulante y el trombo intraluminal. Este signo presenta sensibilidad entre 36% a 50% y una especificidad del 99%, con una diferencia media de 22.7 ± 4.2 HU entre el trombo y la sangre. Estos hallazgos confirman que la tomografía simple puede alcanzar un valor predictivo negativo superior al 97% en TEP (13,17). Para la detección cuantitativa en TC sin contraste, se han propuesto puntos de corte que optimizan la discriminación entre sangre y trombo identificando un umbral >20 HU respecto a la densidad de la sangre con sensibilidad del 89.5% y especificidad del 83.3% para discriminar trombos pulmonares, reforzando la utilidad de esta medición (2,8).

Las UH han demostrado una gran estabilidad en respuesta a fluctuaciones en factores técnicos, como el kV y los enfoques de reconstrucción iterativa. Esta estabilidad facilita la implementación de procedimientos de baja dosis o contraste reducido sin mermar sustancialmente la calidad diagnóstica. En este sentido, las UH sirven como un instrumento objetivo, reproducible y versátil que aumenta la capacidad de la tomografía computarizada para identificar, caracterizar y monitorear el tromboembolismo pulmonar, fusionando datos morfológicos y densitométricos que facilitan una evaluación clínica más precisa y opciones terapéuticas informadas (18–20).

2.5 Caracterización de los trombos pulmonares mediante las Unidades Hounsfield

La caracterización de los trombos pulmonares mediante las UH, permite cuantificar su densidad y establecer diferencias objetivas entre trombos de distinta evolución (2). Este parámetro ofrece información cuantitativa que complementa la observación morfológica en tomografía computarizada, al reflejar la composición del material embólico. Los trombos agudos, con alto contenido de glóbulos rojos y fibrina, mantienen densidades elevadas en un rango de 70 a 90 HU, mientras que los trombos crónicos, con mayor proporción de colágeno y fibrosis, presentan valores reducidos, generalmente entre 40 y 50 HU (7). Esta diferencia se explica por la degradación progresiva de los componentes hemáticos y la sustitución por tejido conectivo a lo largo del tiempo (8,21).

Los valores más altos se asocian con trombos recientes, de consistencia blanda y con mayor contenido eritrocitario, mientras que los valores bajos corresponden a trombos organizados, más firmes y pobres en hemoglobina. Esta cuantificación convierte a las HU en una medida objetiva y reproducible que contribuye a estimar la antigüedad y la composición del trombo pulmonar (8,16,17,22).

En la tomografía sin contraste, las HU también son útiles como criterio diagnóstico. Los trombos hiperdensos pueden alcanzar valores entre 72 y 120 HU, superando los de la sangre circulante, que oscilan entre 20 y 60 HU (7,8). Una diferencia mayor de 20 HU entre el trombo y la sangre adyacente permite identificar con confianza el material embólico, con una sensibilidad del 89.5% y especificidad del 83.3% en la detección del TEP (13). Esta aplicación resulta especialmente valiosa en pacientes con contraindicaciones para el uso de contraste yodado, ya que las HU

proporcionan un indicador directo y cuantificable de la presencia del trombo (17,23).

2.6 Valores de Unidades Hounsfield según la localización del trombo pulmonar

La densidad medida en UH varía significativamente según la localización anatómica del trombo dentro del árbol arterial pulmonar. En las arterias centrales, especialmente en el tronco y ramas lobares, los trombos agudos presentan valores elevados que oscilan entre 70 y 95 UH, con un punto de corte diagnóstico establecido en ≥ 80 HU, lo cual indica alta probabilidad de trombo agudo y una carga eritrocitaria predominante (2,8,13,14). En arterias lobares y segmentarias, las densidades tienden a ser menores, situándose entre 55 y 85 HU, debido al mayor grado de mezcla con sangre fluida. En las arterias subsegmentarias, los valores se reducen aún más, alcanzando rangos de 45 a 60 HU, aunque una densidad superior a 50 HU sigue siendo indicativa de microtrombos periféricos (22,24–26). Adicionalmente, la diferencia de al menos 20 HU entre el trombo y la sangre adyacente se considera un criterio confiable para confirmar la naturaleza embólica y descartar artefactos por endurecimiento de haz (2,7).

Por otro lado, en los casos de tromboembolismo pulmonar crónico (CTEPH), los valores de HU suelen ser más bajos, con rangos de 30 a 50 HU, reflejando un mayor contenido fibrótico y una organización estructural avanzada del trombo (7,24,27). En contraste, la sangre circulante no trombótica mantiene una atenuación media de 35 a 45 HU, y el contraste intravascular arterial alcanza valores de 250 a 400 HU, considerados ideales para asegurar la opacificación diagnóstica adecuada (12,18,28). Así, el análisis cuantitativo de los valores HU según la ubicación del

trombo no solo permite su identificación con precisión, sino que también aporta información pronóstica sobre su composición y evolución, consolidando a las HU como una herramienta determinante en la evaluación del tromboembolismo pulmonar.

2.7 Fortalezas y limitaciones del estudio

La presente revisión narrativa tiene como fortaleza la capacidad para unificar y validar la evidencia científica existente, desarrollada con una metodología estandarizada que permitirá ser replicada y/o reproducible. Al contrastar los datos de múltiples estudios, las Unidades Hounsfield permite una evaluación objetiva del parámetro confiable, proporcionando rangos que permitan diferenciar el trombo de la sangre y determinar su antigüedad. Además, tiene un efecto a nivel clínico claro, dado que ofrece la seguridad de que esta medición tiene un respaldo científico sólido, convirtiéndose en un recurso de apoyo fundamental cuando la imagen estándar genera dudas o no se puede administrar contraste.

No obstante, la limitación importante es la ausencia de estudios realizados en el Perú sobre el uso de las Unidades Hounsfield en tromboembolismo pulmonar, lo que reduce la posibilidad de comparar los hallazgos con datos locales y entender mejor cómo se comportan en la práctica nacional. A esto se suma que los estudios incluidos provienen de distintos países y servicios de imagen, lo que genera algunas variaciones en sus métodos y en los protocolos de adquisición de la tomografía computarizada; aun así, las densidades reportadas mantienen una tendencia clara que permite obtener un valor promedio sólido para el análisis, dejando solo un margen de ajuste a los protocolos de cada institución. Además, la aplicación práctica

de estos valores todavía depende en gran medida del criterio individual del profesional y requiere ser fortalecida por estudios adicionales que ayuden a unificar criterios.

IV. CONCLUSIONES

- Las Unidades Hounsfield son una herramienta muy útil para identificar el tromboembolismo pulmonar en tomografía computarizada, porque permiten diferenciar con valores concretos si una imagen corresponde a un trombo, al flujo sanguíneo o simplemente a un artefacto. Gracias a eso, se puede hacer un diagnóstico más preciso, incluso en estudios que no usan contraste (13,17).
- Medir los HU también ayuda a caracterizar mejor los trombos pulmonares y entender en qué etapa se encuentran. Los trombos agudos suelen tener valores más altos, entre 70 y 90 HU, ya que contienen más sangre fresca y hemoglobina (7,8,16,22). En cambio, los trombos crónicos muestran valores más bajos, alrededor de 40 a 50 HU, porque con el tiempo se transforman en tejido fibroso y con mayor presencia de colágeno (10,17).
- Además, los valores pueden variar dependiendo de dónde se ubique el trombo. Los centrales o lobares tienden a mostrar densidades más elevadas (70–95 HU), mientras que los periféricos o subsegmentarios registran valores menores (45–60 HU). Esto tiene sentido porque el flujo y la composición de la sangre no son iguales en todas las partes del árbol pulmonar (2,8,13,24–26). En conjunto, estas diferencias permiten hacer una evaluación anatómica más precisa del grado de compromiso vascular en cada paciente (27,28).

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Merck Manual Professional Edition [Internet]. [citado 14 de noviembre de 2025]. Pulmonary Embolism (PE) - Pulmonary Disorders. Disponible en: <https://www.merckmanuals.com/professional/pulmonary-disorders/pulmonary-embolism/pulmonary-embolism-pe>
2. Yazici MM, Sekmen S, Çelik A, Yavaş Ö, Hürsoy N. The accuracy of the Hounsfield unit in pulmonary embolism diagnostics. *Clin Exp Emerg Med.* 29 de enero de 2024;11(3):295-303.
3. Diaz-Lorenzo I, Alonso-Burgos A, Frieria Reyes A, Pacios Blanco RE, de Benavides Bernaldo de Quiros M del C, Gallardo Madueño G. Current Role of CT Pulmonary Angiography in Pulmonary Embolism: A State-of-the-Art Review. *J Imaging.* 15 de diciembre de 2024;10(12):323.
4. Yu MH, Jung JH, Kim T, Kim DK. Thrombus volume and Hounsfield unit density as a predictor of pulmonary embolism in patients with deep vein thrombosis. *Acta Radiol.* junio de 2023;64(6):2198-204.
5. Donuru A, Torigian DA, Nachiappan AC. Grayscale Inversion to aid Diagnosis of Acute Occlusive and Chronic Pulmonary Embolism on CT. *Int J Angiol.* junio de 2024;33(02):132-3.
6. De Luca F, Modolon C, Buia F, Attinà D, Fughelli P, Bacchi Reggiani ML, et al. Densitometric CT evaluation of acute and chronic thromboembolic filling defects of the pulmonary arteries before and after contrast injection. *Radiol med.* septiembre de 2012;117(6):979-91.

7. Gertz RJ, Lennartz S, Kaya K, Wawer Matos Reimer RP, Pennig L, Kottlors J, et al. Dual-layer dual-energy CT characterization of thrombus composition in acute pulmonary embolism and chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Int J Cardiovasc Imaging*. 25 de diciembre de 2024;41(2):303-14.
8. Abhiram PS, Masimade SB, Sushaal CR. Diagnostic Accuracy in Quantitative Evaluation of Attenuation of Pulmonary Thrombus on Noncontrast Computed Tomography Scan. *APIK Journal of Internal Medicine*. abril de 2024;12(2):79-84.
9. Shafik S, Said A, Ali F. The value of hyperdense lumen sign at non-contrast Computed Tomography in the diagnostic work up of Pulmonary Embolism. *Egyptian Journal of Medical Research*. 1 de abril de 2023;4(2):55-62.
10. Bukhari SMA, Hunter JG, Bera K, Tippareddy C, Johnson CR, Ravi S, et al. Clinical and imaging aspects of pulmonary embolism: a primer for radiologists. *Clinical Imaging*. enero de 2025;117:110328.
11. Dogan H, De Roos A, Geleijins J, Huisman M, Kroft L. The role of computed tomography in the diagnosis of acute and chronic pulmonary embolism. *Diagn Interv Radiol*. 3 de julio de 2015;21(4):307-16.
12. Faggioni L, Neri E, Sbragia P, Pascale R, D'Errico L, Caramella D, et al. 80-kV Pulmonary CT Angiography With 40 mL of Iodinated Contrast Material in Lean Patients: Comparison of Vascular Enhancement With Iodixanol (320 mg I/mL) and Iomeprol (400 mg I/mL). *American Journal of Roentgenology*. diciembre de 2012;199(6):1220-5.

13. Tatco VR, Piedad HH. The validity of hyperdense lumen sign in non-contrast chest CT scans in the detection of pulmonary thromboembolism. *Int J Cardiovasc Imaging*. marzo de 2011;27(3):433-40.
14. Ehsanbakhsh A, Hatami F, Valizadeh N, Khorashadizadeh N, Norouzirad F. Evaluating the Performance of Unenhanced Computed Tomography in the Diagnosis of Pulmonary Embolism.
15. Guo R, Deng M, Xi L, Zhang S, Xu W, Liu M. Chest non-contrasted computed tomography in detecting acute pulmonary thromboembolism: A single-center retrospective study. *Exp Ther Med*. 29 de mayo de 2024;28(2):304.
16. Hausmann D, Maher A, Sieroń DA, Huber AT, Obmann VC, Ebner L, et al. Detection of Pulmonary Embolism on CT-Angiography Using Contrast Attenuation of Pulmonary Veins. *Acta Angiologica*. 1 de junio de 2021;1(1):1-9.
17. Sun S, Semionov A, Xie X, Kosiuk J, Mesurolle B. Detection of central pulmonary embolism on non-contrast computed tomography: a case control study. *Int J Cardiovasc Imaging*. marzo de 2014;30(3):639-46.
18. Hendriks BMF, Kok M, Muhl C, Bekkers SCAM, Wildberger JE, Das M. Individually tailored contrast enhancement in CT pulmonary angiography. *BJR*. mayo de 2016;89(1061):20150850.
19. Kim C, Lee CW, Hong GS, Kim G, Lee KY, Kim SS. Assessment of pulmonary arterial enhancement on CT pulmonary angiography using a leg vein for contrast media administration. *Medicine*. diciembre de 2017;96(49):e9099.
20. Rajiah P, Ciancibello L, Novak R, Sposato J, Landeras L, Gilkeson R. Ultra-low dose contrast CT pulmonary angiography in oncology patients using a

- high-pitch helical dual-source technology. *Diagn Interv Radiol*. mayo de 2019;25(3):195-203.
21. Basson DJ, Moodley H. An audit of the adequacy of contrast enhancement in CT pulmonary angiograms in a South African tertiary academic hospital setting. *S Afr j radiol* [Internet]. 24 de marzo de 2022 [citado 13 de noviembre de 2025];26(1). Disponible en: <https://sajr.org.za/index.php/sajr/article/view/2350>
 22. Wang Q, Wang H, Lin C, Huang X, Chen S, Zhang J, et al. Differentiating pulmonary embolism from contrast accumulation-induced beam hardening artifacts using dual-energy CT quantitative parameters. *Quant Imaging Med Surg*. junio de 2025;15(6):5593-603.
 23. Kajie S, Nakamura K, Moriya T, Ogata T, Yamashita T. Acute pulmonary thromboembolism with high-density emboli in the pulmonary artery detected on non-enhanced computed tomography. *Respirology Case Reports*. agosto de 2024;12(8):e01447.
 24. Gopalan D, Nordgren-Rogberg A, Le EPV, Pavey H, Tarkin J, Nyrén S, et al. Abnormal Pulmonary Venous Filling: An Adjunct Feature in the Computed Tomography Pulmonary Angiogram Assessment of Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension. *JAHA*. 3 de noviembre de 2020;9(21):e018075.
 25. Schönfeld T, Seitz P, Krieghoff C, Ponorac S, Wötzel A, Olthoff S, et al. High-pitch CT pulmonary angiography (CTPA) with ultra-low contrast medium volume for the detection of pulmonary embolism: a comparison with standard CTPA. *Eur Radiol*. 1 de septiembre de 2023;34(3):1921-31.

26. Virtual Monoenergetic Imaging of Pulmonary CT Angiography Empowers Technologists: Improvement of Pulmonary Embolism Alerting By Energy Level Optimization Based on Thrombi Presentation [Internet]. [citado 14 de noviembre de 2025]. Disponible en: <https://www.cttacn.org.cn/en/article/doi/10.15953/j.ctta.2025.185>
27. Albrecht MH, Bickford MW, Nance JW, Zhang L, De Cecco CN, Wichmann JL, et al. State-of-the-Art Pulmonary CT Angiography for Acute Pulmonary Embolism. *American Journal of Roentgenology*. marzo de 2017;208(3):495-504.
28. Lloyd S, Sahu A, Riordan R. Diagnosis of Pulmonary Embolism by Computed Tomographic Pulmonary Angiography With and Without Optimal Contrast Enhancement: a Prospective Single Centre Audit.

ANEXOS

Anexo 1. Términos utilizados

POBLACIÓN	CONCEPTO	CONTEXTO
Pacientes con sospecha o diagnóstico de tromboembolismo pulmonar sometidos a tomografía.	Unidades Hounsfield, atenuación, densidad del trombo en tomografía computarizada.	Evaluación del tromboembolismo o pulmonar mediante unidades Hounsfield.
¿Cuál es la utilidad de las unidades Hounsfield en la identificación del tromboembolismo pulmonar?		

Fuente: Propia del autor.

PALABRAS CLAVES / DESCRIPTORES / OPERADOR BOOLEANOS

Población: ("Pulmonary Embolism" OR "Pulmonary Thromboembolism").

Concepto: ("CT Pulmonary Angiography" OR "CT Angiography" OR "Computed Tomography Angiography").

Contexto: ("Hounsfield" OR "Hounsfield Unit" OR "Attenuation" OR "Tissue Density").

Anexo 2. Fórmulas de búsqueda utilizadas

Tabla de búsqueda de google scholar

NÚMERO	Búsqueda de Google Scholar	Cantidad
#1	("pulmonary embolism" OR "pulmonary thromboembolism")	17800
#2	("CT pulmonary angiography" OR "CT angiography")	17500
#3	("Hounsfield" OR "Hounsfield unit" OR "attenuation" OR "'tissue density")	1630000
#1 and #2 and #3		2910

Fuente: Propia del autor.

Tabla de búsqueda de Pubmed

NÚMERO	Búsqueda de Pubmed	Cantidad
#1	("pulmonary embolism" OR "pulmonary thromboembolism")	34619
#2	("CT pulmonary angiography" OR "CT angiography" OR "CT pulmonary")	14177
#3	("Hounsfield" OR "Hounsfield unit" OR "attenuation" OR "tissue density")	70239
#1 and #2 and #3		107

Fuente: Propia del autor.

Anexo 3. Valores Unidades Hounsfield

ESTRUCTURA	RANGO O VALOR (HU)
Aire	≈ -1000
Grasa	≈ -100
Agua / Líquido	0
Sangre circulante (sin contraste)	40–80
Trombo agudo	70–90
Trombo crónico	40–50
Diferencia entre trombo y sangre (TC sin contraste)	>20 (media 22.7 ± 4.2)
Realce arterial mínimo diagnóstico (ATPC)	≥ 210
Realce subóptimo	< 210
Contraste arterial pulmonar óptimo	250–400
Trombos centrales (tronco y ramas lobares)	70–95
Trombos segmentarios	55–85
Trombos subsegmentarios	45–60
Tromboembolismo pulmonar crónico (CTEPH)	30–50

Fuente: Propia del autor.