

# ¿Cómo enfrentar la atenuación en mosaico en el TCAR?

Agustín Esteban Bozán Avilés, Luisa Elena Rodríguez Delgado,  
Martin Caicoya Boto, Juan Manuel Llanos Gómez,  
Iván Vicaría Fernández, Cristina Candelaria Linares Bello,  
Carlos Pérez Gámez,  
Daniel Chueca Martínez.

Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria,  
Santa Cruz de Tenerife.

# Objetivo docente

Buscar las causas y resaltar las características distintivas que pueden ayudar a determinar el proceso patológico subyacente.

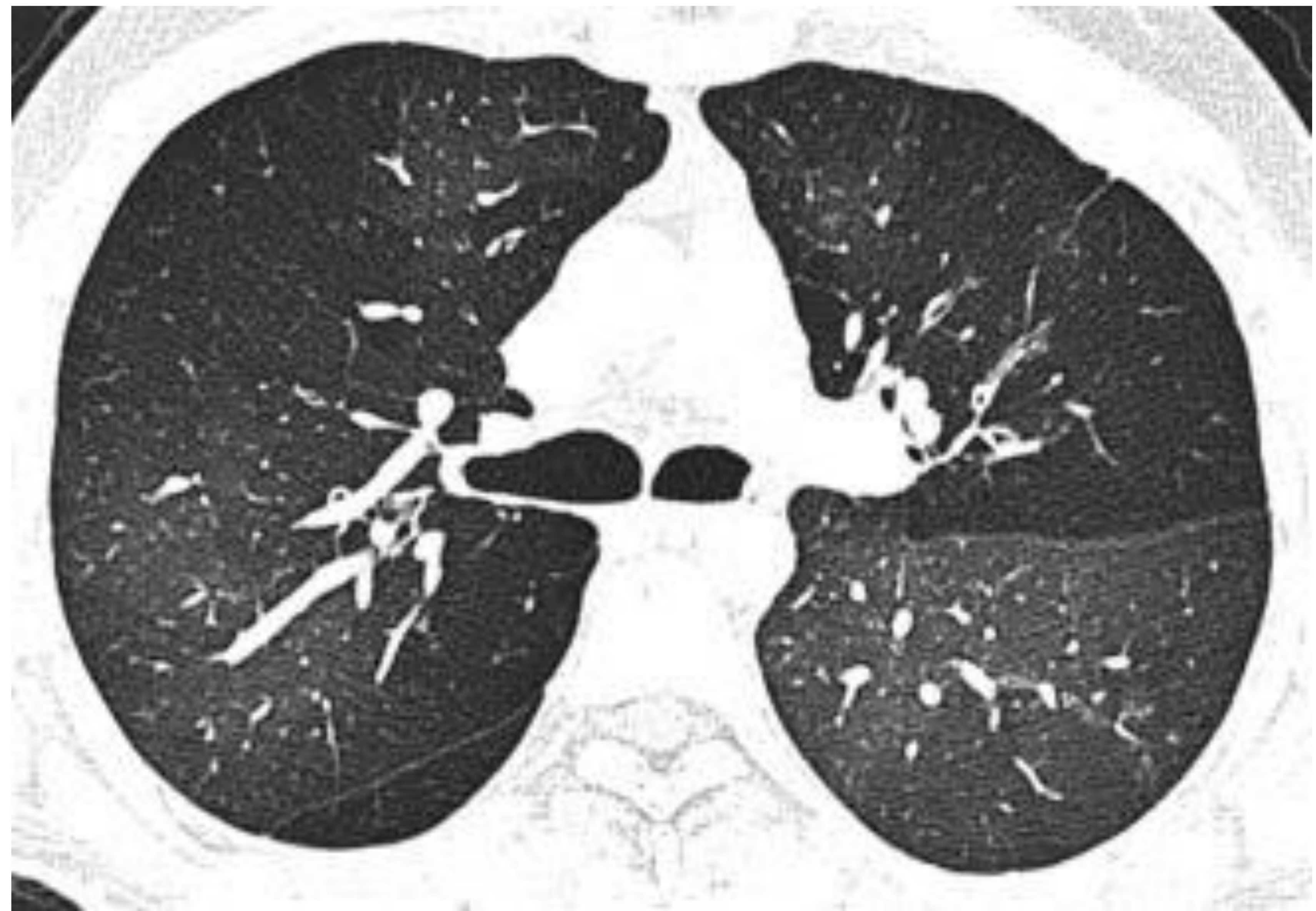
# Revisión del tema

## Definición:

La atenuación en mosaico son áreas parcheadas heterogéneas de diferente atenuación pulmonar.

Este patrón es el resultado de diversas causas que incluyen enfermedad de pequeñas vías aéreas; enfermedad vascular; enfermedades alveolares e intersticio, ya sean sola o en combinación.

La principal dificultad con este patrón radica en el hecho de que puede resultar difícil para un radiólogo determinar qué áreas de atenuación pulmonar son normales y cuáles son anormales.



*Imagen 1.* Fleischner Society: Glossary of Terms for Thoracic Imaging1. Mar 1 2008  
<https://doi.org/10.1148/radiol.2462070712>

# Causas de atenuación en mosaico

**Sola o en combinación.**

**Enfermedad  
vascular**

**Enfermedad de  
pequeñas vías  
aéreas**

**Enfermedad  
parénquima  
pulmonar**

**Atenuación en mosaico**

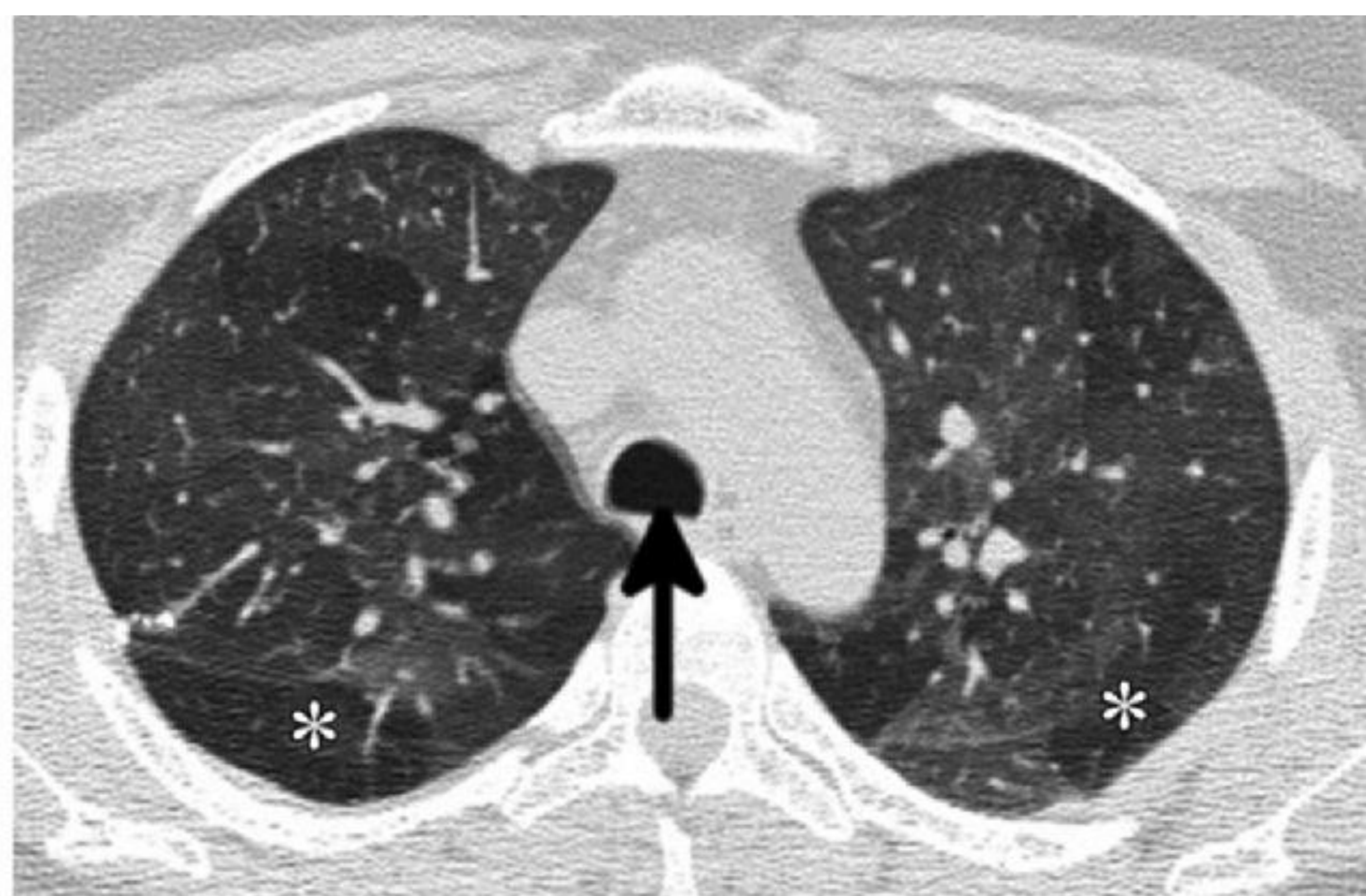
# TC en espiración y vascularización

Para diferenciar entre las causas de la atenuación del mosaico es necesario realizar TC espiratoria y evaluar la vascularización pulmonar.



a.

INSPIRACIÓN



b.

ESPIRACIÓN

Imágenes 2 y 3. Kligerman SJ, Henry T, Lin CT, Franks TJ, Galvin JR. Mosaic attenuation: etiology, methods of differentiation, and pitfalls. RadioGraphics 2015; 35(5):1360–80. DOI: 10.1148/rg.2015140308

## ¿Por qué realizar TC en espiración?

Uno de los mejores métodos para diferenciar entre las causas de la atenuación del mosaico es realizar imágenes espiratorias.

En pacientes con enfermedad de la vía aérea pequeña, el aire no puede escapar fácilmente debido a que están obstruidas, quedando atrapado el aire, viéndose aéreas de bajos niveles de atenuación, lo que se denomina atrapamiento aéreo, hallazgo muy característico de esta enfermedad.

Además al realizar un TC en espiración las diferencias de densidades entre las áreas normales y anormales se vuelve más pronunciada, lo que facilita el diagnóstico.

**¿Cómo saber si se ha logrado una buena espiración ?** La pared posterior de la tráquea en espiración se desplaza hacia delante haciéndose recta o abombando ligeramente hacia delante (Flecha negra imagen b).

**¿Como evaluar la vascularización pulmonar?** En las áreas de hipoatenuación pulmonar (\*) se observa disminución de la vascularización. Nos podríamos enfrentar tanto a enfermedad de vía aérea ( reacción de vasoconstricción hipóxica) como a enfermedad vascular (obstrucción).

## Enfermedad de vía aérea pequeña

La vía aérea pequeña se define como vías respiratorias no cartilaginosas con un diámetro interno menor de 2 mm y estas están ubicadas aproximadamente desde la octava generación de vías respiratorias hasta los bronquiolos terminales (las vías respiratorias más pequeñas sin alvéolos) y los bronquiolos respiratorios (las vías respiratorias distales a los bronquiolos terminales que participan en el intercambio).

Fisiopatología: Es importante tener en cuenta que, aunque existe obstrucción bronquiolar, el pulmón distal puede tener algo de ventilación a través de los poros de Kohn, los canales de Lambert y/o los canales de Martin. Sin embargo, esta ventilación colateral no es suficiente para normalizar el intercambio gaseoso y la perfusión es redistribuida a las áreas con mejor ventilación, fenómeno que genera hipoperfusión con disminución en el calibre de los vasos sanguíneos (vasoconstricción refleja secundaria a la hipoxemia).

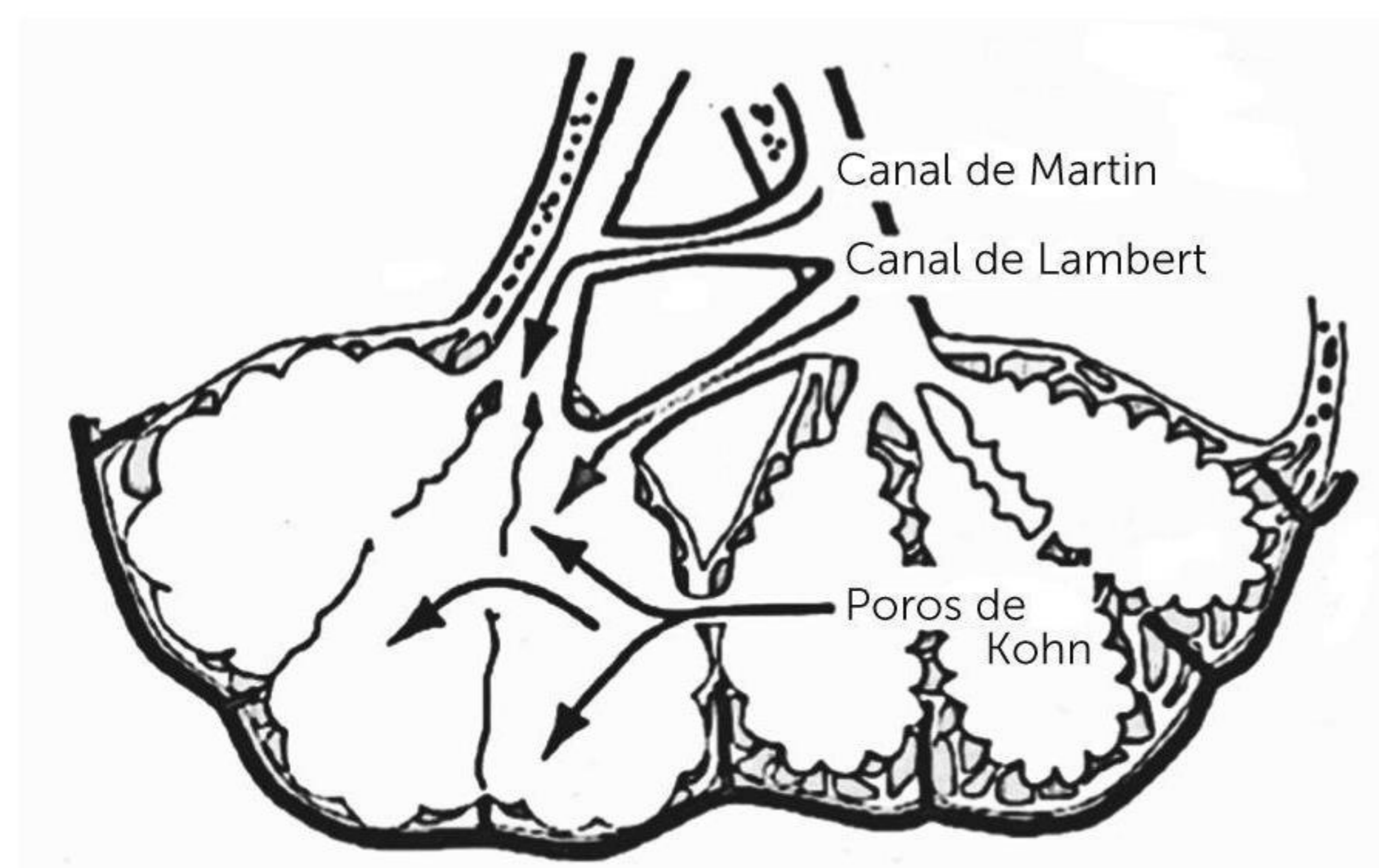


Imagen 4. Fisiología respiratoria 9ª edición. John B, West MD, PhD, DSC. 2012

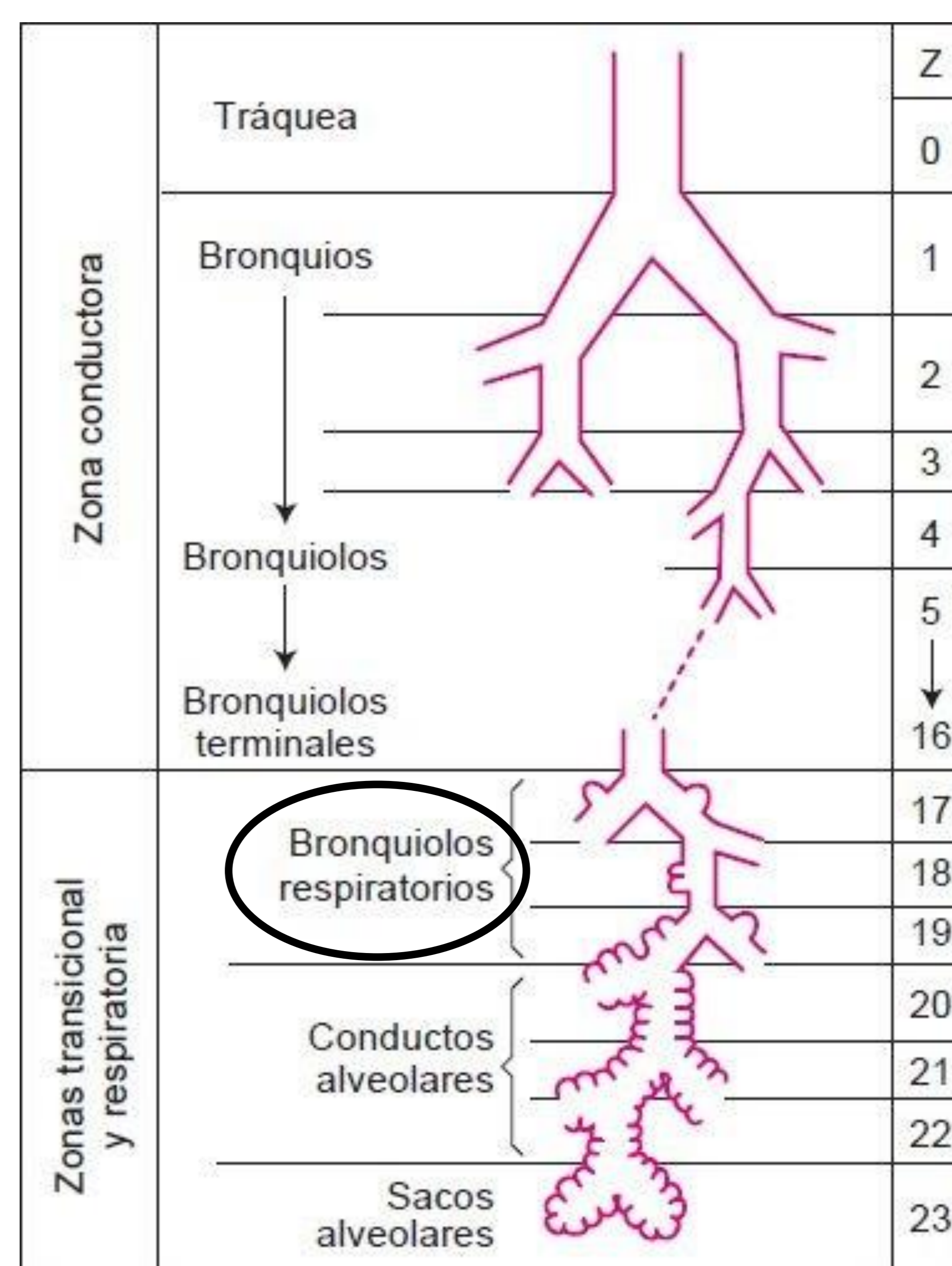


Imagen 5. Fisiología respiratoria 9ª edición. John B, West MD, PhD, DSC. 2012

## Manifestaciones en TCAR de Enfermedad de vía aérea

### Signos:

- TC en espiración se observa atrapamiento aéreo. (áreas parenquimatosas con una atenuación menor de lo normal y sin reducción de volumen, con vasoconstricción refleja secundaria a la hipoxemia).
- Signos de ocupación de vía aérea (nódulos centrolobulillar, opacidades en “árbol en brote”).
- Bronquiectasia / Bronquielectasia.
- Engrosamiento bronquial.

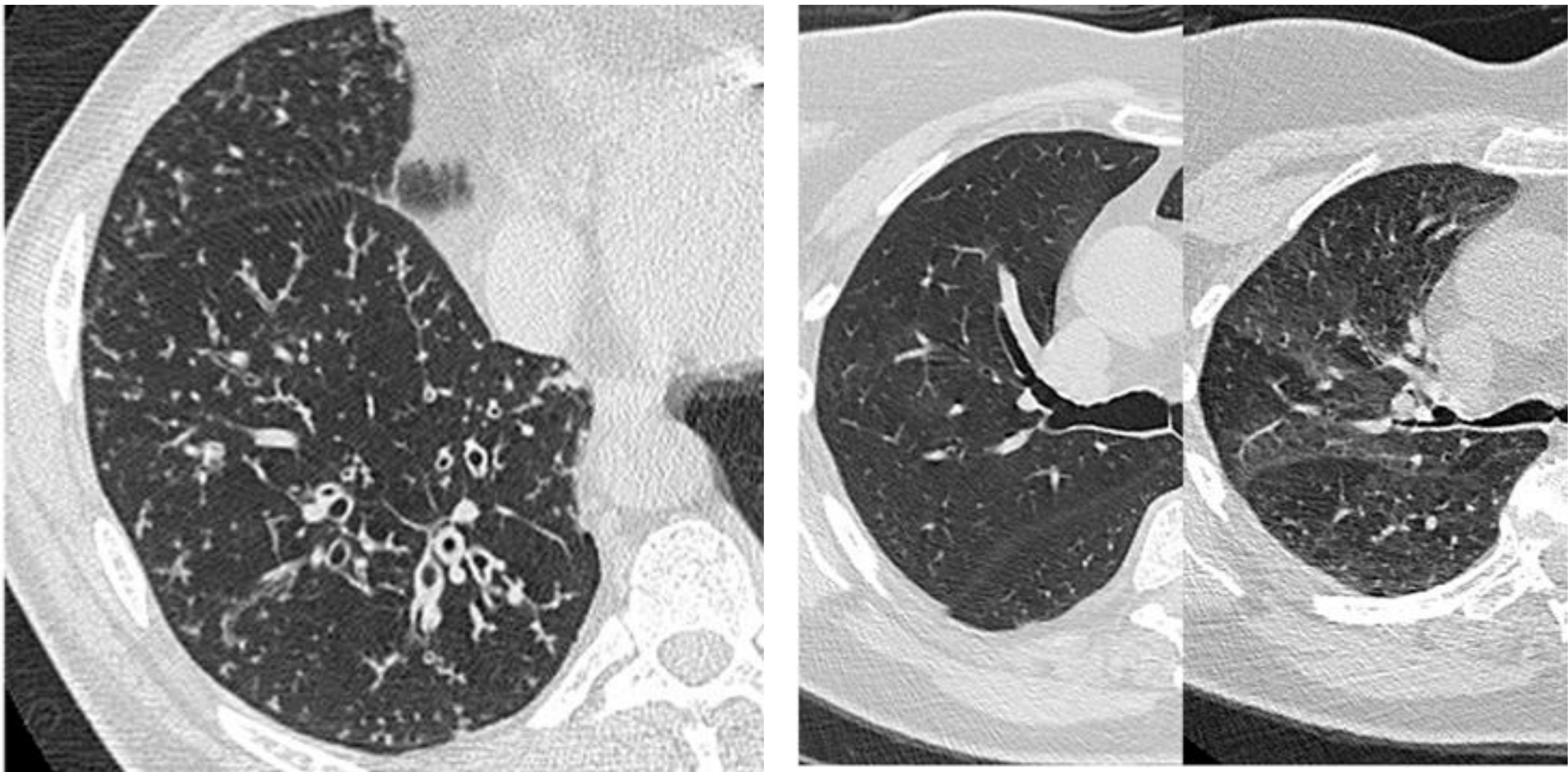


Imagen 6. Winningham PJ, Martínez-Jiménez S, Rosado-de-christenson ML, Betancourt SL, Restrepo CS. Bronchiolitis: a practical approach for the general radiologist. RadioGraphics 2017;37:777-94. DOI: 10.1148/rg.2017160131

Imagen de la izquierda muestra signos de ocupación de vía aérea (nódulos centrolobulillar, opacidades en “árbol en brote”), bronquiectasias y marcado engrosamiento bronquial, son hallazgos característicos de las enfermedades de vía aérea.

Imagen de la derecha muestra un TCAR en inspiración (izquierda) y en espiratoria (derecha) donde se visualiza áreas de hipoatenuación en relación a atrapamiento de aire, hallazgo muy característico de estas enfermedades.



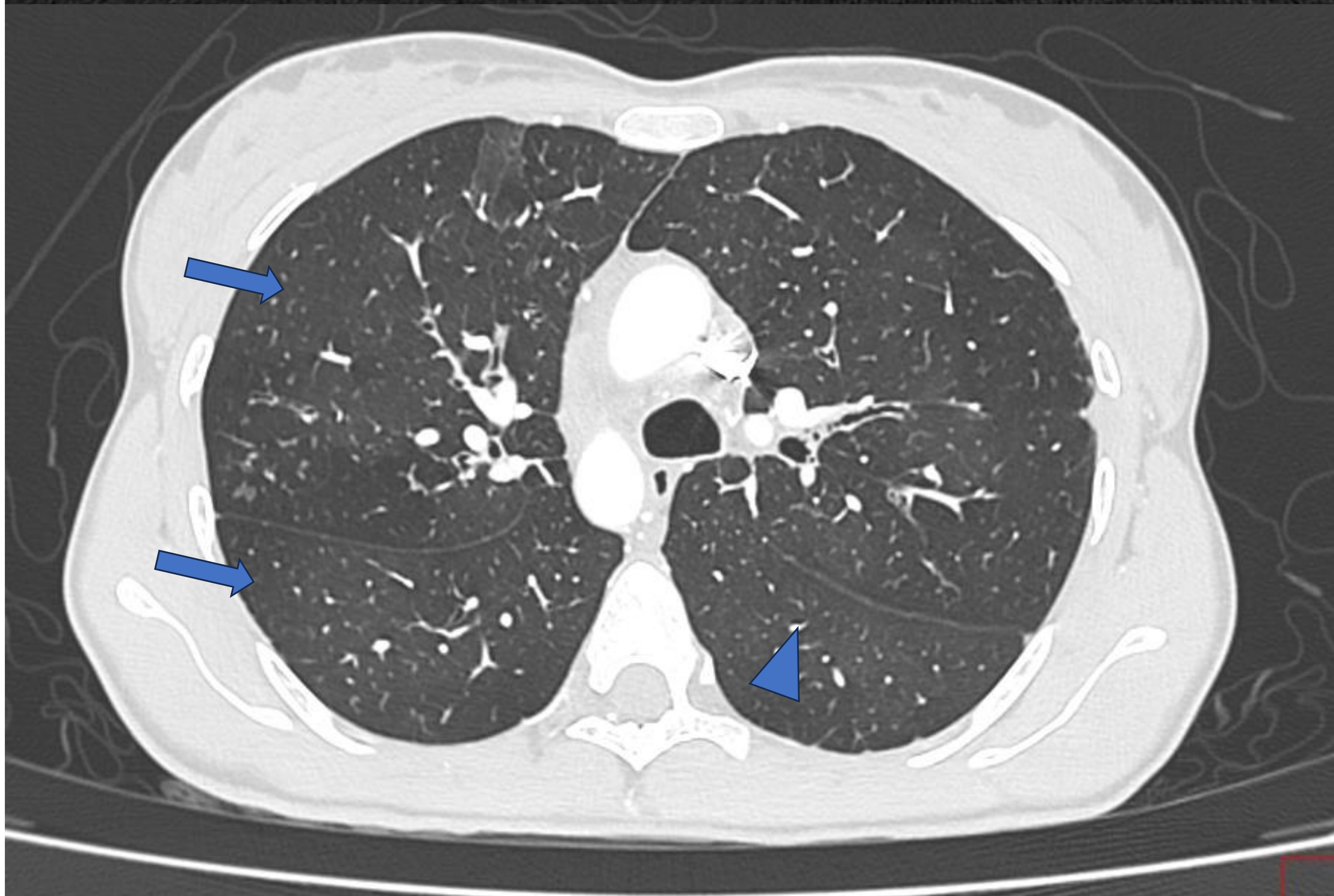
Imágenes 7 y 8.

*TC de tórax en corte axial, ventana pulmonar.*

*Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria*

Muestra patrón en mosaico con áreas hipodensas (flechas) y parénquima normal ( cabeza de flecha).

Asociado a signos de ocupación de vía aérea, bronquiectasia y engrosamiento bronquial. Hallazgos sugestivos de enfermedad de vía aérea pequeña.



# Causas de enfermedad de vía aérea

## Enfermedad bronquiolar primario:

- Bronquiolitis constrictiva.
- Bronquiolitis celular.
- Panbronquiolitis difusa.
- Bronquiolitis respiratoria.
- Enfermedad de las vías respiratorias por polvo mineral
- Bronquiolitis folicular

## Enfermedad bronquiolar en vías respiratorias grandes

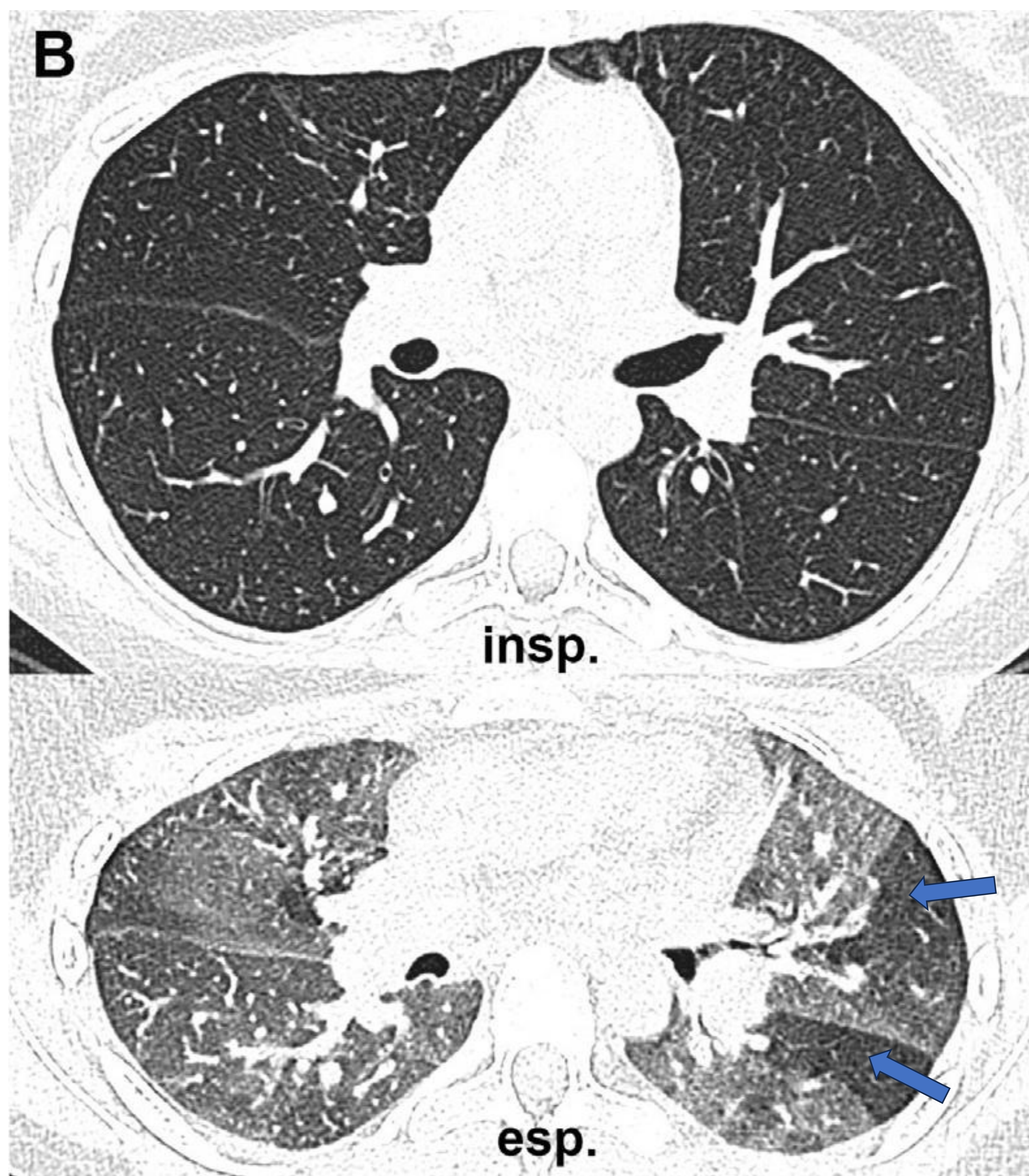
- Bronquitis crónica
- Bronquiectasias
- Asma



# Combinación de vía área grande y pequeña

## Asma

Se caracteriza por presentar TC inspiratorio normal y TC espiratorio con extensas zonas de atrapamiento aéreo (flechas azules).



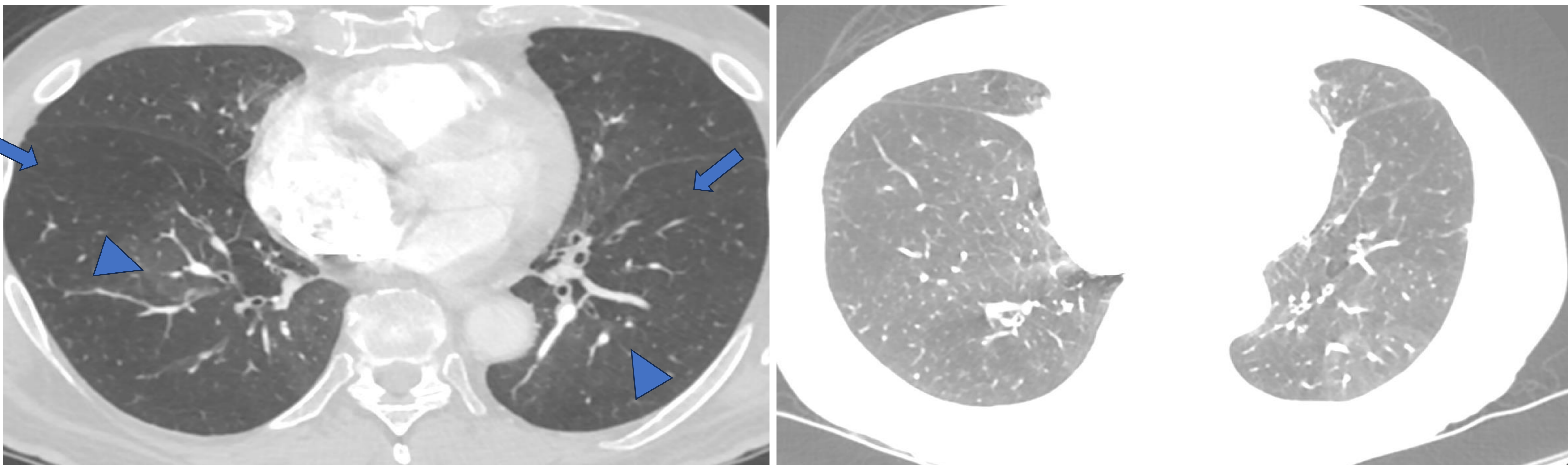
# Enfermedad vascular

## La atenuación en mosaico :

Alternancia de zonas hiperperfundidas, las cuales corresponden a las áreas de mayor densidad radiológica v/s áreas hipoperfundidas que se evidencian como densidad radiológica menor.

Causas:

- Tromboembolismo pulmonar
- Hipertensión pulmonar primaria



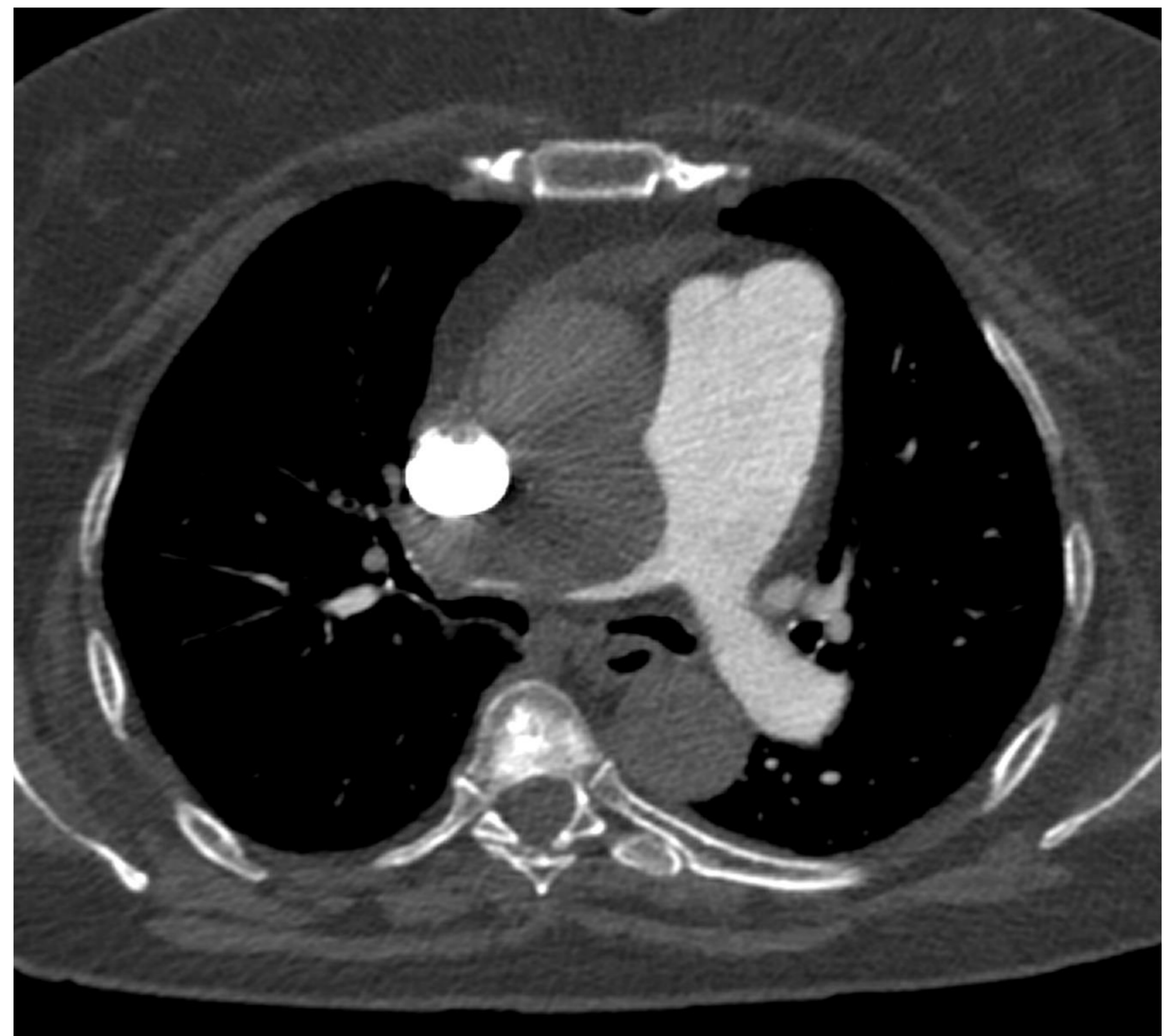
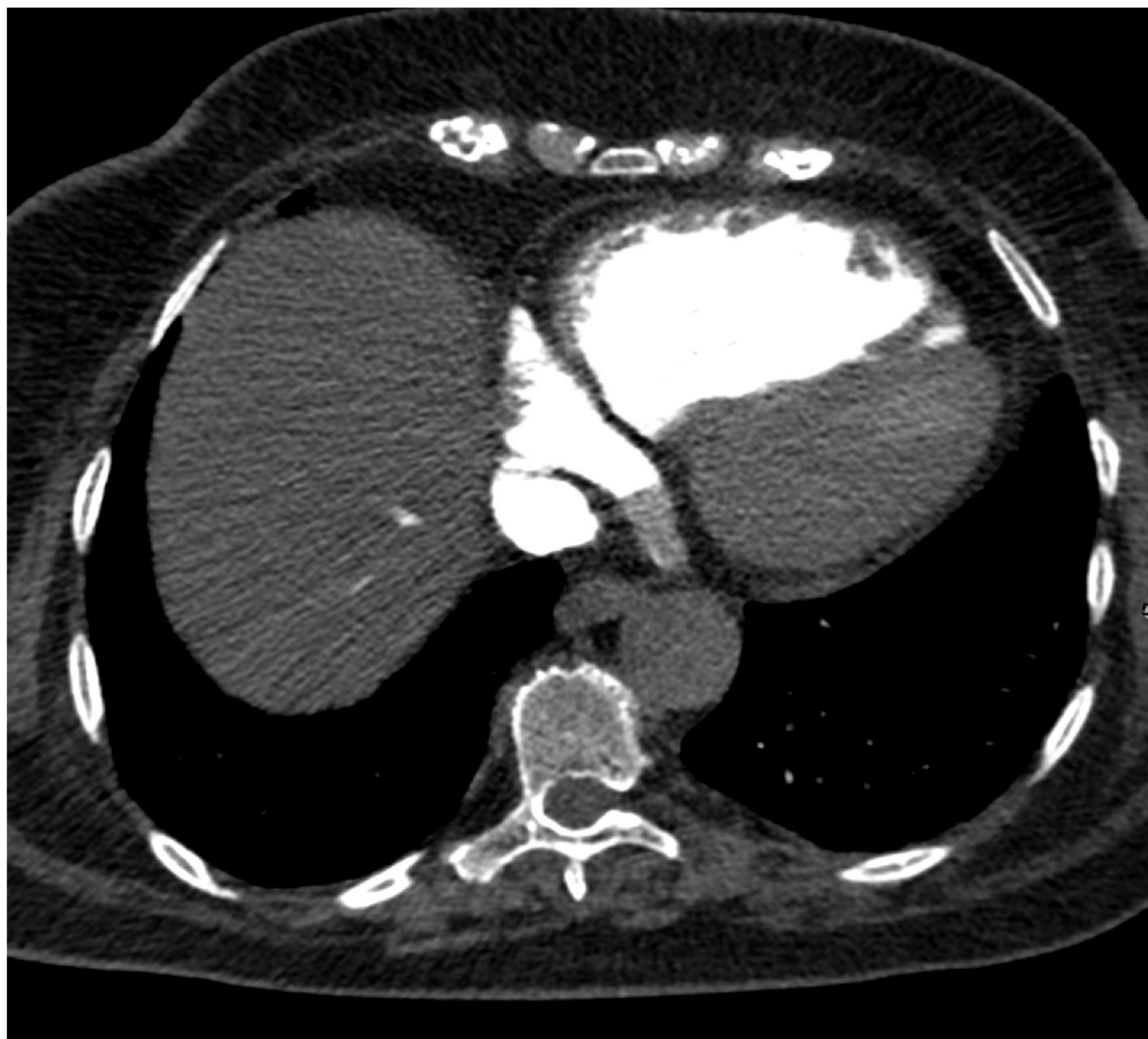
*Imágenes 10 y 11. Angio TC de arterias pulmonares, corte axial, ventana pulmonar , en paciente con TEP crónico. Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.*

Se observa un patrón de atenuación en mosaico. Las zonas con mayor atenuación presentan vasos de mayor calibre ( zonas hiperperfundidas, cabezas de flechas) que las zonas afectadas por el TEP crónico ( zonas hipoperfundidas, flechas).

## Manifestaciones en Tc Enfermedad vascular

### Signos sugestivo de HTP y sobrecarga del ventrículo derecho:

- Relación arteria pulmonar /aorta ascendente  $>1$ .
- Relación arteria segmentaria/ bronquio  $>1$  en tres o mas lóbulos.
- Relación VD/VI  $>1$ , engrosamiento de la pared ventricular, rectificación de septo interventricular.

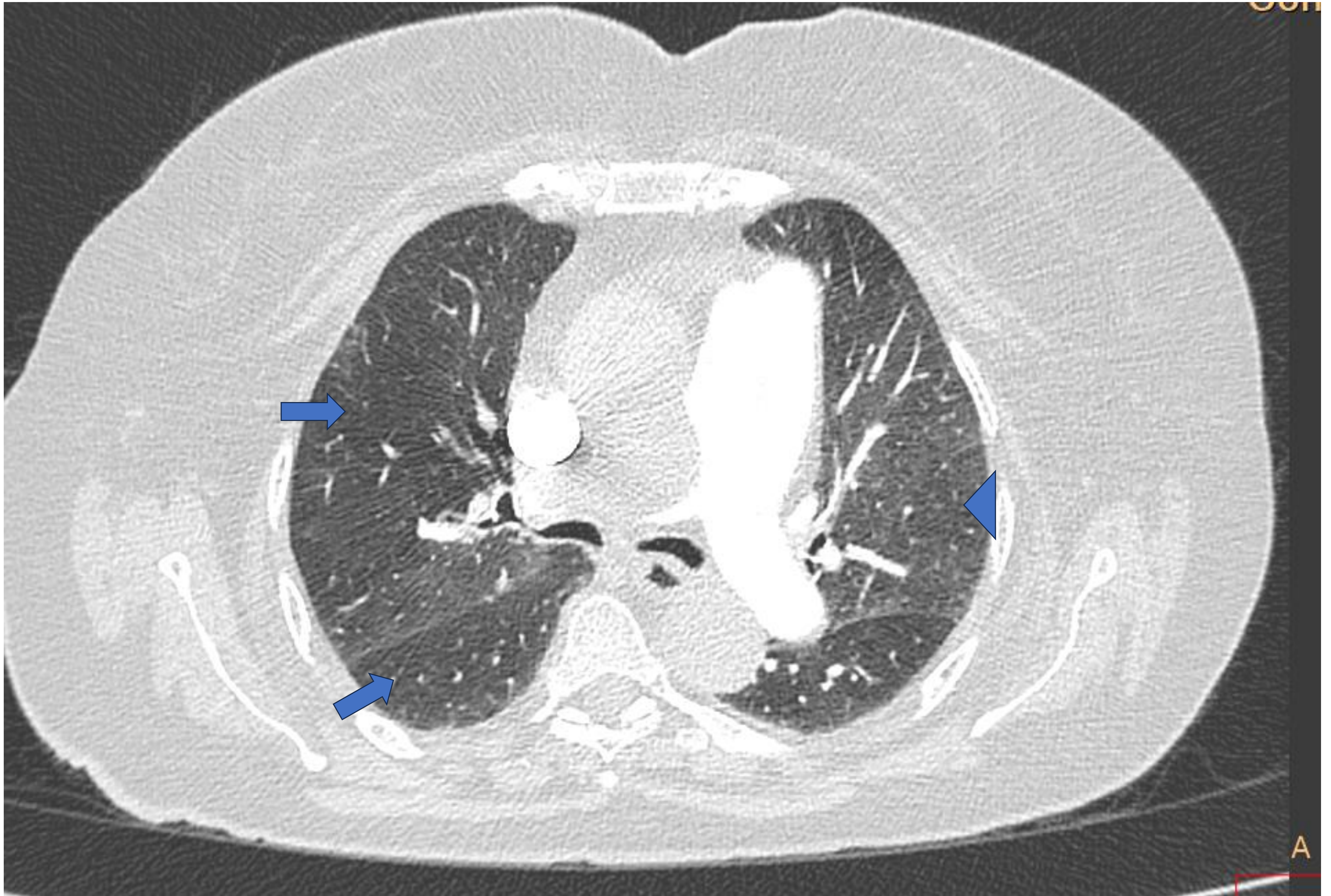


*Imágenes 11y 12. Angio TC de arterias pulmonares, corte axial, ventana mediastínica, en paciente con TEP agudo. Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.*

Se puede visualizar defecto de repleción en la arteria pulmonar derecha, asociado a signos de sobrecarga del ventrículo derecho.

En la imagen de la izquierda la relación VD/VI  $>1$ .

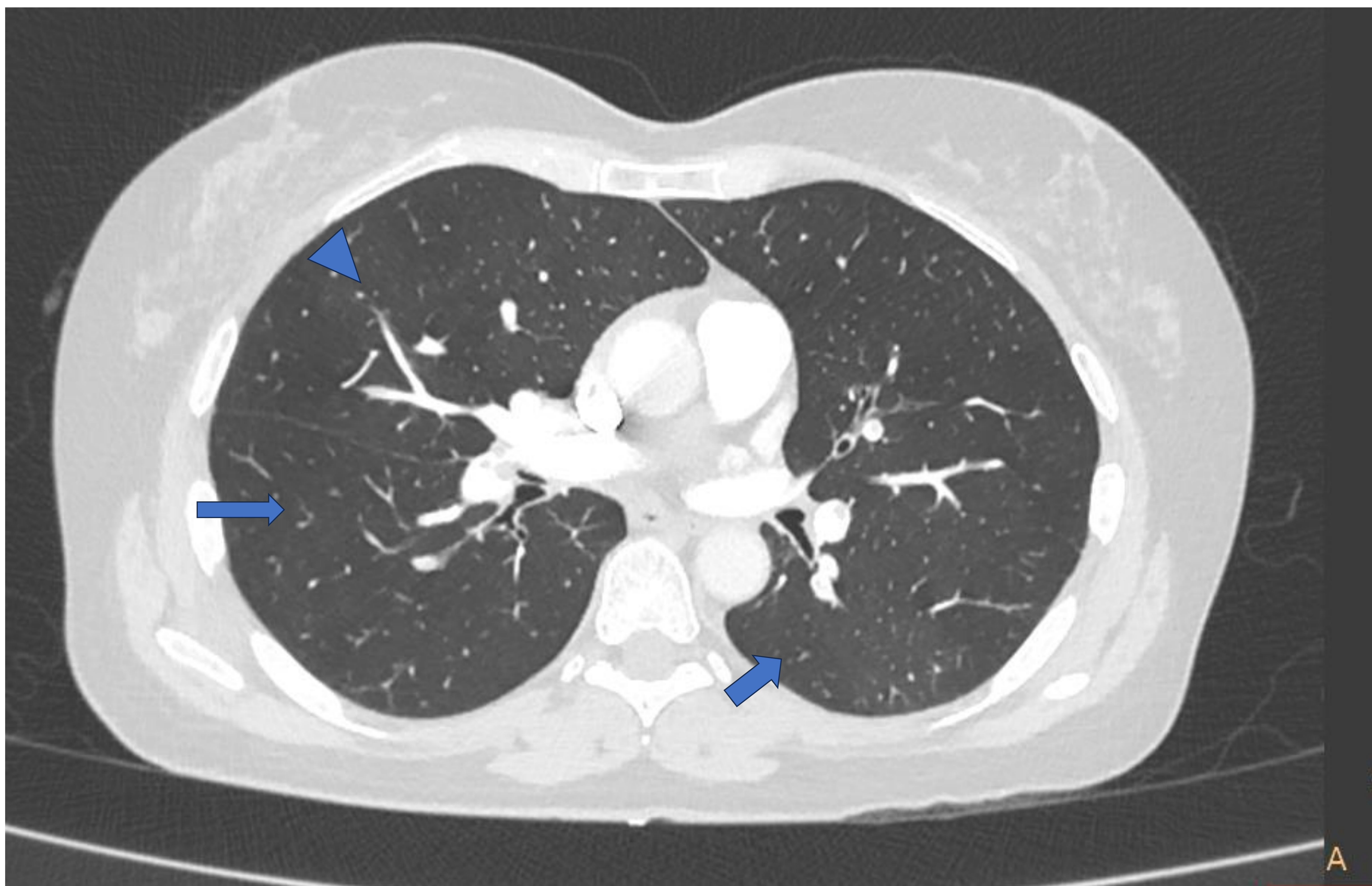
En la imagen de la derecha la relación arteria pulmonar /aorta ascendente  $>1$ .



*Imagen 13. Angio TC de arterias pulmonares, corte axial, ventana pulmonar, en paciente con TEP agudo. Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.*

La imagen muestra defecto de repleción en el interior de arteria pulmonar derecha con oclusión subtotal con extensión a ramas lobar superior, media e inferior. Además se observa defecto de repleción parcial en rama segmentaria del LII. Asociado a signos de sobrecarga derecha.

Parénquima pulmonar en espiración, con patrón en mosaico con áreas de hipoperfusión ( flechas azules) y áreas hiperperfundidas (cabeza de flecha azul).



*Imagen 14. Angio TC de arterias pulmonares, corte axial, ventana pulmonar, en paciente con TEP agudo. Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.*

La imagen muestra TEP bilateral con afectación de las arterias lobares y segmentarias-subsegmentarias. Además, en el lado derecho se observa un defecto de repleción suboclusivo en la arteria pulmonar principal.

Parénquima pulmonar con patrón de perfusión en mosaico con áreas hipoperfundidas (flecha azul) y otras hiperperfundidas (cabeza de flecha azul).

# Enfermedad del parénquima pulmonar

## **La atenuación en mosaico:**

Secundario afectación intersticial o alveolar.

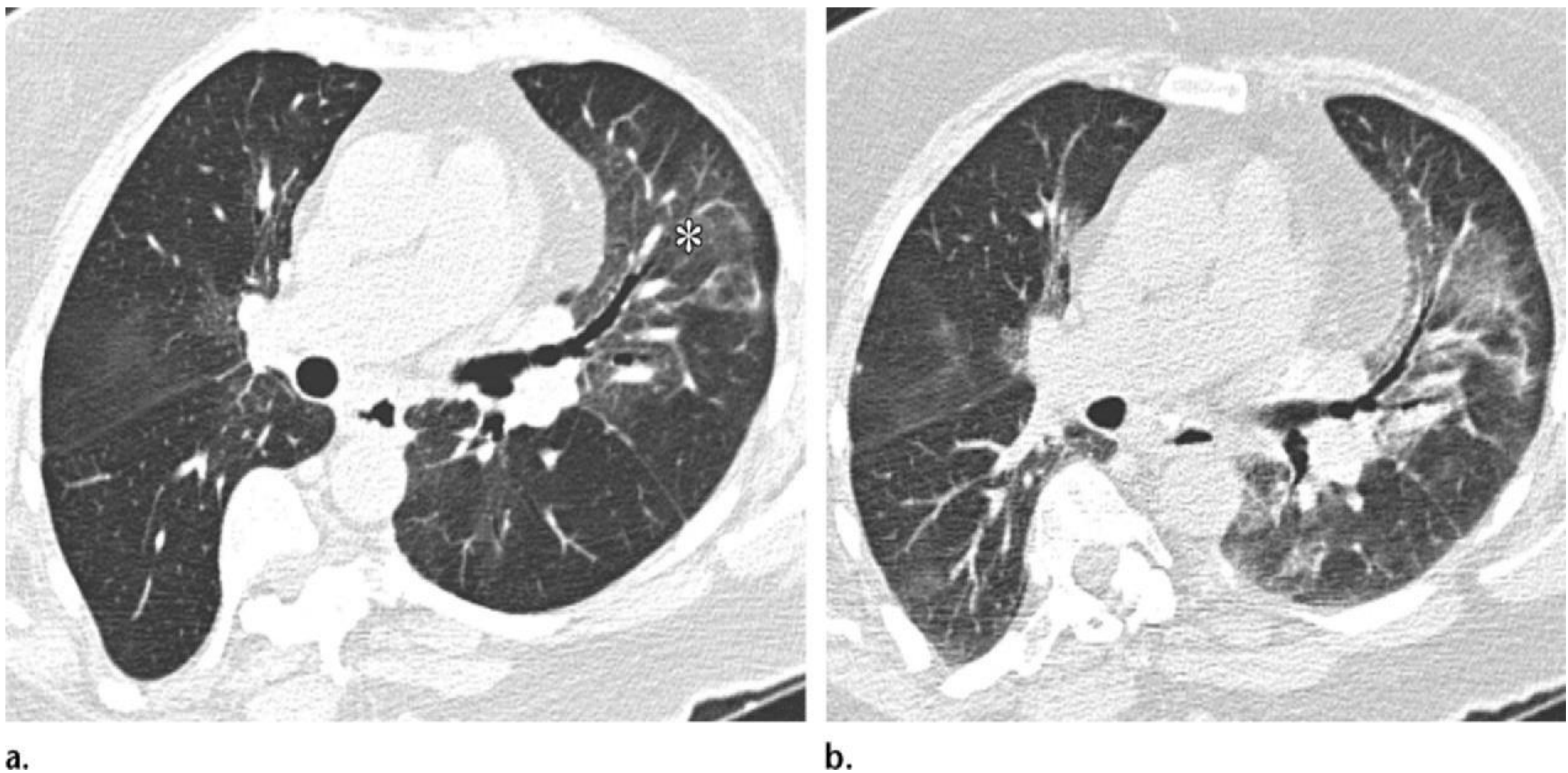
Estas condiciones no se acompañan de alteración de la perfusión vascular y es por esto que los vasos son del mismo calibre.

Zonas de menor atenuación (parénquima normal) y la de mayor la atenuación (parénquima enfermo).

## **Signos característicos :**

- Opacidad en vidrio deslustrado: Opacidad pulmonar tenuemente aumentada, habitualmente extensa, dentro de la cual se pueden distinguir los contornos de los vasos pulmonares. Producida por el relleno parcial de los espacios aéreos, engrosamiento intersticial (debido a líquido, células y/o fibrosis), colapso parcial de alvéolos, aumento del volumen sanguíneo capilar o combinación de ellas.
- Otros hallazgos asociados: engrosamiento del tabique interlobulillar, reticulaciones, bronquiectasias por tracción, pérdida de volumen.

# TC en espiración en enfermedad del parénquima pulmonar



Imágenes 18 y 19. Kligerman SJ, Henry T, Lin CT, Franks TJ, Galvin JR. Mosaic attenuation: etiology, methods of differentiation, and pitfalls. *RadioGraphics* 2015; 35(5):1360–80. DOI: 10.1148/rg.2015140308

Imagen de TC axial durante la inspiración (imagen izquierda) muestra atenuación en mosaico, con una área hiperdensa en vidrio deslustrado en el lóbulo superior izquierdo (\*) y en espiración (imagen derecha) muestra un aumento difuso de la atenuación tanto en las áreas previamente aumentada como en las áreas de parénquima normal.

## Causas de enfermedad del parénquima pulmonar

### AGUDAS

**Edema pulmonar**

**Hemorragia pulmonar**

**Infecciones**

- Neumonía por Pneumocystis
- Neumonía por Virus
- Neumonía Bacteriana (Legionella , Mycoplasma , Chlamydia)

**Daño alveolar difuso, fase exudativa**

- Síndrome de distrés respiratorio agudo
- Neumonía intersticial aguda

**Neumonía eosinofílica aguda**

### SUBAGUDAS/CRÓNICAS

**Infecciones**

- Neumonía por Pneumocystis

Daño alveolar difuso, organizativo y fibrótico.

Neumonía Intersticial No Específica (NINE)

Neumonía Intersticial Usual (NIU)

Proteinosis Alveolar

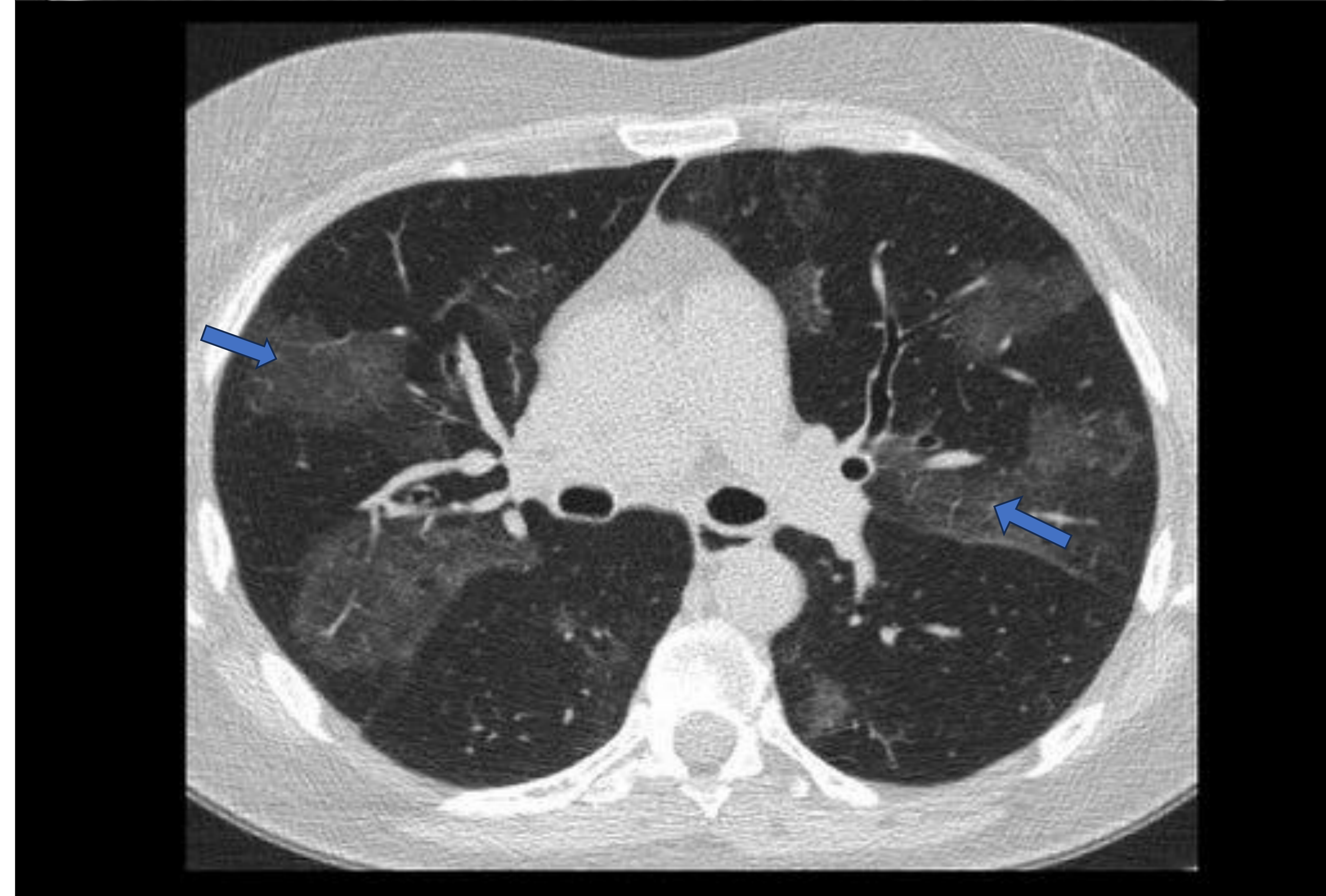
Neumonía organizada

Neumonía eosinofílica crónica

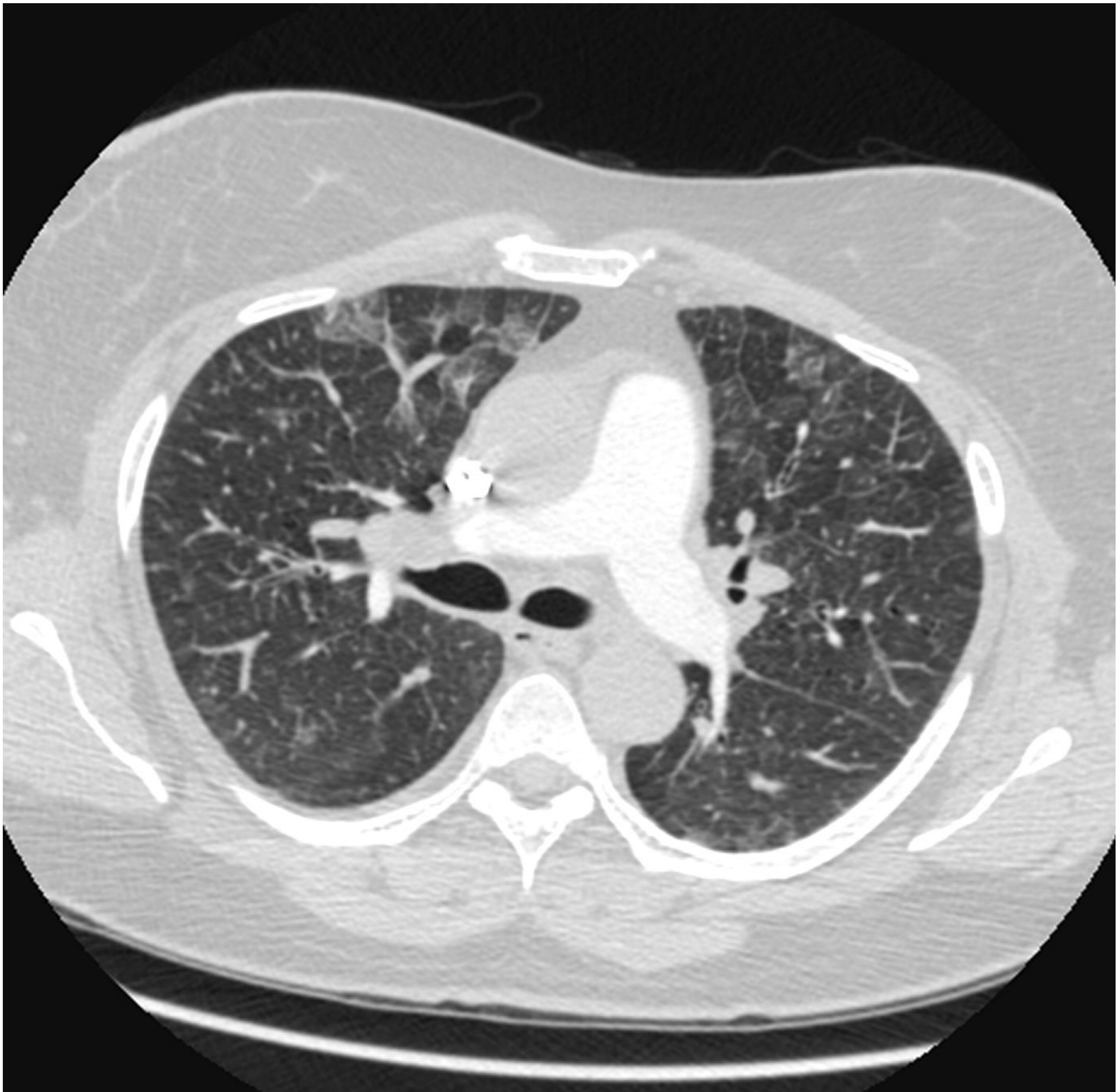




*Imágenes 20 y 21 . Angio TC de arterias pulmonares, corte axial, ventana pulmonar, en paciente con hemoptisis tras la práctica de submarino. Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.*

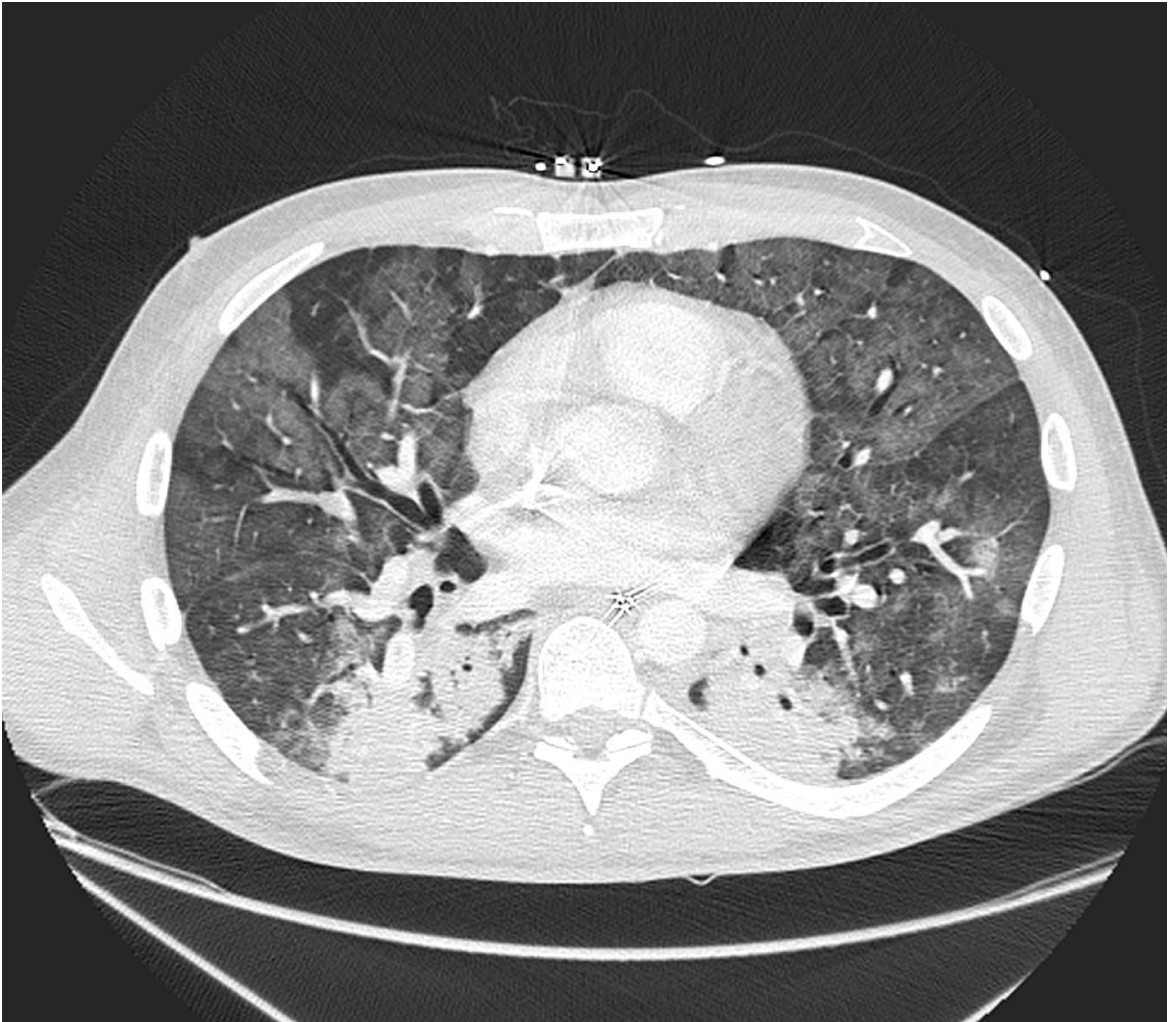


Se muestra en la imagen un patrón en mosaico , áreas parcheadas en vidrio deslustrado (zonas hiperdensas, flechas) en el contexto de hemorragia alveolar por barotrauma, los vasos en las zonas afectadas presentan el mismo calibre que las zonas de parénquima normal.



*Imagen 22. TC arterias pulmonares corte axial, ventana pulmonar. Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.*

Parénquimas pulmonares con patrón de perfusión mosaico, con áreas en vidrios deslustrados en ambos campos pulmonares, asociados a marcado engrosamiento del intersticio interlobulillar.



*Imagen 23 . TC arterias pulmonares corte axial, ventana pulmonar.  
Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.*

Parénquimas pulmonares con patrón de perfusión mosaico, con áreas en vidrios deslustrados de distribución difusa en ambos campos pulmonares y áreas de consolidación en campos inferiores en relación con afectación por SARS-CoV 2.

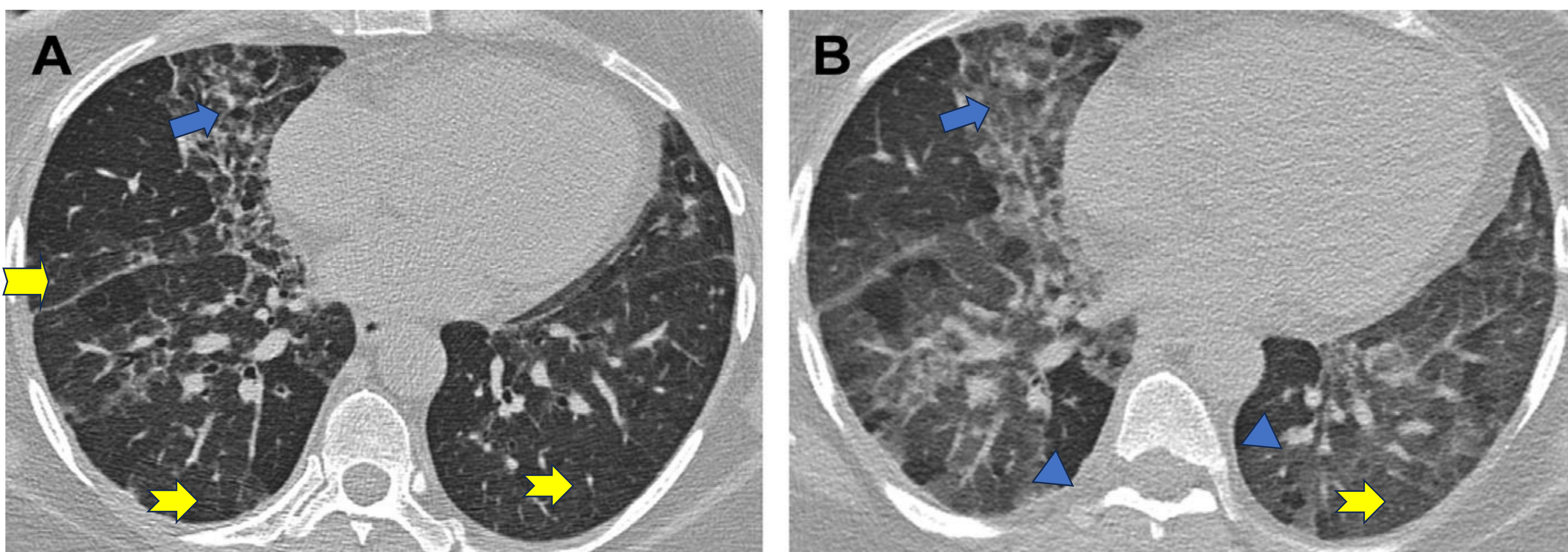
# Enfermedad pulmonar intersticial con afectación bronquial

## Combinación ( signo “ embutido de cabeza de jabalí”):

- Opacidad de vidrio deslustrado ( o condensación)
- Pulmón normal
- Atrapamiento aéreo

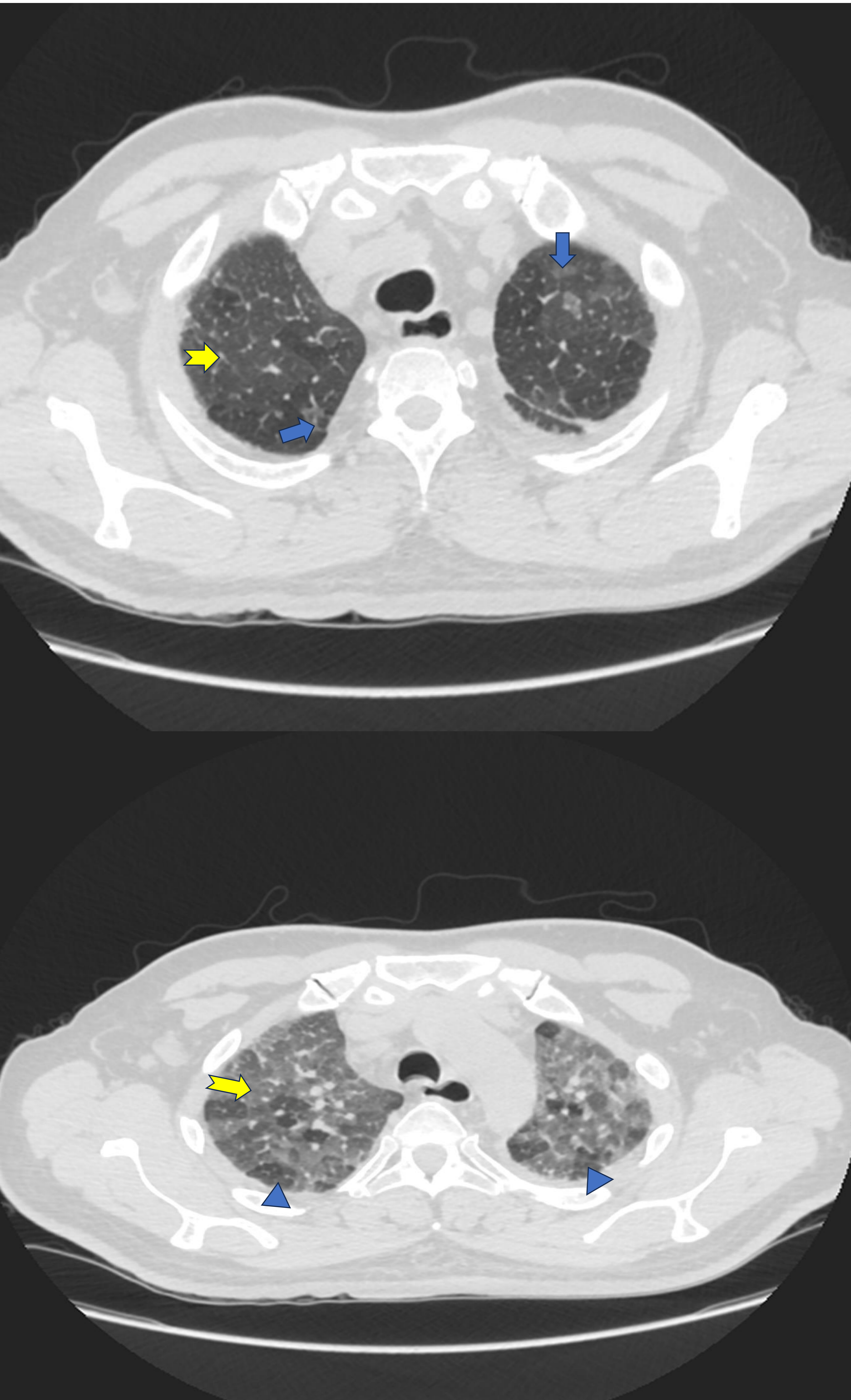
## Causas:

- Neumonitis por hipersensibilidad
- Sarcoidosis
- Bronquiolitis respiratoria
- Bronquiolitis respiratoria- Enfermedad pulmonar intersticial.
- Neumonía insterticial descamativa



Imágenes 24 y 25 . Hirschmann JV, Pipavath SNJ, Godwin JD. Hypersensitivity pneumonitis: a historical,clinical, and radiologic review. Radiographics 2009; 29: 1921-38. DOI: 10.1148/rg.297095707

La imagen muestra un parénquima pulmonar con patrón en perfusión en mosaico en combinación (signo “ embutido de cabeza de jabalí”), donde se puede visualizar áreas hiperdensas en opacidad de vidrio deslustrado (flechas), Pulmón normal (flechas con muscas amarillas) y atrapamiento aéreo en fase espiratoria ( imagen derecha, cabezas de flecha azules).



*Imágenes 26 y 27. TCAR en fase inspiratoria ( imagen superior) y espiratoria ( imagen inferior), corte axial y ventana pulmonar. Neumopatía intersticial crónica. Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.*

Parénquima pulmonar con patrón en perfusión en mosaico en combinación (signo “ embutido de cabeza de jabalí”), donde se puede visualizar áreas hiperdensas en opacidad de vidrio deslustrado (flechas), Pulmón normal (flechas con muscas amarillas) y atrapamiento aéreo en fase espiratoria (cabezas de flecha azules). Asociado a engrosamiento intersticial de predominio intralobulillar.

## Tabla resumen comparativa

CAUSAS	Perfusión sanguínea	Inspiración (Atenuación)	Espiración (Atenuación)	Características específicas
ENFERMEDAD DE VÍA AÉREA (PEQUEÑA/GRANDE)	↓	↓ <sub>o</sub> =	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrapamiento aéreo</li> <li>• Signos de ocupación de vía aérea</li> <li>• Bronquiectasia</li> <li>• Engrosamiento bronquial</li> </ul>
ENFERMEDAD VASCULAR	↓	↓	↓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signos de HTP y sobrecarga del VD.</li> </ul>
ENFERMEDAD DEL PARÉNQUIMA PULMONAR	=	↑	↑	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opacidad en vidrio deslustrado</li> <li>• Otros hallazgos: engrosamiento del tabique interlobulillar, reticulación, bronquiectasias por tracción, pérdida de volumen</li> </ul>

# Conclusiones:

La atenuación en mosaico es un hallazgo que involucra distintas causas que pueden afectar tanto a la vía respiratoria, vasos pulmonares, alveolos e intersticio.

Aunque la diferenciación puede ser difícil. Un buen diagnóstico nos puede ayudar al manejo de la enfermedad.

# Referencias:

- Kligerman SJ, Henry T, Lin CT, Franks TJ, Galvin JR. Mosaic attenuation: etiology, methods of differentiation, and pitfalls. *RadioGraphics* 2015; 35(5):1360–80. DOI: 10.1148/rg.2015140308
- Carole A. Ridge<sup>1</sup>, Alexander A. Bankier, Ronald L. Eisenberg. Mosaic attenuation. Received April 5, 2011; accepted without revision April 27, 2011. DOI:10.2214/AJR.11.7067
- David M. Hansell, MD, FRCP, FRCR Alexander A. Bankier, MD Heber MacMahon, MB, BCh, BAO Theresa C. McLoud, MD Nestor L. Müller, MD, PhD Jacques Remy, MD. Fleischner Society: Glossary of Terms for Thoracic Imaging<sup>1</sup>. Mar 1 2008 <https://doi.org/10.1148/radiol.2462070712>
- Winningham PJ, Martínez-Jiménez S, Rosado-de-christenson ML, Betancourt SL, Restrepo CS. Bronchiolitis: a practical approach for the general radiologist. *RadioGraphics* 2017;37:777–94. DOI: 10.1148/rg.2017160131
- Hirschmann JV, Pipavath SNJ, Godwin JD. Hypersensitivity pneumonitis: a historical, clinical, and radiologic review. *Radiographics* 2009; 29: 1921-38. DOI: 10.1148/rg.297095707
- C. Isabela S. Silva<sup>1</sup>, Thomas V. Colby<sup>2</sup>, Nestor L. Müller<sup>1,3</sup>. Asthma and Associated Conditions: High-Resolution CT and Pathologic Findings. *AJR*:183, September 2004. *AJR* 2004;183:817–824 0361–803X/04/1833–817
- Hajime Kasaia, Nobuhiro Tanabe, Kazushi Fujimoto, Hiromasa Hoshia, Jun Naito, Ryuto Suzukia, Akane Matsumuraa, Toshihiko Sugiuraa, Seiichiro Sakaoa, Koichiro Tatsumia. Mosaic attenuation pattern in non-contrast computed tomography for the assessment of pulmonary perfusion in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. Accepted 11 July 2017 . <http://dx.doi.org/10.1016/j.resinv.2017.07.003>
- TC torácica en espiración. Cuándo la hago y cómo la interpreto A. Martínez de Alegría Alonso\*, A. Bermúdez Naveira, D. Uceda Navarro y M. Domínguez Robla. 22 de enero de 2023 . <https://doi.org/10.1016/j.rx.2023.01.012>