

**seram 34**

Sociedad Española de Radiología Médica

Congreso Nacional

PAMPLONA  $\frac{24}{27}$  MAYO 2018

Palacio de Congresos Baluarte

23 mayo Cursos Precongreso

**Volumetría Hepática  
Preoperatoria :papel en la  
resección de lesiones  
hepáticas.**

Victor Fernandez Lobo, Francisco González  
Sánchez, Eduardo Herrera Romero, Elena  
Marín Diez, Raul Pellon Daben, Sara  
Sanchez Bernal

## VOLUMETRIA Y SEGMENTACION HEPATICA POR TC UTILIDAD EN LA PLANIFICACION QUIRURGICA

### Objetivos

- Presentación de la técnica de realización de la volumetría hepática y hepatectomía virtual mediante la Tomografía Computarizada (TC).
- Resaltar la utilidad que esta técnica , de forma automatizada, por su rapidez y carácter intuitivo tiene de cara a planificar tratamientos quirurgicos de tumores secundarios y primarios.

### Introducción

- Tanto para las neoplasias primarias de hígado como para las metástasis hepáticas, la resección quirúrgica representa la primera opción terapéutica para mejorar la supervivencia a largo plazo.
- Uno de los factores más importantes a considerar cuando se planea una resección hepática es la determinación del parénquima hepático funcional residual tras la cirugía, debido a que existe una relación directa entre la amplitud de la hepatectomía y el riesgo de fallo hepático post-hepatectomía, también denominado "Small-for-Size Syndrome" . Éste es un síndrome que ocurre cuando no existe suficiente parénquima para mantener la funciones normales del hígado, derivando en una insuficiencia hepática.
- Los avances en las técnica quirúrgicas han condicionado un incremento en el número de pacientes en los que está indicado la hepatectomía parcial con intención curativa por tanto también han aumentado los requerimientos de estudios que valoren el volumen del parénquima hepático residual.

## VOLUMETRIA Y SEGMENTACION HEPATICA POR TC UTILIDAD EN LA PLANIFICACION QUIRURGICA

### VOLUMETRIA HEPATICA

#### • ENFOQUE MULTIDISCIPLINAR

##### – RELACION ESTRECHA CIRUJANO RADIOLOGO

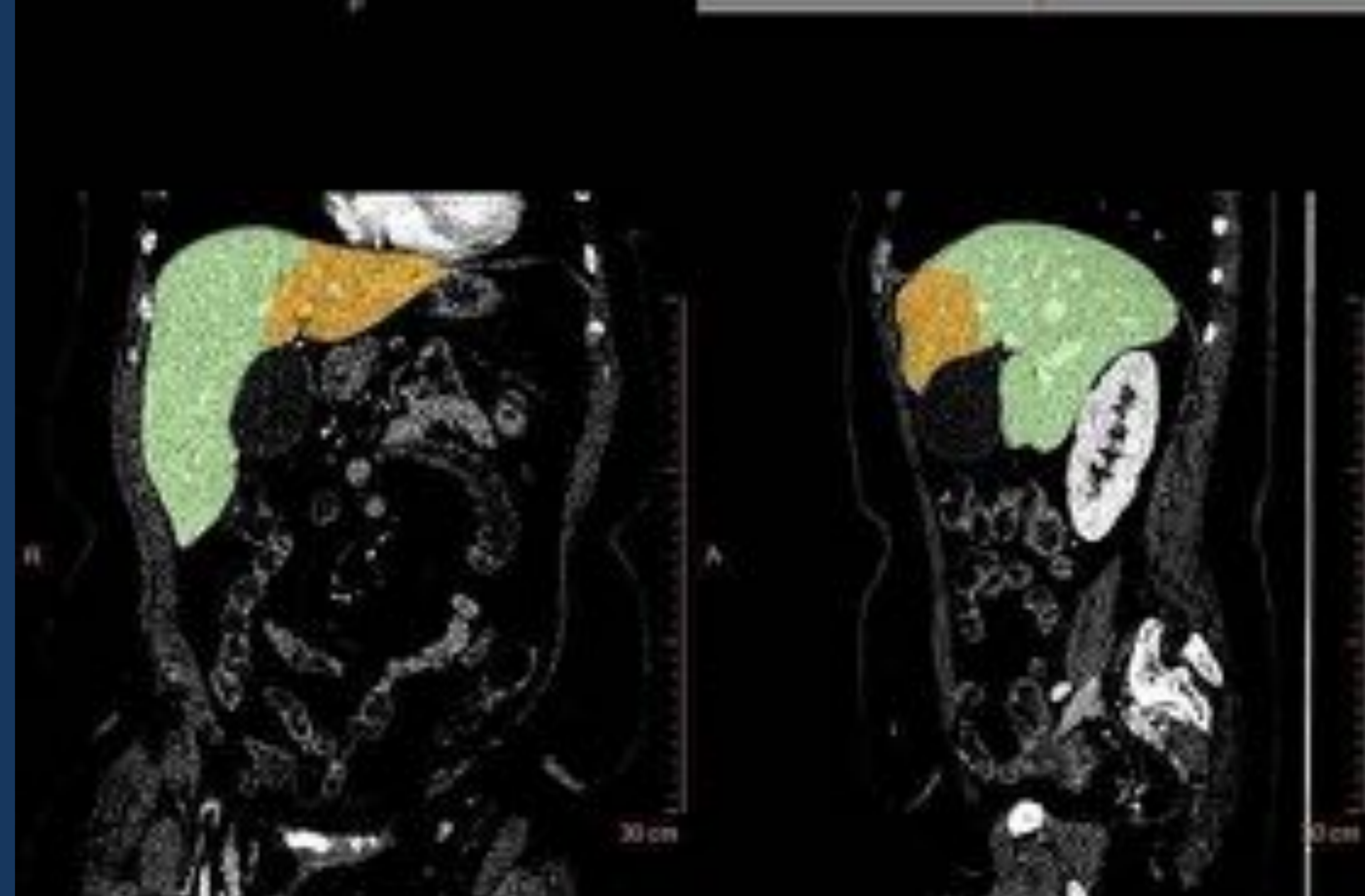
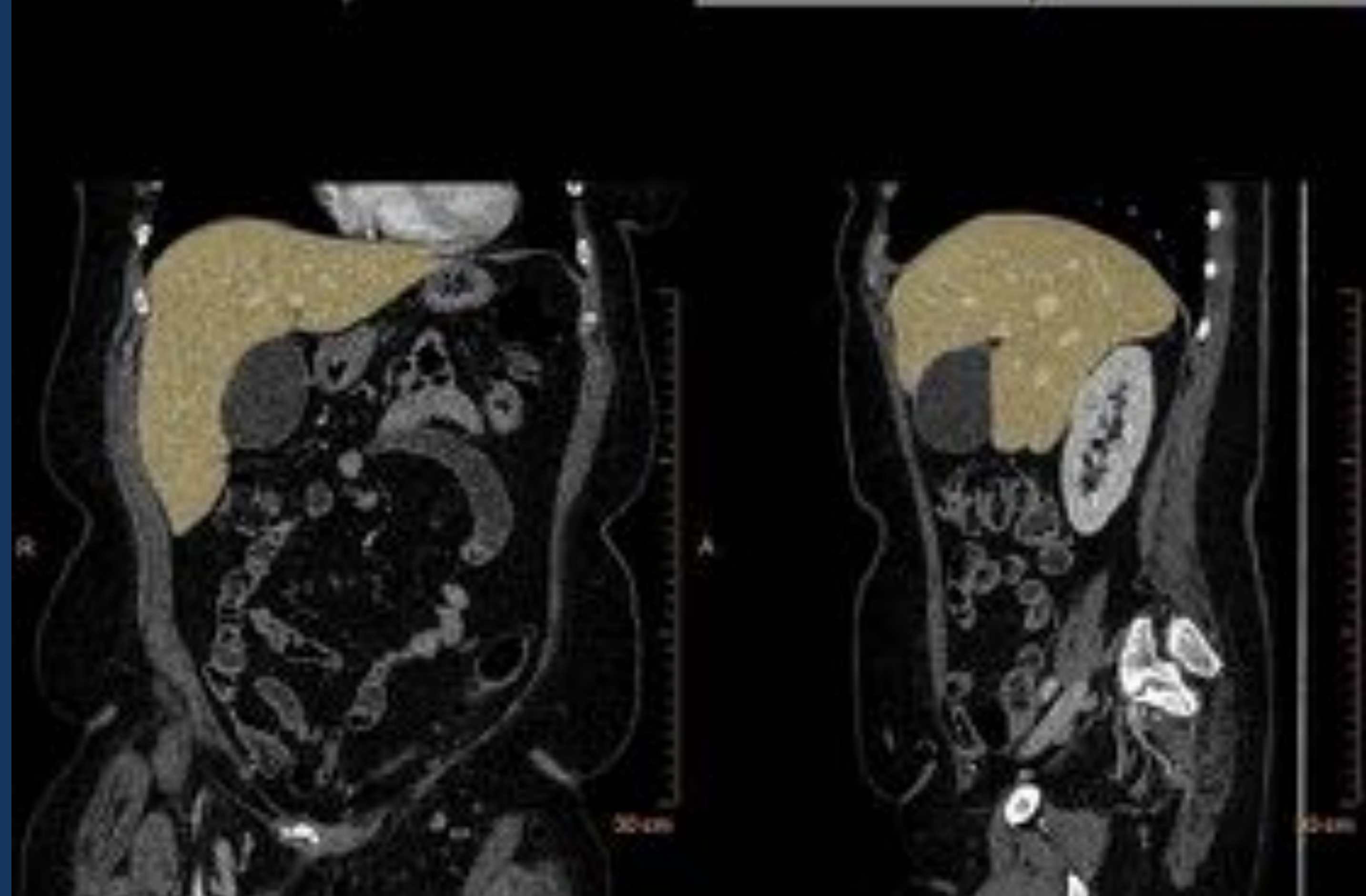
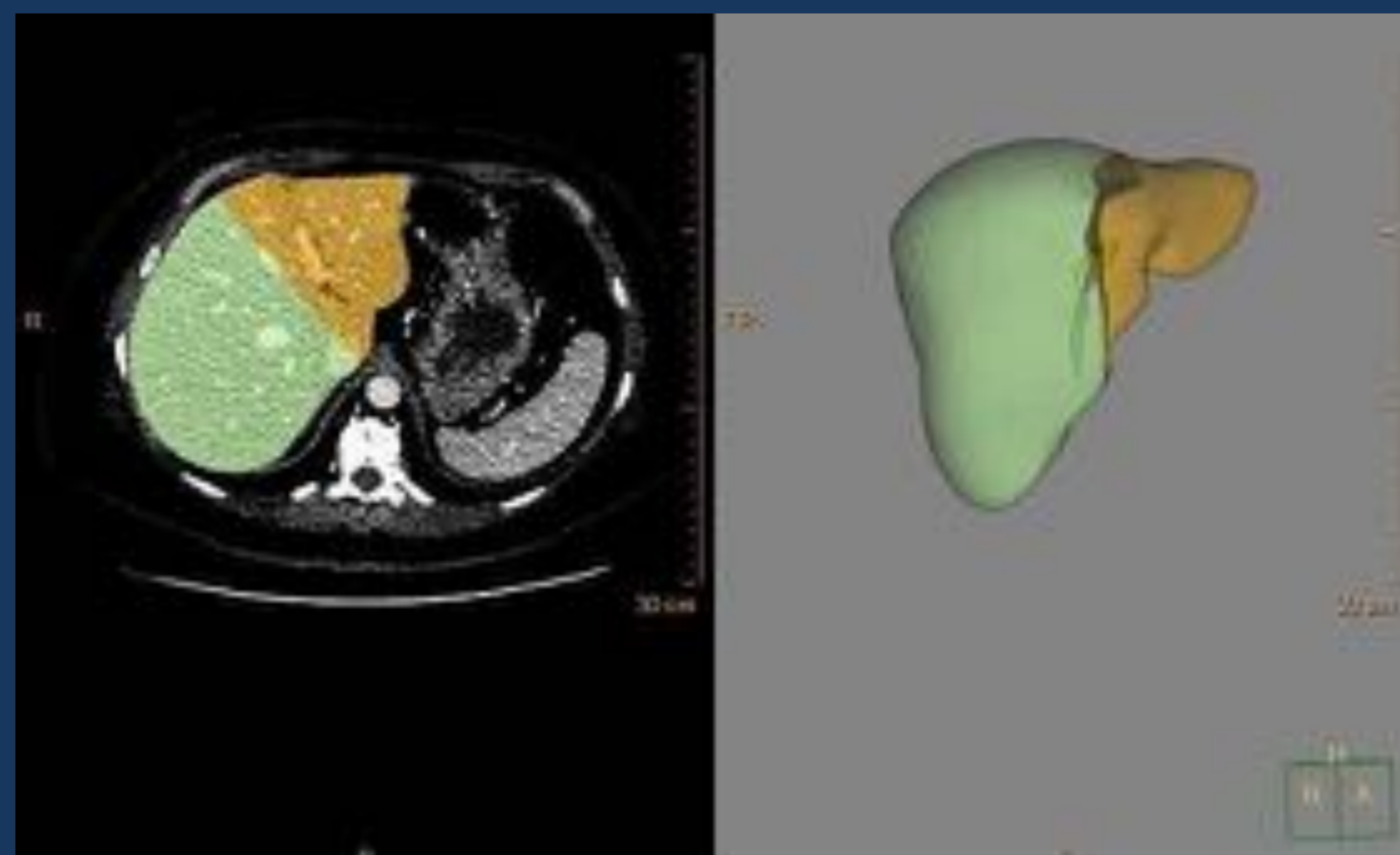
- Evaluacion de la extension del tumor ( estudio TC)
- Evaluacion de la resecabilidad
- Eleccion de vía y tecnica quirurgica

##### – PROFUNDA EVALUACION CLINICA

- Evaluacion de factores de riesgo ( esteosis, cirrosis. De requerimiento de mayor funcion hepatica

### APLICACIONES CLINICAS DE LA VOLUMETRIA HEPATICA

- RESECCION HEPATICA
- ESTUDIO DONANTE VIVO
- INCREMENTO PREQUIRURGICO DEL REMANENTE HEPATICO
- TECNICAS EMERGENTES
  - Planificacion de procedimientos intervencionistas
    - Ablacion de tumores
    - Cirugía virtual
      - Hologramas
      - Modelos 3D



- CONSIDERACIONES ANATOMICAS

- EL Lóbulo hepático derecho supone el 50% (45-80%) del volumen total hepático
- El lóbulo hepático izquierdo es variable (15-45%)
- La hepatectomía derecha es una intervención mucho más frecuente que la hepatectomía izquierda.
- Dada la variabilidad de volumen del LHI ( sobre todo considerando el segmento IV) antes de una hepatectomía es fundamental conocer el volumen remanente de cara a la viabilidad.
- ¿Sabemos cual es el limite de volumen hepatico que permita una viabilidad del parénquima remanente??
  - HEPATECTOMIA EN HIGADO SANO SIN ENFERMEDAD DE BASE
    - Viable si el volumen remanente > 20%
      - » Asegurando una buena vascularización
      - » Comorbilidad y complicaciones altas.
    - Se considera necesario al menos un 25% de volumen
  - HEPATECTOMIA EN HIGADO ENFERMO ( Cirrosis, esteatosis, cambios postquimioterapia)
    - Muy variable, siempre en funcion del grado de hepatopatía y comorbilidades ( HTTP).
    - Nunca plantear hepatectomía que implique > 60% ( al menos debe quedar 40% remanente).

## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC

- LA REALIZACION DE LA TECNICA REQUIERE UNOS REQUISITOS TÉCNICOS MÍNIMOS
  - TC MULTICORTE
  - ADMINISTRACIÓN DE CIV
  - POSTPROCESADO EN ESTACION DE TRABAJO

### TECNICA

#### 1.-REQUISITOS INICIALES.

Conocimiento de la historia clinica , el tipo de lesion a tratar y exploraciones previas.

Descartar cualquier tipo de contraindicaciones para realizacion de estudio

### TC

#### 2.- ADQUISICIÓN

Se realiza en TC multicorte con cortes ( en función del equipo) de 1mm cada 0,5 mm de desplazamiento de mesa, con contraste I.V (100 mm a 3,5 ml/s), en fase venosa (70 seg.), haciendo un barrido de todo el parénquima hepático.

## FACTORES TECNICOS PARA MEJOR CALIDAD

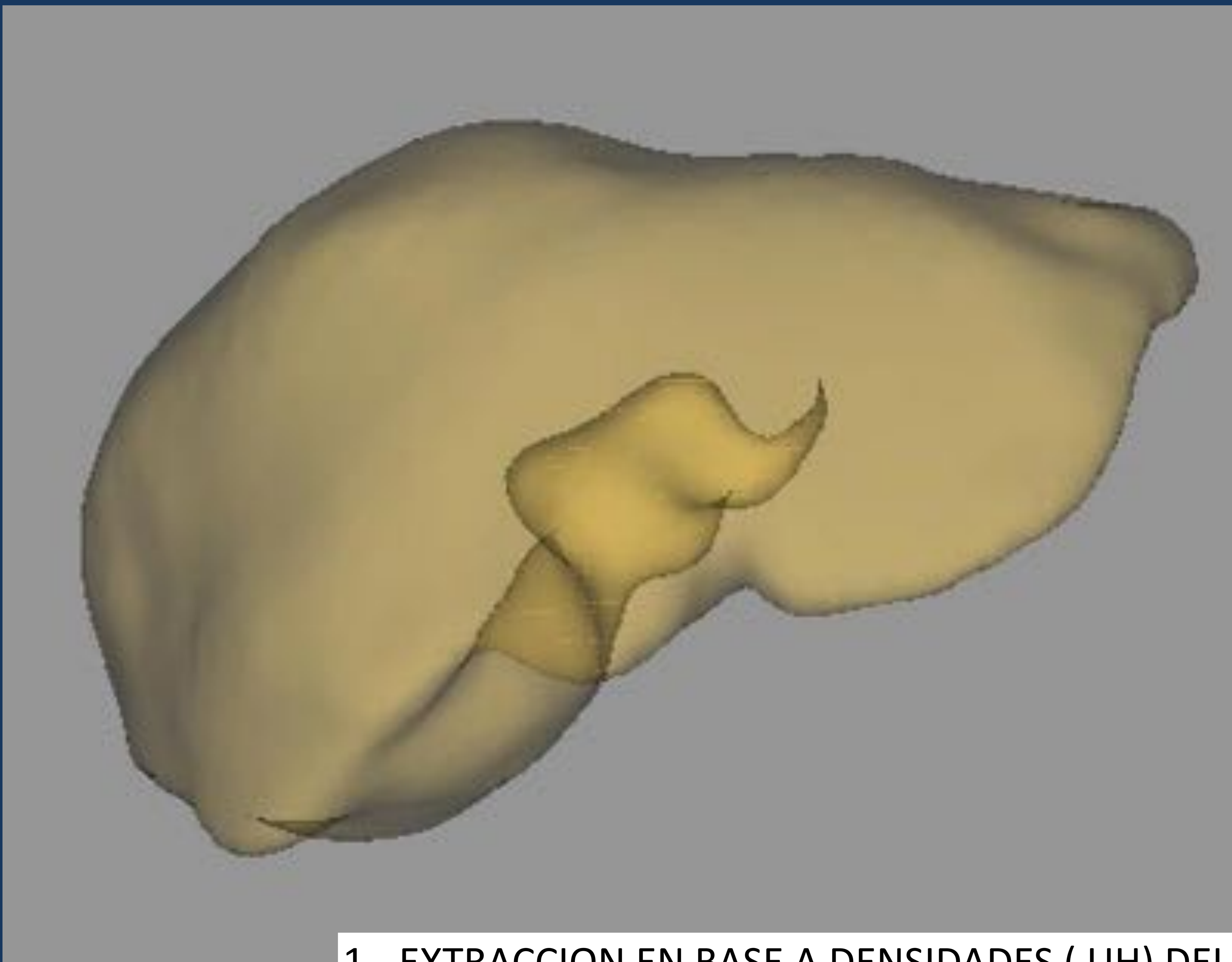
- ESTUDIO EN FASE PORTAL TARDIA
  - Mayor realce del parénquima
    - Mas facil exclusión del parénquima respecto a estructuras vecinas ( grasa perihepática, asas, estomago..) que tienen menor realce.
  - Mayor contraste entre el parénquima y lesiones
  - Buen contraste de los vasos sobre todo porta y SSHH cuyo volumen se puede excluir del total

## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC

### TECNICA

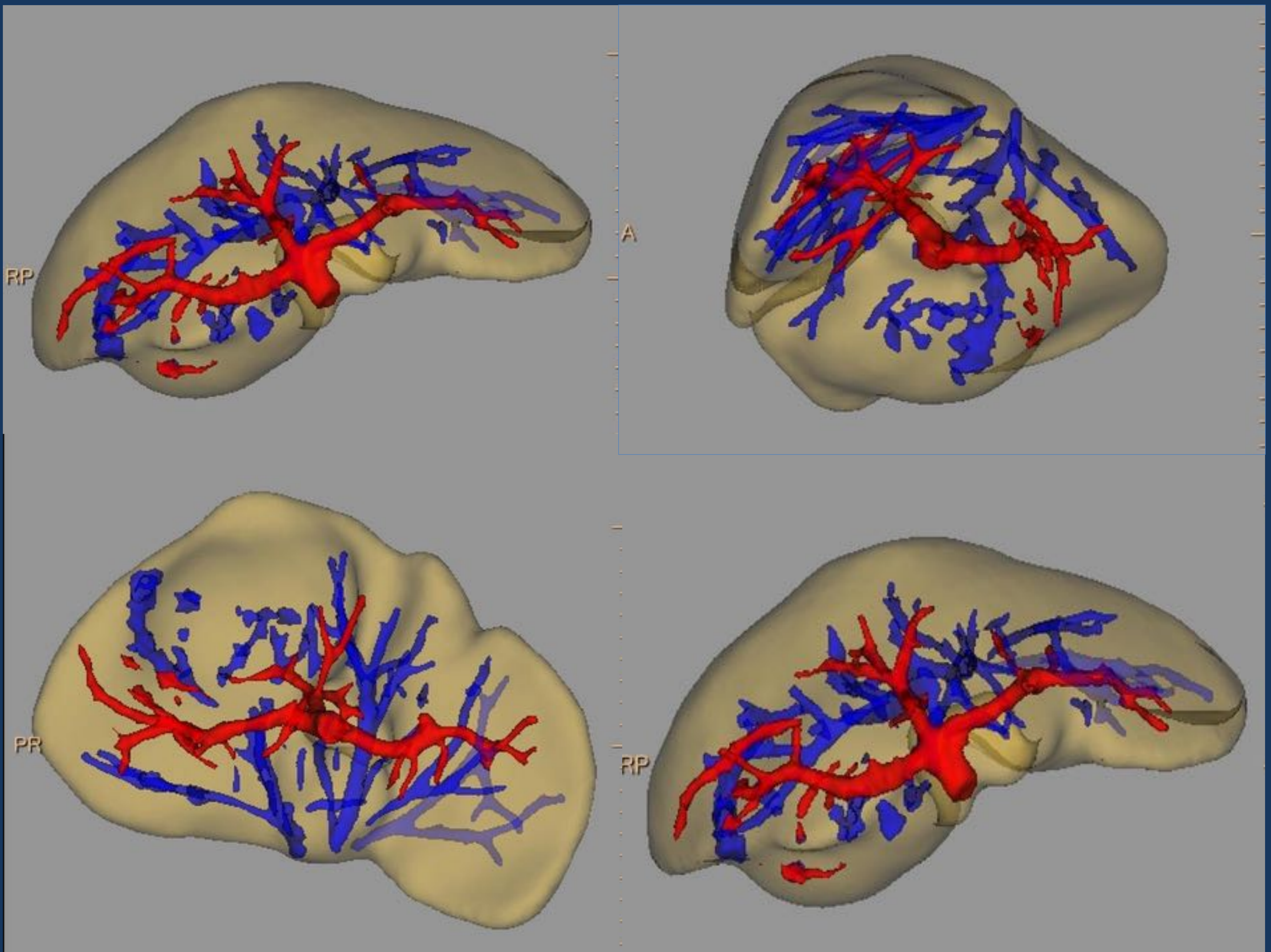
#### 3.-PROCESADO En estacion de trabajo

- Extraccion del parenquima hepático.
- Definición de vasos
- Segmentación ( permite hacer la segmentación siguiendo las distintas clasificacines anatomicas)
- Volumetria ( absoluta y %)
  - Global
  - Por segmentos
- Definición de las lesiones.
- Volumetria lesional
- Planificacion de la reseccion. Volumetria tras reseccion.
  - Reseccion tipica eliminando automaticamente segmentos
  - Reseccion atipica con bisturí virtual



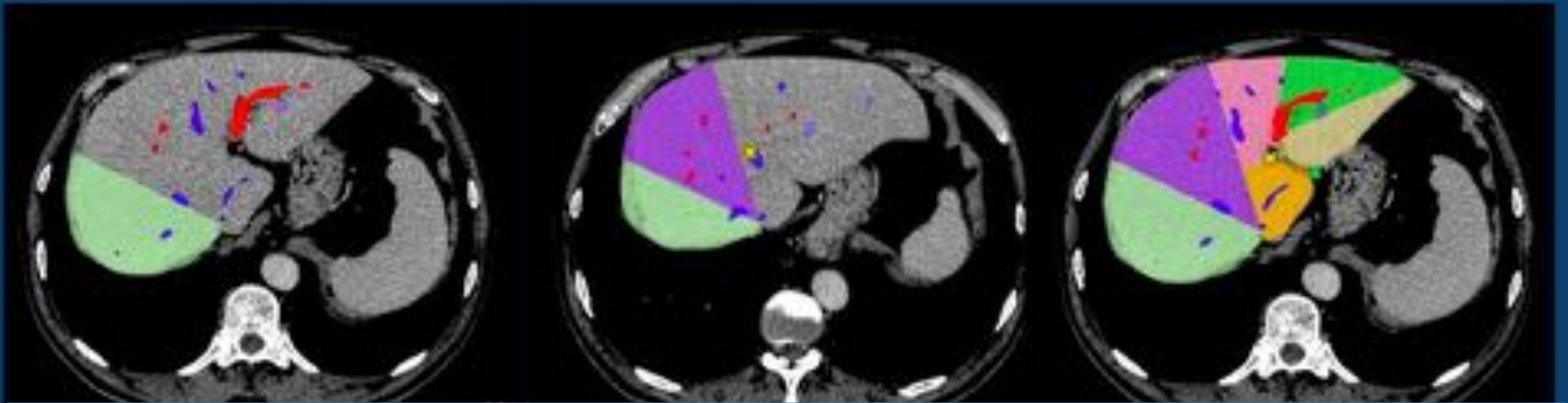
1.- EXTRACCION EN BASE A DENSIDADES ( UH) DEL PARENQUIMA HEPATICO. Excluye estructuras vasculares , biliares y lesiones. Solo se limita al parenquima contrastado.

## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC



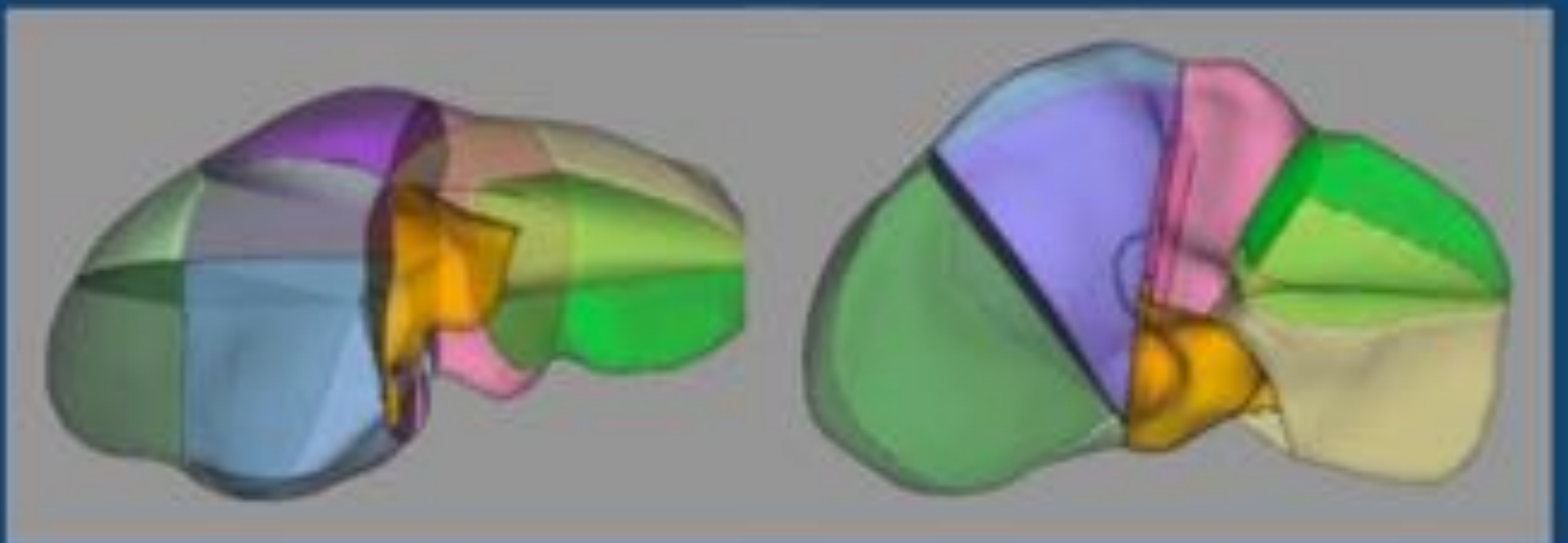
- Identificación de los vasos.
  - Obtención de un mapa vascular 3D que se superpone al volumen hepático obtenido anteriormente.
  - Modelo 3D de alta resolución ( que dependerá de la calidad técnica de la exploración)
  - Permite identificar los vasos, sus relaciones, variantes anatómicas y nos servirán de guía para la posterior segmentación.
  - Las últimas versiones disponen de sistemas automatizados muy rápidos y exactos, si bien hay un modo semiautomático que nos permite corregir posibles errores de interpretación

## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC



### SEGMENTACION

- Inicialmente se debe definir que tipo de segmentación vamos a hacer en función de las distintas clasificaciones anatómicas empleadas por los cirujanos. La más utilizada es la Clasificación de Couinaud.
- En función de la clasificación anatómica elegida el programa nos solicita la colocación de marcadores anatómicos reales que manualmente debemos localizar en los cortes axiales.
- En función de estos marcadores y la superficie hepática el programa va perfilando los distintos segmentos y su proyección volumétrica.
- Es una segmentación real, basada en la anatomía de cada hígado ya que los marcadores anatómicos son localizados manualmente. Es la parte del proceso que más tiempo lleva.
- Una vez localizados todos, el programa genera una proyección volumétrica del hígado individualizando todos sus segmentos.

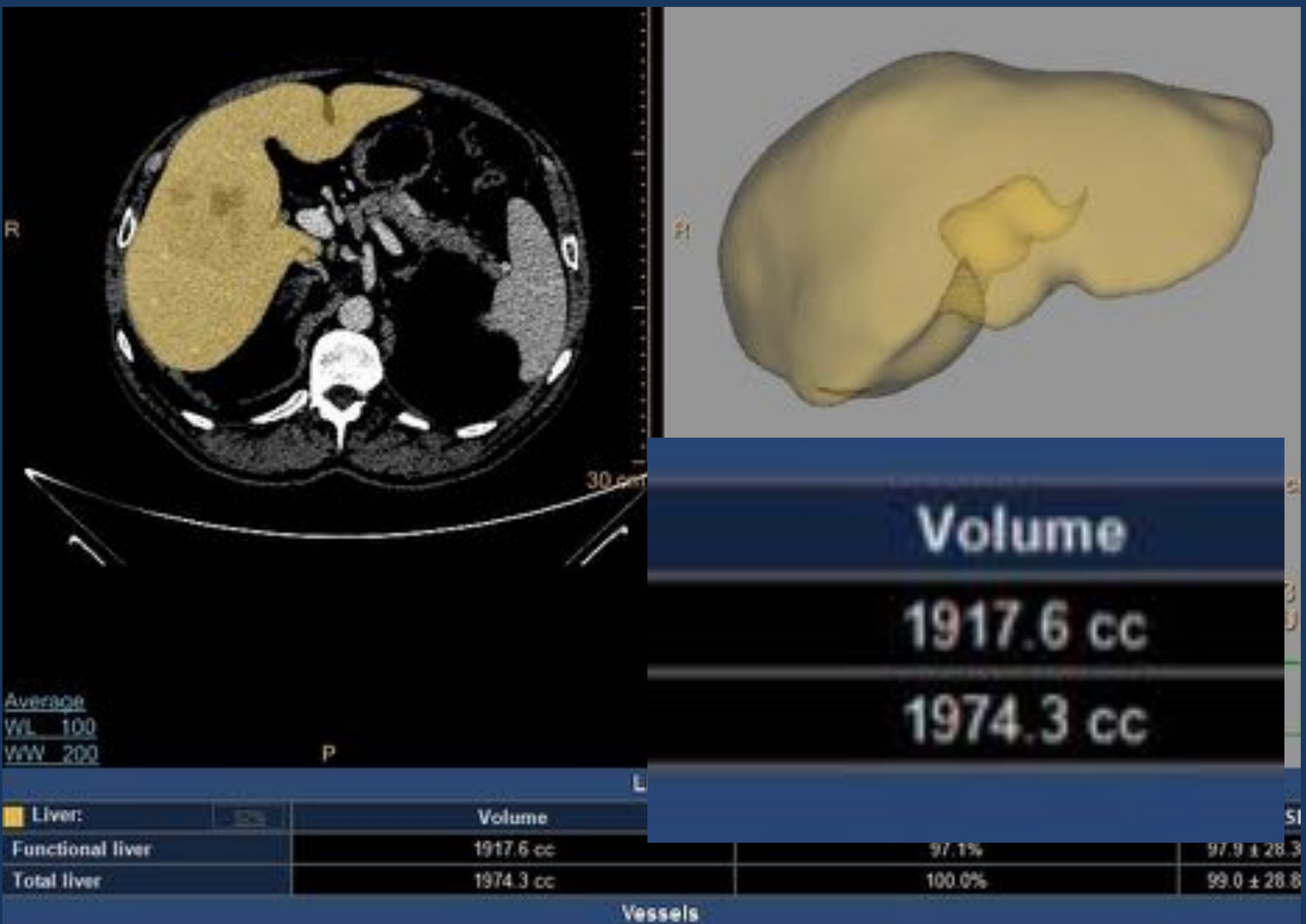




## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC

### CALCULO VOLUMETRICO

El programa se basa en un modelo 3D geodesico con establecimiento de contornos en base a las diferentes interfases de densidad de las distintas estructuras abdominales, así es capaz de reconocer el parenquima hepático, distinguirlo de los vasos, de la vía biliar, de los tejidos circundantes y en base a los voxels obtenidos para cada estructura es capaz de calcular un volumen.

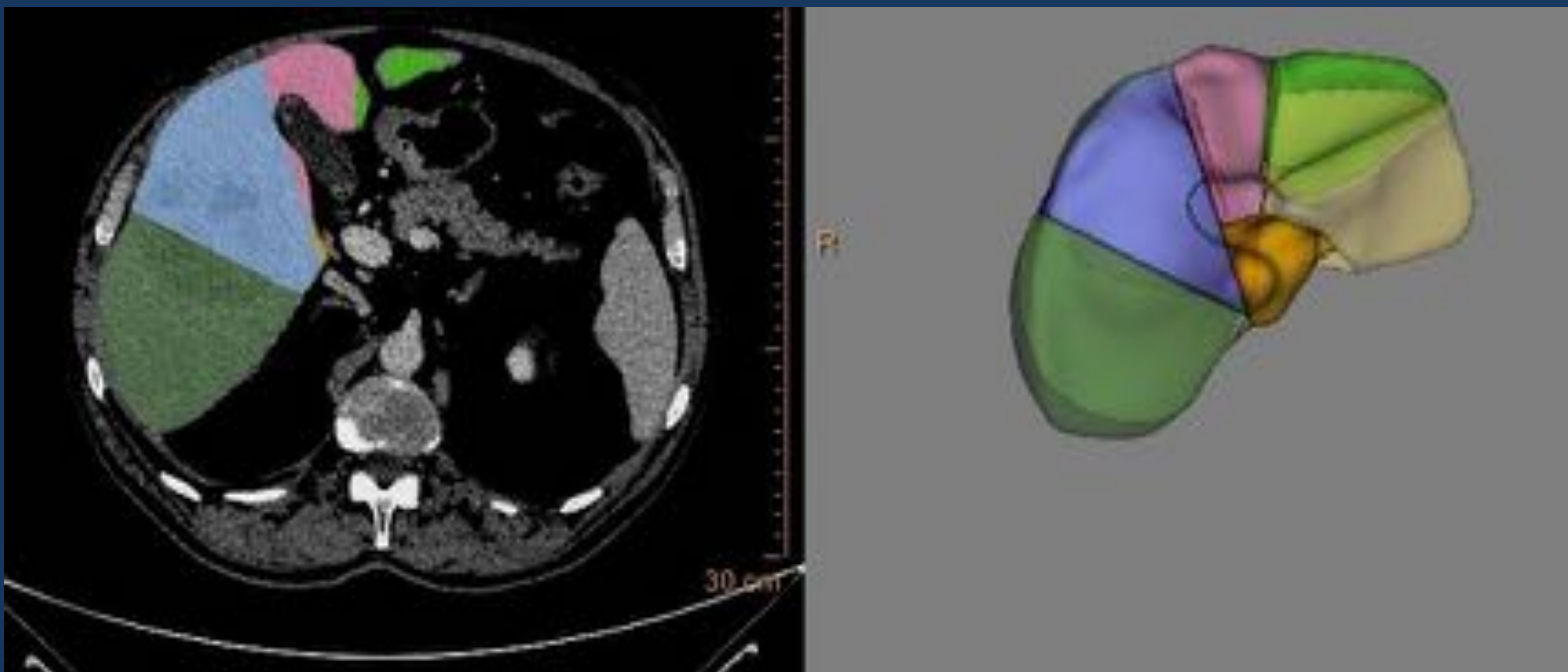


De forma automática especifica el volumen total del organo Incluidos vasos, lesiones y otras estructuras no parenquimatosas y automáticamente hace una substracción automática de lo que corresponde a parénquima viable , será pues el volumen con el que vamos a trabajar

## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC

### VOLUMEN SEGMENTARIO

Siguiendo los mismos algoritmos de cálculo, el programa especifica de forma independiente el volumen de cada uno de los segmentos resultante de la segmentación realizada previamente.



Liver							
Liver:	30%	Volume		% out of total		HU (Mean/SD)	
Functional liver		1921.6 cc		97.3%		98.0 ± 28.3	
Total liver		1974.3 cc		100.0%		99.0 ± 28.8	
Segments							
Segments:	80%	Functional volume		% out of functional		HU (Mean/SD)	
Segment 1	7%	68.8 cc		3.6%		93.2 ± 36.5	
Segment 2	47%	220.3 cc	381.8 cc	11.5%	19.9%	30.7%	98.3 ± 27.5
Segment 3	50%	161.5 cc		8.4%			99.3 ± 33.3
Segment 4	84%	207.9 cc		10.8%			100.2 ± 27.5
Segment 5	31%	404.9 cc	713.7 cc	21.1%	37.1%	65.5%	101.2 ± 26.7
Segment 8	60%	308.8 cc		16.1%			96.8 ± 29.0
Segment 6	33%	362.0 cc	544.7 cc	18.8%	28.3%		101.4 ± 26.7
Segment 7	52%	182.7 cc		9.5%		93.8 ± 31.3	
Vessels							
Vessels:	30%	Volume		% out of total		HU (Mean/SD)	
Hepatic	1%	5.4 cc	27.5 cc	0.3%	1.1%	2.7%	137.2 ± 26.1
Portal	1%	22.1 cc		0.8%			136.2 ± 26.3
Unclassified	1%	31.3 cc		1.6%			132.3 ± 25.2

Especifica de forma detallada el volumen de cada uno de los segmentos, y que % del total del hígado representa de cara a plantear una resección típica o atípica.

La volumetría no penaliza tiempo en la ejecución global del estudio.

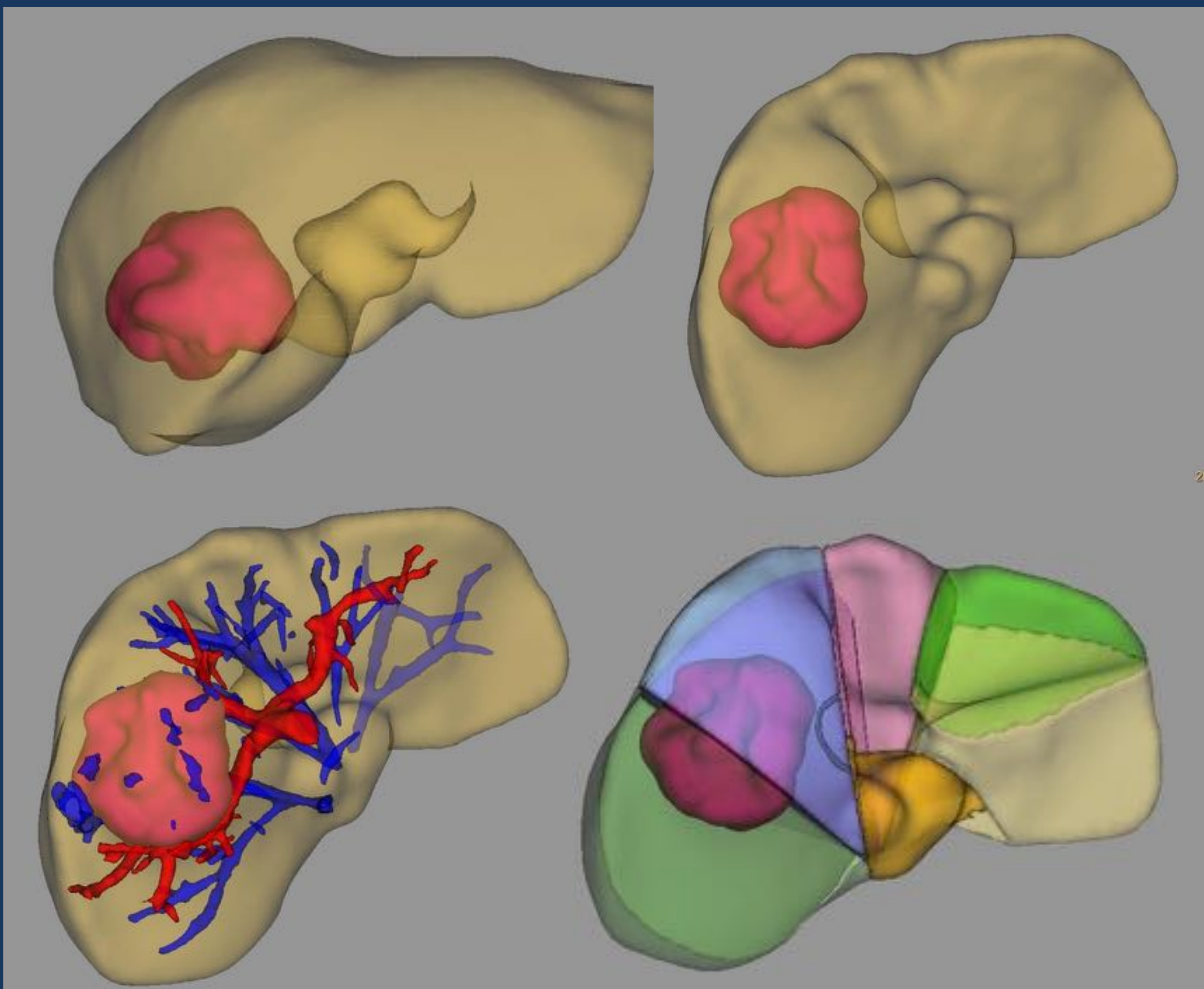
## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC

### DEFINICIÓN DE LAS LESIONES

Basandonos igualmente en la definición de construcciones geodesicas de contorno, se realiza una definicion de las lesiones en el higado.

Para ello se emplean dos tipos de " pinceles" que incluyen el dibujo manual de las lesiones bien por su mayor o menor densidad que el resto del parénquima o bien buscando de forma automatica el limite entre los contornos de la lesion y el higado y en base a un reconocimiento semiautomático.

Una vez definida la lesion podemos jugar con ella como perteneciente al conjunto del higado, manteniendo la segmentacion, la proyeccion de los vasos de cara a valorar las relaciones anatómicas de cara a planificar una reseccion.



## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC

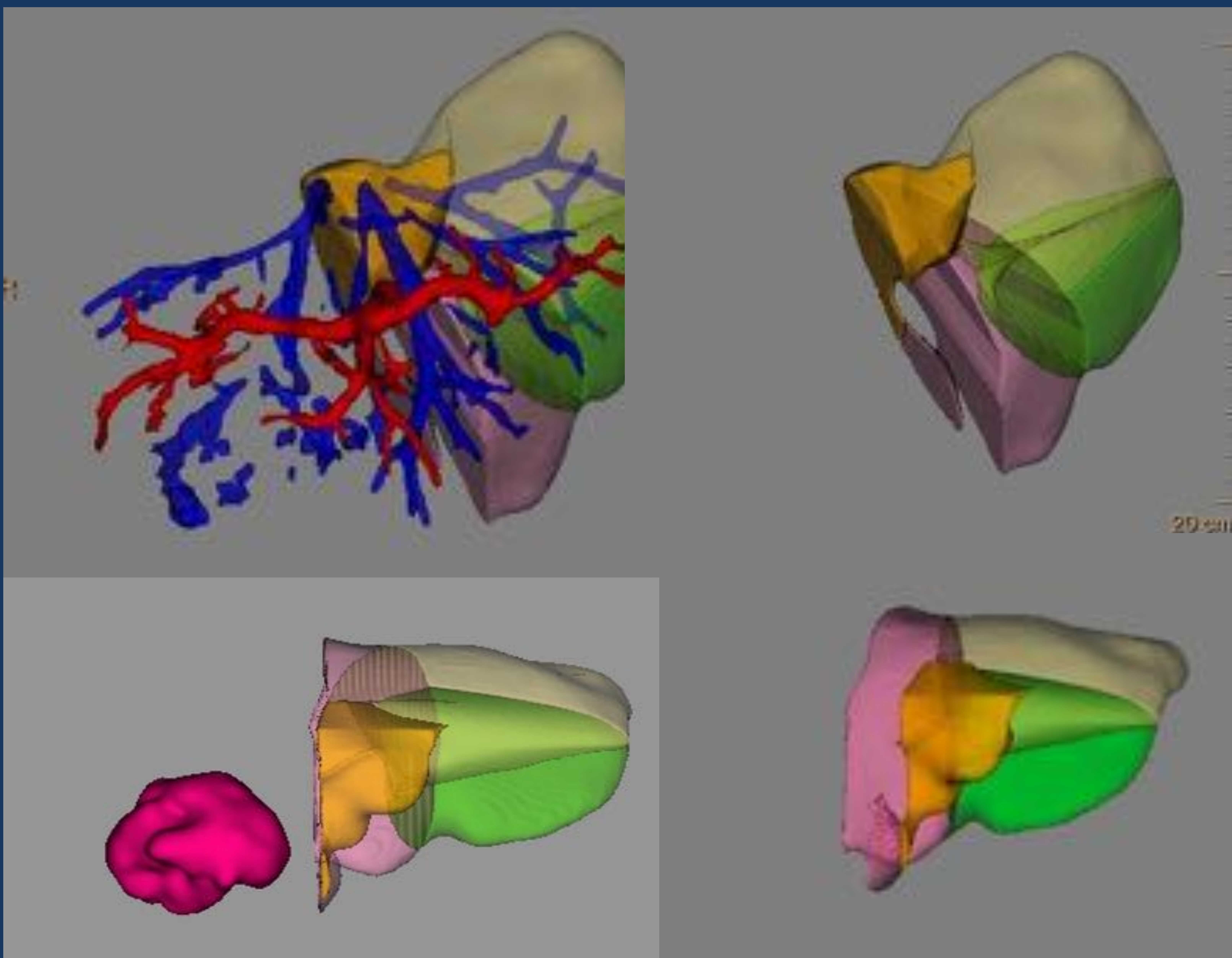
### PLANIFICACION DE LA RESECCION

Una vez definida la lesion conociendo el volumen del higado, de los segmentos Seplanifica la reseccion .

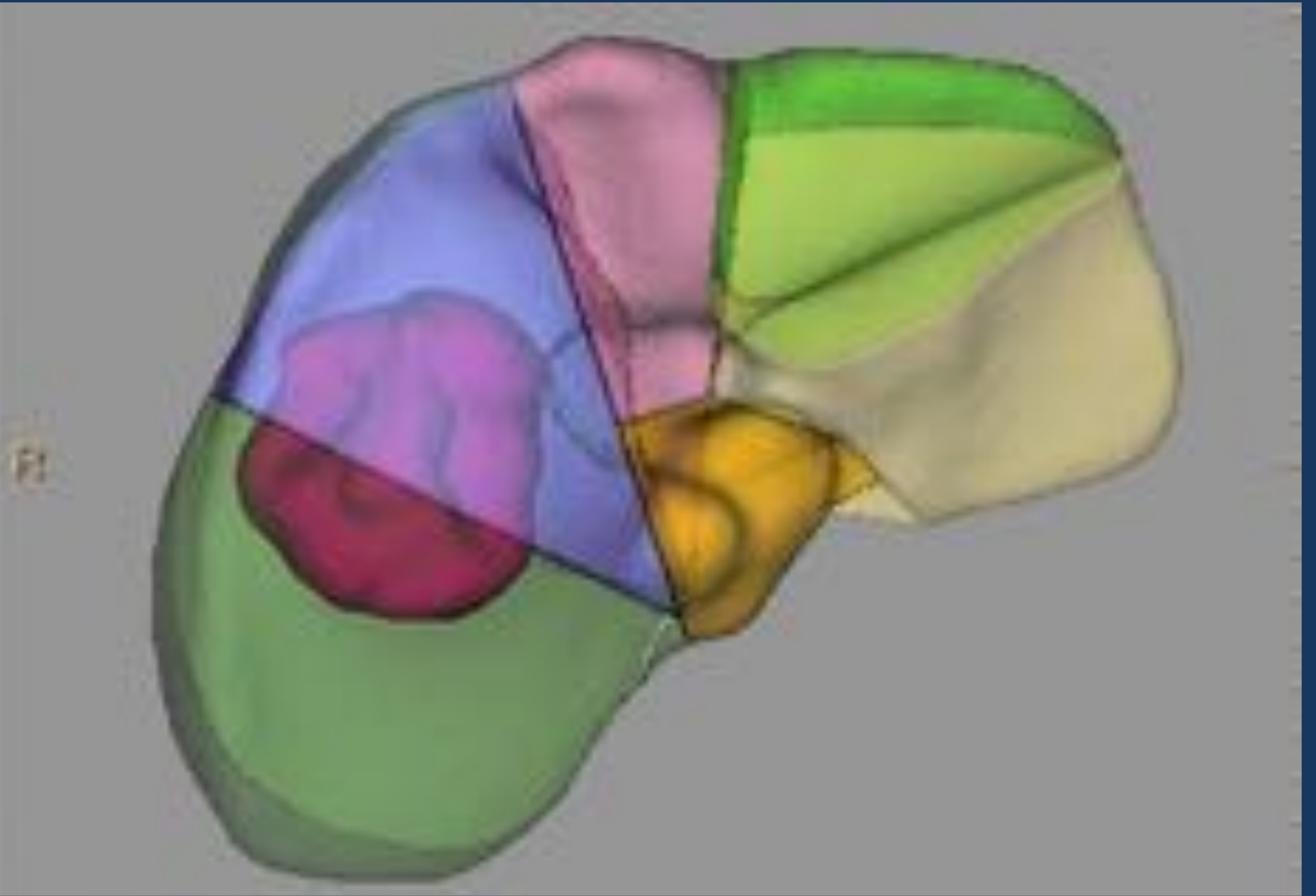
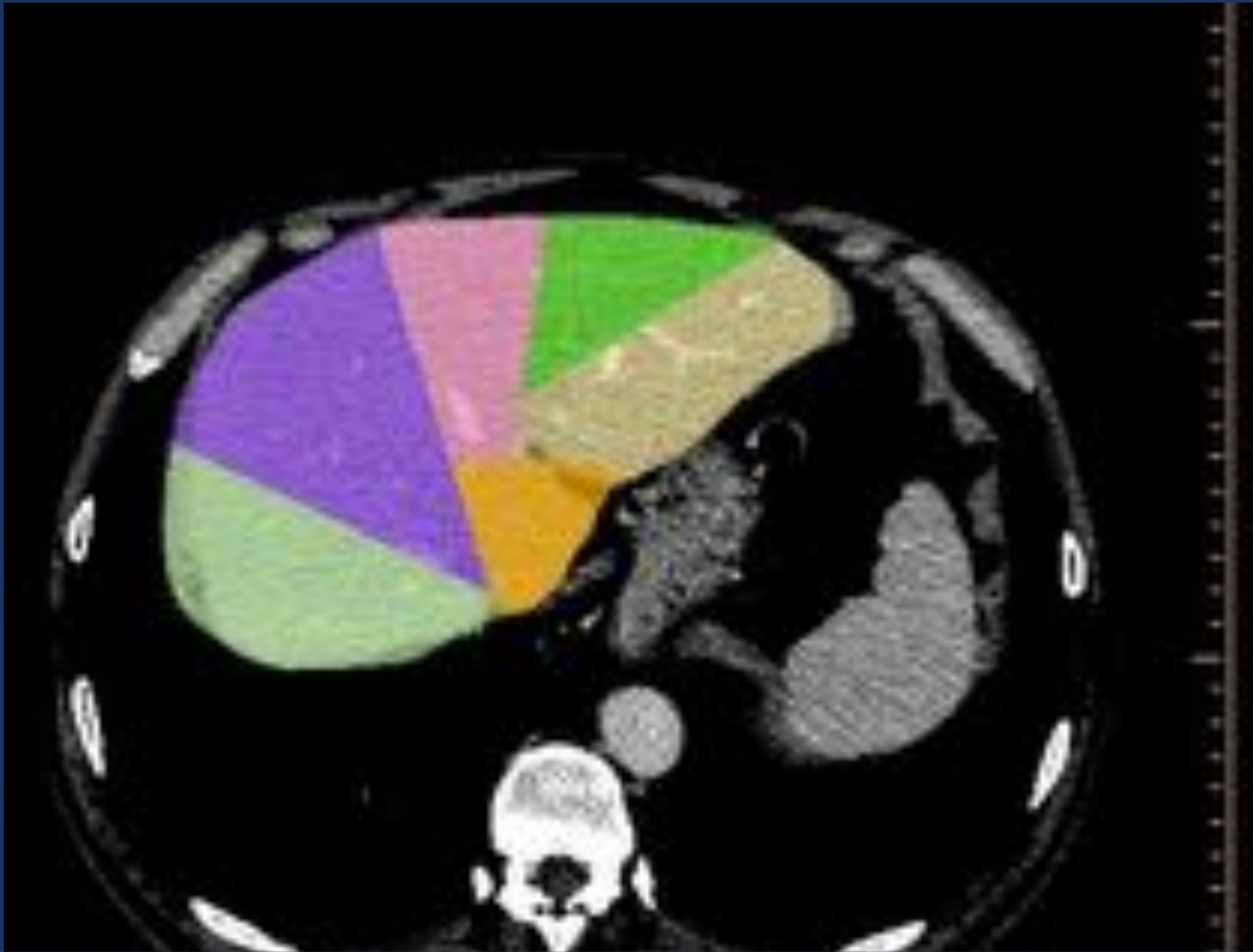
Reseccion típica: Siguiendo los standares quirurgicos se planteará hepatectomía, derecha o izquierda, derecha ampliada ( +IV) , hepatectomia izda ( II +II) o segmentectomía.

Es importante tener en cuenta las variantes anatómicas que nos pudieran condicionar algun problema de aporte portal o drenaje suprahepatico de no ser tenidas en cuenta.

Para una reseccion anatómica el programa permite “ eliminar” de forma automática los segmentos que ya tenemos individualizados, pudiendo ver automaticamnete si con esa reseccion la lesion está eliminada también y el volumen remanente.

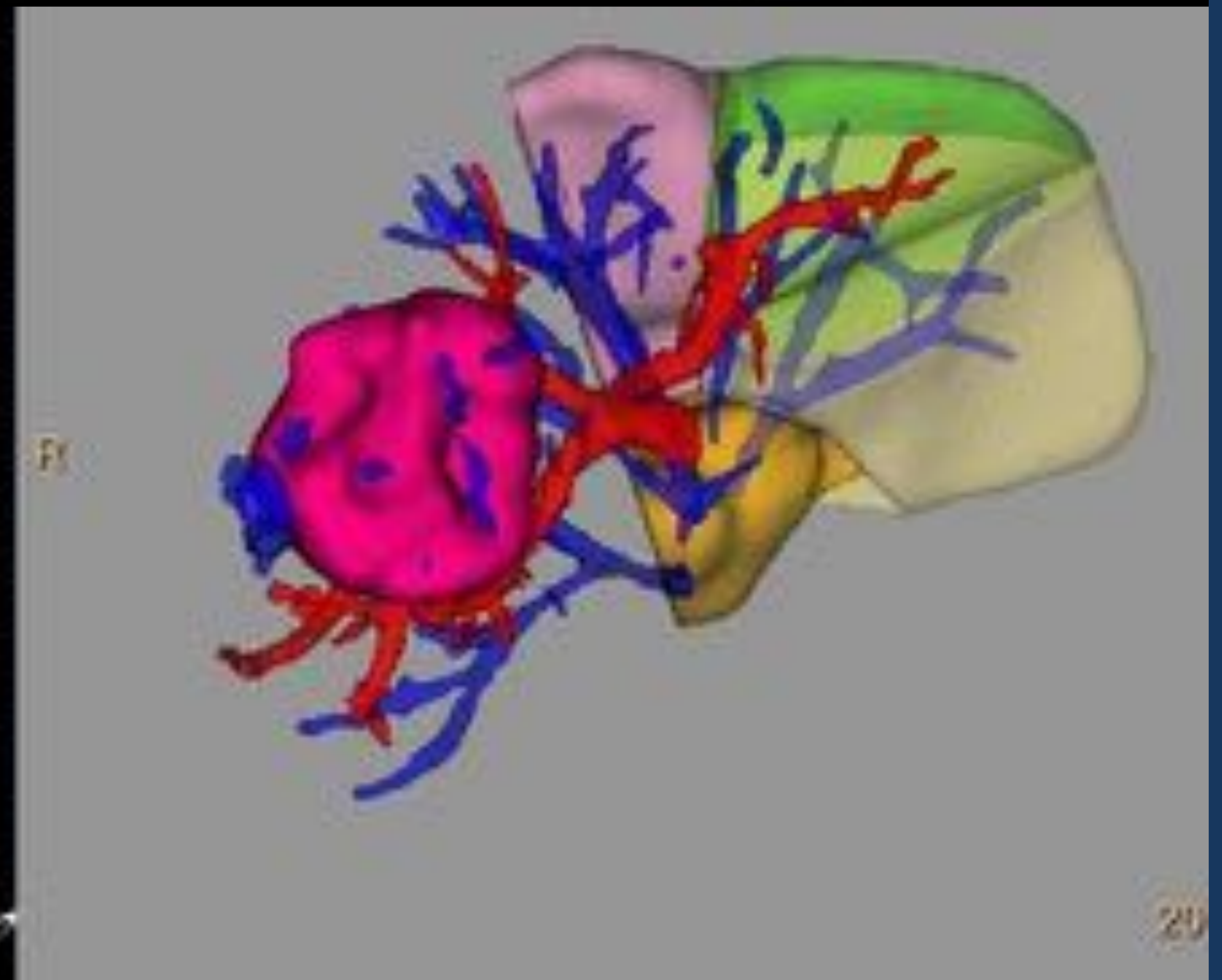


## VOLUMETRIA HEPATICA POR TC



Resection Summary Table

Resection	Volume (cc)	% out of liver
Total Resected	0.0 cc	0.0 %
Total Remained	1974.3 cc	100.0 %



Resection Summary Table

Resection	Volume (cc)	% out of liver
Segment 5	412.5 cc	20.9 %
Segment 6	374.5 cc	19.0 %
Segment 7	186.0 cc	9.4 %
Segment 8	318.0 cc	16.1 %
Total Resected	1291.0 cc	65.4 %
Total Remained	683.3 cc	34.6 %

HEPATECTOMIA DERECHA EN PACIENTE CIRROTICO  
 EL REMANENTE HEPATICO SERÍA DE 35%  
 LA RESECCION NO SERIA VIABLE

- QUE NOS PERMITE VALORAR UN ESTUDIO VOLUMETRICO Y DE SEGMENTACION VIRTUAL ?
  - Anatomía exacta del hígado
  - Variantes anatómicas de la normalidad (variantes vasculares)
  - Localización exacta de las lesiones con visualización de forma intuitiva para los cirujanos.
  - Definición anatómica real de los segmentos hepáticos con precisión anatómica real y no teórica.
  - Cuantificación del volumen hepático.
    - Volumen hepático real (excluyendo el lesional, el vascular y el biliar (en caso de que la vía biliar esté dilatada)).
    - Volumen lesional.
    - Volumen hepático residual.
  - Virtual Knife
    - Planificación virtual de la resección hepática siguiendo estándares de resección típicos (hepatectomía derecha, izquierda, derecha ampliada, segmentectomía...) ó planificación de resecciones atípicas.
  - Simulador de ablación percutánea o intraoperatoria

## APLICACIONES PRACTICAS: UBICACIÓN DE LAS LESIONES

### UBICACIÓN DE LAS LESIONES

- La ubicación de las lesiones debe ser precisa, utilizando el sistema de clasificación Couinaud, para facilitar su identificación, ya sea como parte de un seguimiento, para una biopsia, un procedimiento de intervención o un procedimiento. cirugía de escisión.
- El problema surge cuando la lesión se encuentra en el borde de diferentes segmentos, especialmente en la cúpula hepática, donde la precisión es pobre. De hecho, las lesiones situadas encima y ligeramente detrás de la vena hepática derecha pueden pertenecer al segmento VIII y no al segmento VII en el 16% de los casos . De manera similar, el segmento IV puede desbordarse en el segmento VIII hacia arriba y hacia atrás.
- Las reconstrucciones 3D con segmentación , jugando con las opacidades y transparencias tanto del parenquima como de las lesiones, superponiendo o no los vasos nos permite una vision y localizacion exacta de las lesiones De hecho, las reconstrucciones MPR y 3D de los vasos pueden ayudar a una mejor localización segmentaria de las lesiones focales hepáticas que las imágenes axiales simples, lo que permite predecir mejor el tipo de resección requerida preoperatoriamente.
- La principal ventaja es que la segmentacion tiene en cuenta la anatomía real del hígado en base a las ramificaciones vasculares, independientemente de la anatomía de superficie por la que clasicamente se regían los cirujanos.

## APLICACIONES PRACTICAS: PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS

### Procedimientos intervencionistas:

- El papel del radiólogo es esencial para identificar variantes vasculares. El radiólogo intervencionista o cirujano debe tener en cuenta antes de hacer su intervención, ya sea simple o compleja, para decidir sobre la técnica más adecuada para anticipar las medidas adicionales, y así reducir el riesgo de pre o post procedimiento.
- Como se mencionó anteriormente, la embolización portal consiste en embolizar las ramas portales del hígado que será resecao aproximadamente 4 semanas antes de la cirugía con el fin de aumentar el volumen del hígado bien vascularizado por redistribucion del flujo portal.
- Para una embolización efectiva se deben tener en cuenta las variantes anatómicas portales que hacen que la embolización sea más compleja; por ejemplo, en presencia de una trifurcación portal, las dos ramas derechas deberán ocluirse por separado después del cateterismo portal. Si la rama portal izquierda surge del segmento anterior, hay que ser cuidadoso para no embolizar el hepático izquierdo.
- El conocimiento de estas variaciones es, por lo tanto, esencial del mismo modo, la inserción de una derivación portosistémica intrahepática transyugular (TIPS) puede ser muy dificultosa si no se conocen variantes anatómicas que incluso pueden provocar que el procedimiento sea inefectivo.

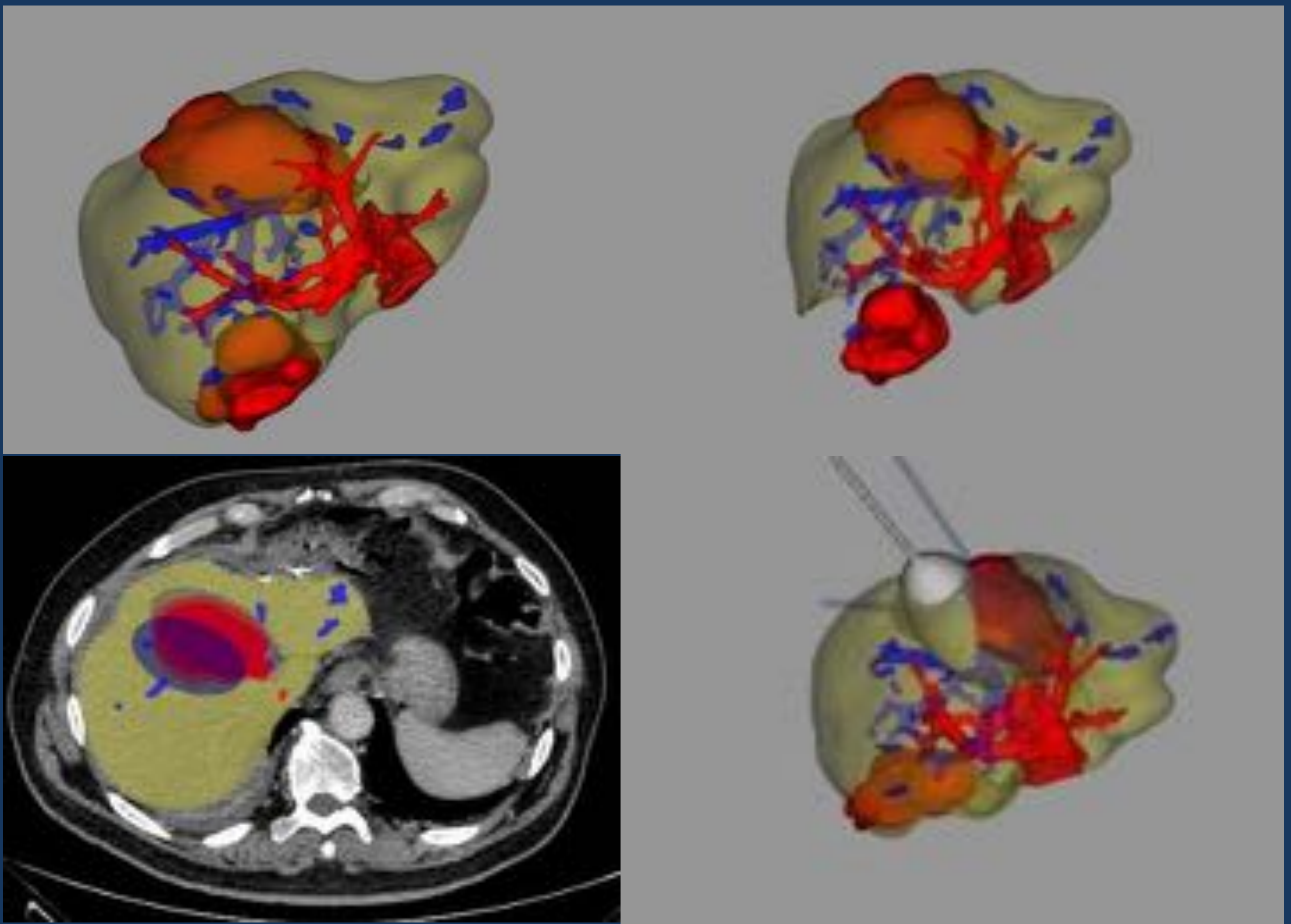


## APLICACIONES PRACTICAS: CIRUGIA

- **Cirugía de hígado**
- Aparte del conocimiento volumetrico del hígado la volumetria y segmentacion hepatica es fundamental para el acto quirurgico
- Antes de la resección del tumor o la hepatectomía parcial para un trasplante de un donante vivo, la detección de variantes anatómicas reduce el riesgo de complicaciones intra y postoperatorias.
- El trabajo en equipo entre radiólogo y el cirujano es esencial cuando la evaluación preoperatoria no invasiva de un paciente a través del TC – Virtual Kife
- Por ejemplo, durante una hepatectomía derecha, el cirujano debe asegurarse de que no hay ninguna variante portal tipo 3 antes de cortar la rama portal justo en el hilio del hígado , o cambio de tipo 4 antes de cortar el hígado después hepatectomía causaría una ligadura o una sección de la rama portal izquierda; estos dos casos serían catastróficos postoperatoriamente por la desaparición de la vascularización portal en el hígado residual izquierdo.
- Durante un trasplante, una trifurcación requiere una doble anastomosis a las dos ramas de la hepático derecho o la formación de un núcleo común para realizar una anastomosis con la vena portal receptor .
- Con respecto a las variantes venosas, la presencia de un segmento de vena accesorio inferior derecha VI, que se encuentra en la mitad de los casos, permite la resección VII y VIII segmentos dejando en su lugar los segmentos V y VI que proporciona la drenaje
- En el trasplante el trasplante, se debe reconocer antes de la operación la necesidad de realizar una venoplastia o anastomosis separada en la vena cava inferior y evitar complicaciones hemorrágicas.
- Del mismo modo, cuando el potencial de informe de evaluación donante vivo para un trasplante de hígado, es esencial para localizar la hepatectomía plano hemi . Este plano separa el lóbulo derecho del hígado a la izquierda, a través de una línea de 1 cm a la derecha de la vena hepática media y la línea de Cantlie bajo la bifurcación portal, área ligeramente vascularizado

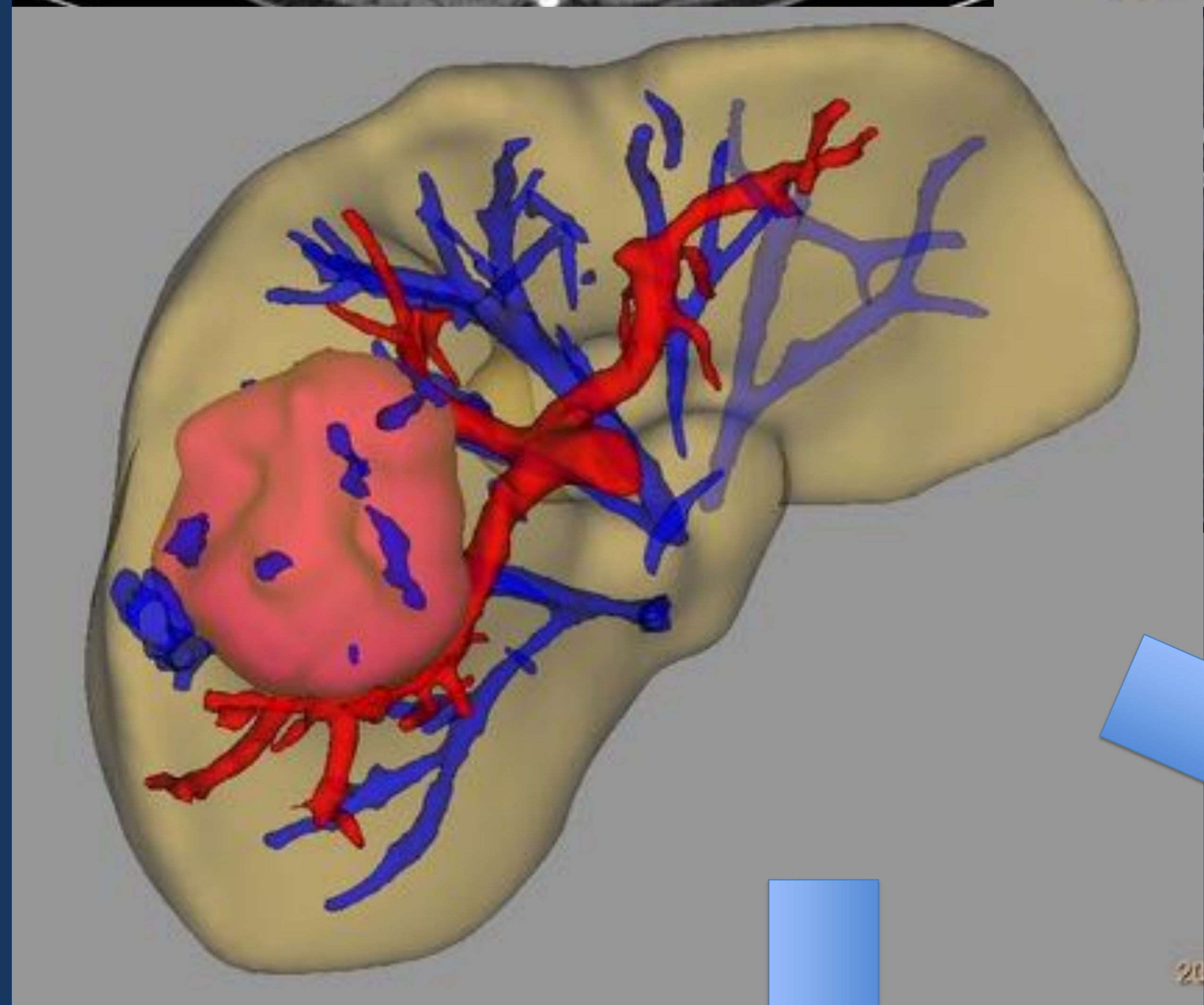
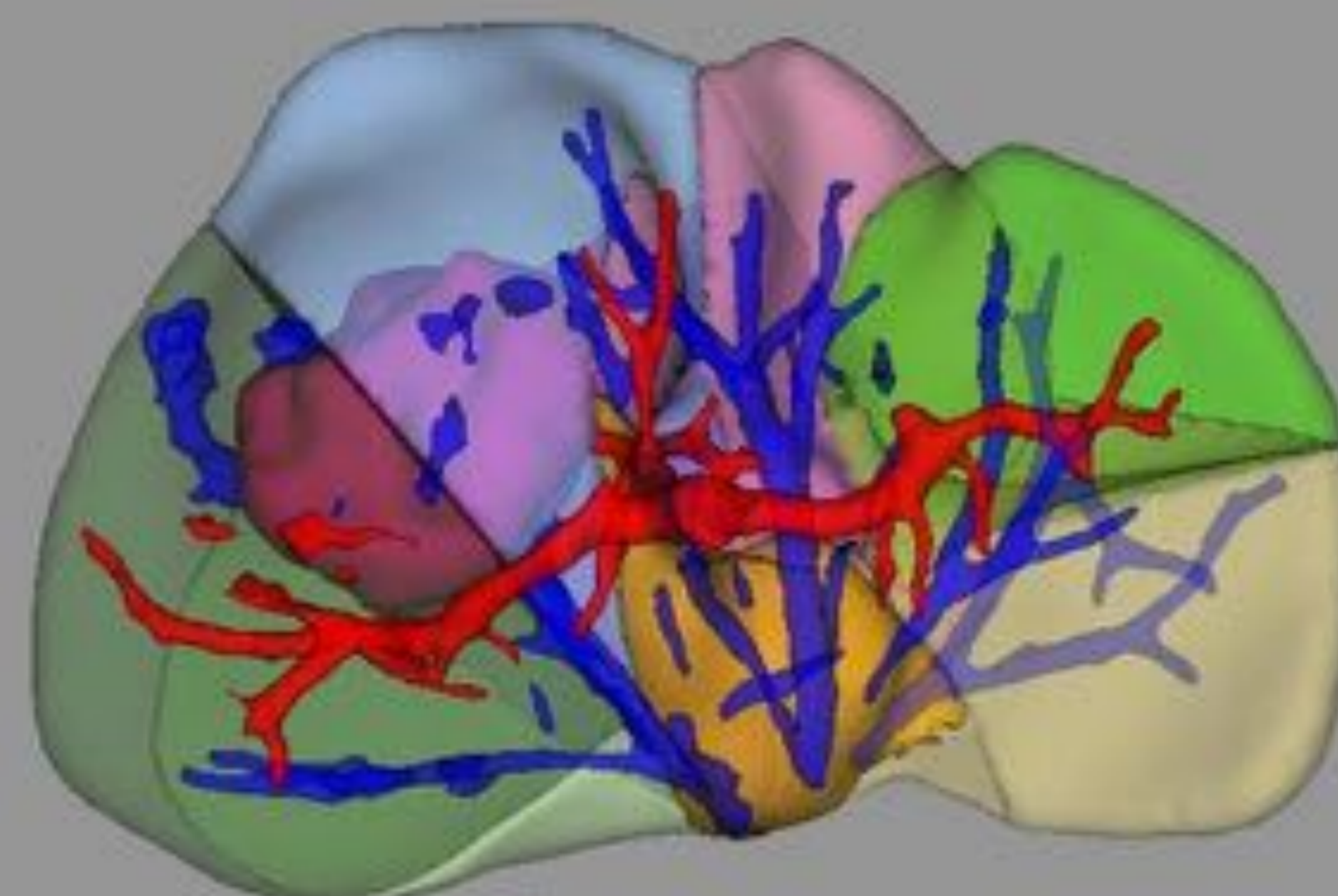
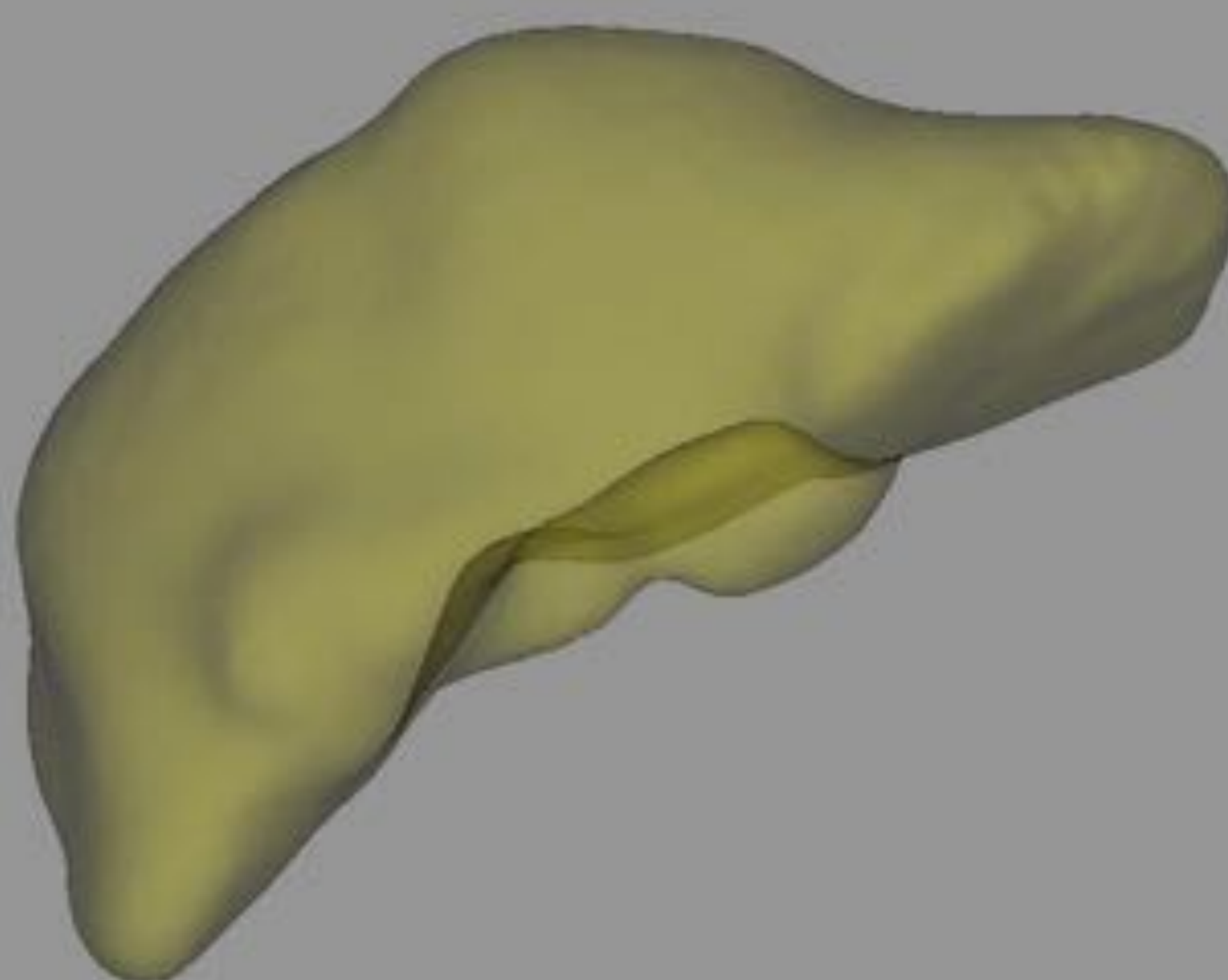
## APLICACIONES PRACTICAS: CIRUGIA

Paciente con lesion irresecable en cúpula hepatica sobre el que se simula una ablacion intraoperatoria con 3 electrodos.  
 Reseccion atípica de lesion en LHD

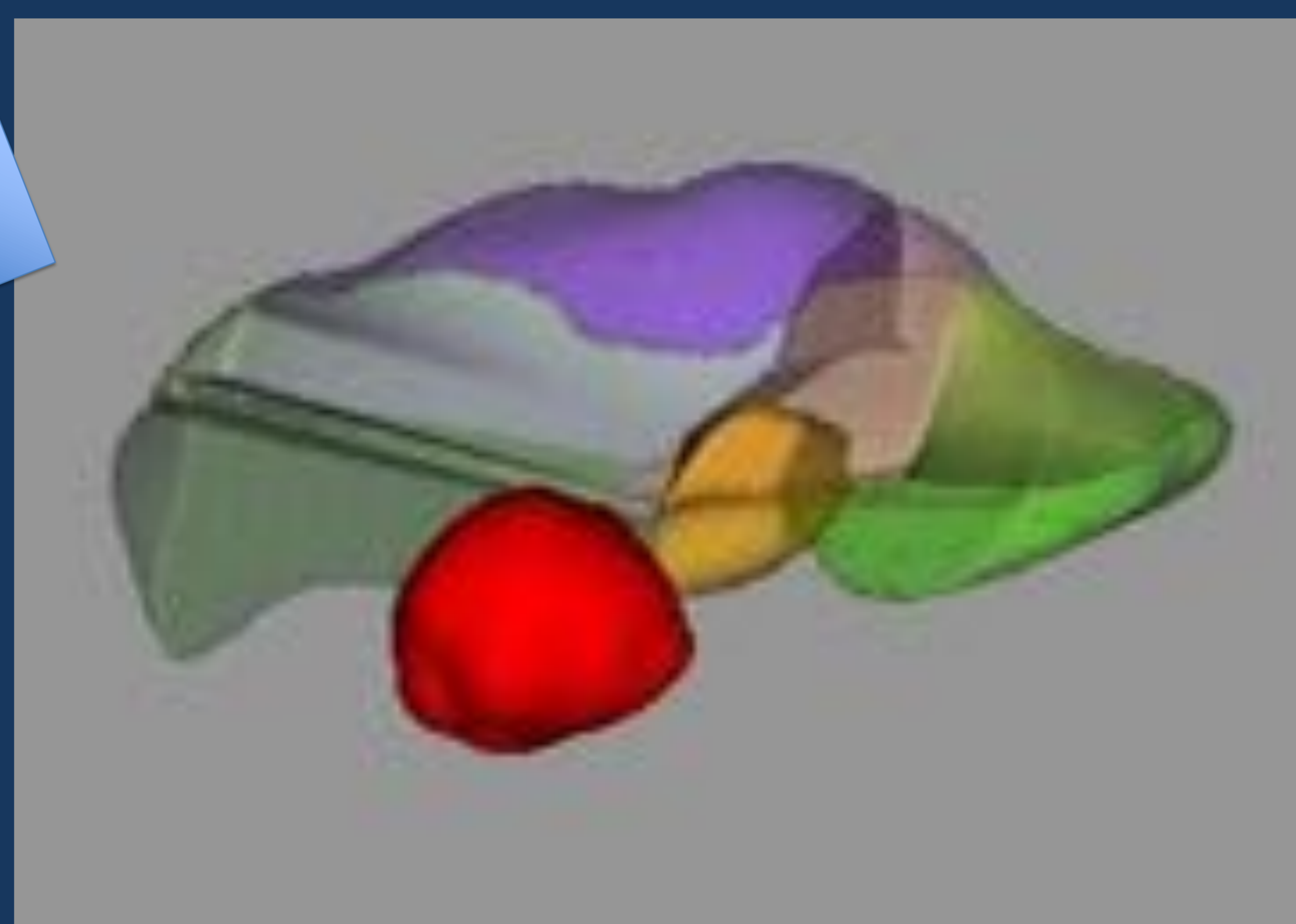


Liver				
Volume	% out of total		ROI (Mean/SD)	
Functional liver	1613.2 cc	94.2%	81.0 ± 24.7	
Total liver	1714.2 cc	100.0%	84.1 ± 25.6	
Findings				
Volume	% out of total		ROI (Mean/SD)	
5 - Finding 1	231.6 cc	7.0%	50.9 ± 41.2	
Vessels				
Volume	% out of total		ROI (Mean/SD)	
Hepatic	13.2 cc	0.7%	118.0 ± 22.2	
Portal	23.6 cc	1.7%	119.2 ± 23.2	
Unclassified	7.9 cc	0.3%	144.2 ± 144.3	
		48.8 cc	2.8%	
		54.7 cc		

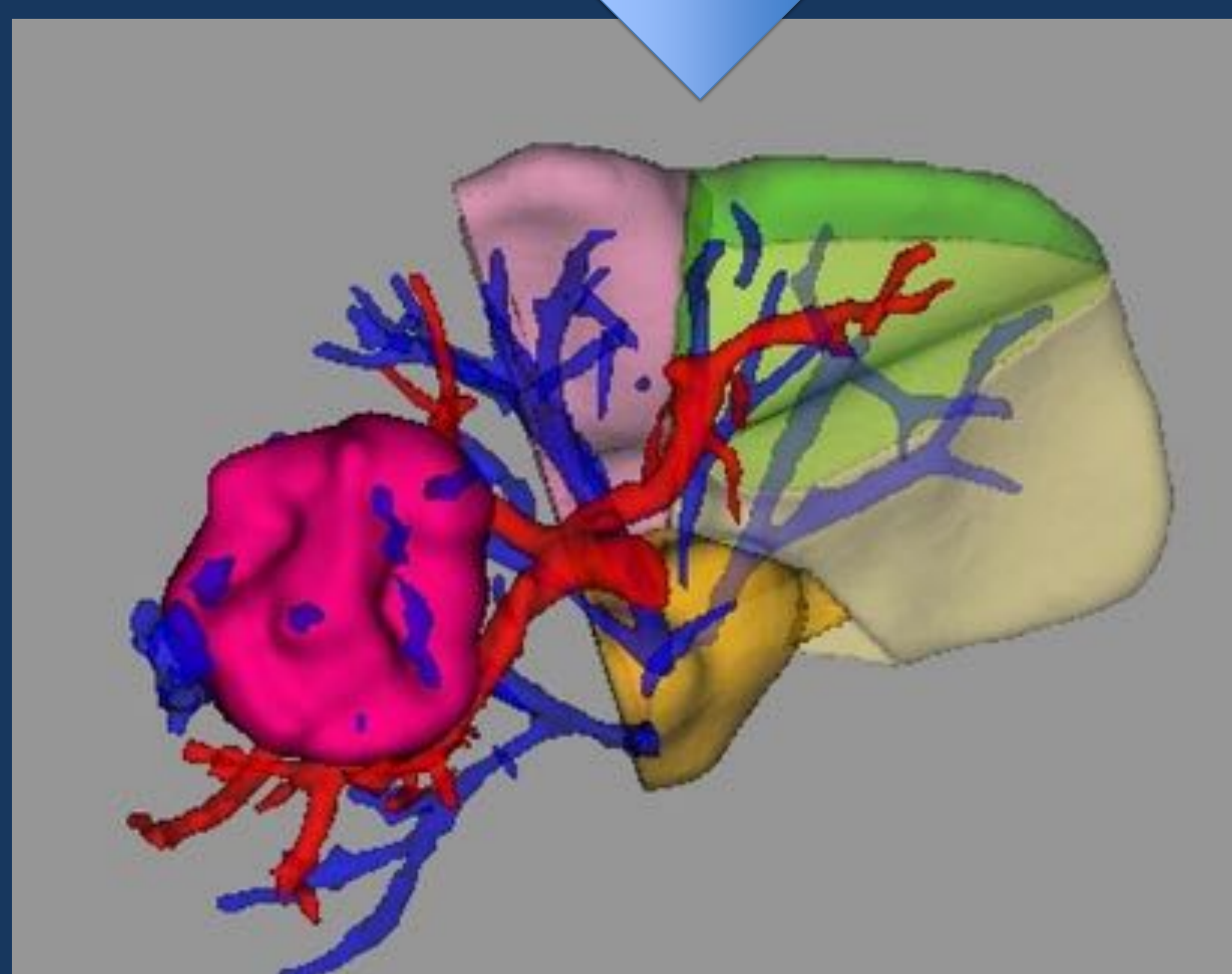
## APLICACIONES PRACTICAS: CIRUGIA



Liver				
Liver:	50%	Volume		% out of total
Functional liver		1488.4 cc		92.0%
Total liver		1618.0 cc		100.0%
HU (Mean/SD)				
Functional liver				101.1 ± 29
Total liver				102.1 ± 30
Findings				
Findings:	0%	Volume		% out of total
- Finding 1		89.7 cc		4.9%
HU (Mean/SD)				
- Finding 1				81.0 ± 44.0
Vessels				
Vessels:	0%	Volume		% out of total
Portal	0%	49.3 cc	54.8 cc	2.8%
Unclassified	0%	5.5 cc		0.3%
				3.1%
HU (Mean/SD)				
Portal				149.2 ± 26
Unclassified				141.1 ± 23



Resection Summary Table		
Resection	Volume (cc)	% out of liver
Total Remained	1111.0 cc	68.7 %
Segment 4B	124.0 cc	7.7 %
Segment 5	382.9 cc	23.7 %
Total Resected	506.9 cc	31.3 %

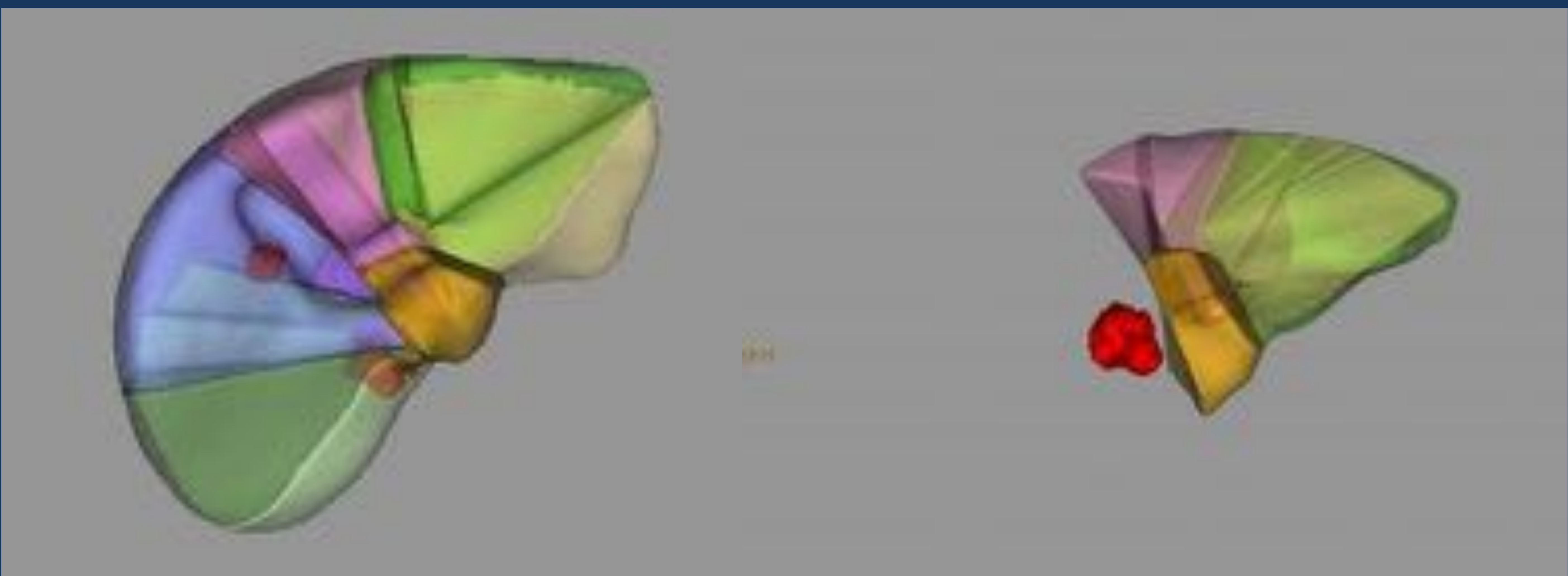
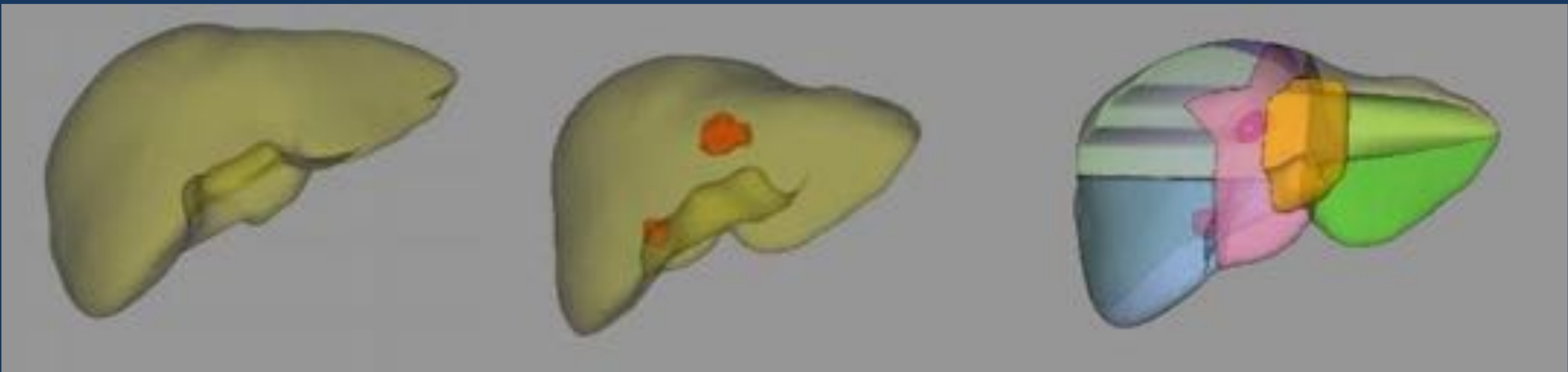


Resection Summary Table		
Resection	Volume (cc)	% out of liver
Segment 5	412.5 cc	20.9 %
Segment 6	374.5 cc	19.0 %
Segment 7	186.0 cc	9.4 %
Segment 8	318.0 cc	16.1 %
Total Resected	1291.0 cc	65.4 %
Total Remained	683.3 cc	34.6 %

Paciente con lesion en segmento V hepatico de gran volumen. Se plantea reseccion LHD inviable por remanente insuficiente / 31%)

La reseccion atipica mantiene buen volumen remanente por encima del 68%.

## APLICACIONES PRACTICAS: CIRUGIA



Resection Summary Table		
Resection	Volume (cc)	% out of liver
Segment 5	441.6 cc	18.0 %
Segment 6	153.8 cc	6.3 %
Segment 7	408.3 cc	16.7 %
Segment 8	448.4 cc	18.3 %
Total Resected	1452.1 cc	59.3 %
Total Remained	996.5 cc	40.7 %

PACIENTE CON DOS METÁSTASIS EN LHD EN SEGMENTOS VII Y VIII SE REALIZA PLANIFICACION Y VOLUMETRÍS.  
 PARA UNA HEPATECTOMÍA DERECHA SE MANTIENE UN VOLUMEN REMANENTE HEPÁTICO CERCANO AL 41% POR LO QUE LA HEPATECTOMÍA ES VIABLE

- **Conclusiones**
- La insuficiencia hepática es una complicación tras la cirugía hepática que depende, en gran medida, del porcentaje del volumen hepático residual.
- La volumetría hepática por TC permite determinar el volumen residual hepático previo a una hepatectomía, siendo una técnica clave para el manejo quirúrgico de un número importante de pacientes.
- No es una técnica compleja, pero requiere un TC multicorte, así como un adiestramiento específico del radiólogo.
- Da una visión mas completa e intuitiva para el cirujano.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Dello SA, van Dam RM, Slangen JJ, van de Poll MC, Bemelmans MH, Greve JW, et al. Liver volumetry plug and play: do it yourself with ImageJ. *World J Surg* 2007;31:2215-21.
- 2.- Kishi Y, Abdalla EK, Chun YS, et al: Three hundred and one consecutive extended right hepatectomies: evaluation of outcome based on systematic liver volumetry. *Ann Surg* 2009; 250: 540-548.
- 3.- Vauthey JN, Chaoui A, Do KA, et al: Standardized measurement of the future liver remnant prior to extended liver resection: methodology and clinical associations. *Surgery* 2000; 127: 512-519.
- 4.- de Meijer VE, Kalish BT, Puder M, Ijzermans JN: Systematic review and meta-analysis of steatosis as a risk factor in major hepatic resection. *Br J Surg* 2010; 97: 1331-1339.
- 5.- Yamanaka J, Saito S, Fujimoto J: Impact of preoperative planning using virtual segmental volumetry on liver resection for hepatocellular carcinoma. *World J Surg* 2007; 31: 1249-1255.
- 6.- Van der Vorst JR, van Dam RM, van Stiphout RS, van den Broek MA, Hollander IH, Kessels AG, et al. Virtual liver resection and volumetric analysis of the future liver remnant using open source image processing software. *World J Surg* 2010;34:2426-33.