



## **LAS SOLUCIONES DE APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LA FÍSICA**

PARA LAS DISTINTAS ETAPAS DEL  
TRATAMIENTO ONCOLÓGICO

Aplicaciones Tecnológicas de la Física es la división especializada en Física Médica y Protección Radiológica de la empresa tecnológica española Aplicaciones Tecnológicas S.A. En nuestra trayectoria de más de 30 años hemos adquirido amplia experiencia en soluciones avanzadas en distintos sectores, estableciendo colaboraciones con marcas líderes del mercado para distribuir en exclusiva sus productos. Por tanto, trabajamos en el ámbito del tratamiento oncológico en todas sus etapas, desde la caracterización del acelerador, las técnicas de automatización de flujo, los métodos de dosimetría, los sistemas de posicionamiento y monitorización del paciente, así como herramientas para el entrenamiento y educación integral en radioterapia.



La radioterapia externa requiere de soluciones para el modelado de la máquina, obtención de imágenes, planificación con sus correspondientes verificaciones previas del tratamiento, posicionamiento del paciente y el tratamiento en sí. Además, en Aplicaciones Tecnológicas de la Física trabajamos con terapias avanzadas como la hipertermia oncológica y la braquiterapia electrónica y radioterapia intraoperatoria. Por otra parte, en el ámbito educativo contamos con herramientas para el entrenamiento y educación de estudiantes, personal del servicio de radioterapia y pacientes.

A continuación, expondremos las distintas soluciones disponibles en nuestra división de tecnología médica según la etapa del tratamiento donde se emplean y cómo estos productos ofrecen la máxima calidad y facilitan el flujo de trabajo.

## FLUJO DE TRABAJO DE RADIOTERAPIA EXTERNA

En el flujo de trabajo del tratamiento de radioterapia externa se incluye el modelado de la máquina (siempre que se trate de nuevos aceleradores, planificadores y técnicas), las verificaciones periódicas de la máquina, la obtención de imágenes 3D (por CT, MRI, PET), la planificación, la evaluación y aprobación del plan de tratamiento, el posicionamiento del paciente y el tratamiento en sí.

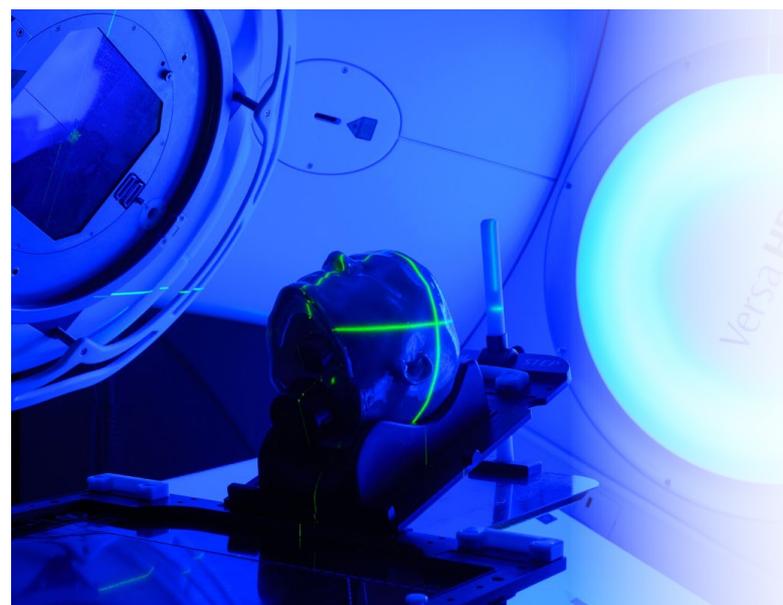
El modelado de la máquina requiere de medidas dosimétricas que se pueden realizar con las **cámaras de ionización o equivalentes de Standard Imaging**.

**RTsafe cuenta con productos y servicios de evaluación externa, que emplean tecnología de vanguardia en la impresión y dosimetría 3D, para el control de calidad de máquinas y la verificación de pacientes desde la filosofía End-To-End.**

Standard Imaging dispone también de herramientas para realizar el control de calidad de la máquina, ya sea diario, mensual o anual. Asimismo, su **maniquí LUCY®** permite la verificación completa End-to-End del proceso de radioterapia estereotáxica, que supone comprobaciones más complejas. Por otro lado, la empresa **RTsafe** va un paso más allá con el desarrollo de

innovadores fantasmas antropomórficos que integran diferentes técnicas dosimétricas, incluyendo dosimetría 3D a partir de geles dosimétricos. Además de servir para la validación End-to-End de procesos, permiten la verificación de planes de tratamiento de alta precisión.

La obtención de imágenes (ya sean CT, MRI, PET) es imprescindible para definir los objetivos y los OAR en la planificación del tratamiento. Los **sistemas de C-RAD** permiten monitorizar los movimientos internos del paciente que generan incertidumbre en el tratamiento, como por ejemplo la respiración, facilitando la fusión de la información acerca del ciclo respiratorio con las imágenes adquiridas para la posterior planificación del tratamiento.



 [Ver vídeo PseudoPatient](#)

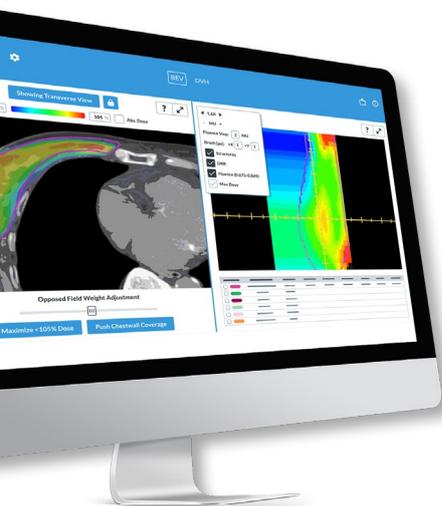


## PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE RADIOTERAPIA

Una vez se ha realizado el modelado de la máquina, su control de calidad y se han introducido las imágenes 3D de CT, MRI, PET, el planificador de tratamiento precisa de diversos procesos: contorneo de objetivos (tanto PTV como OAR), definición de los haces dependiendo de la técnica empleada, cálculo de dosis, verificación pretratamiento, y finalmente la evaluación y aprobación del plan.

En el campo de la planificación, Radformation ofrece **soluciones innovadoras de software** de automatización, que facilitan el trabajo en los planes de tratamiento de radioterapia. Su nuevo software AutoContour, que estará disponible próximamente, permite automatizar el proceso crítico de contorneado de órganos, habitualmente realizado de forma manual.

**Los softwares de Radformation automatizan tareas que permiten ahorrar mucho tiempo a los profesionales involucrados en la planificación del tratamiento. Estas herramientas de automatización (autocontorneo, planificación automática, evaluación de planes, etc.) aumentan la producción del flujo de trabajo.**



[Ver vídeo EZFluence](#)

**EZFluence** automatiza la planificación con compensación electrónica (eComp) y campo en campo (field-in-field), simplificando el proceso, estandarizándolo y reduciendo hasta un 85% su duración habitual. De esta manera, la calidad del plan de tratamiento está asegurada e incluso mejorada con EZFluence.

El software **ClearCalc** realiza el cálculo secundario para verificar de forma independiente la precisión del cálculo de dosis de la planificación del tratamiento. Otras opciones de software para la verificación pretratamiento son Adaptivo e IMSure de Standard Imaging y Epiqa de Epidos.

Field ID	Calculation Point	TPS MU	ClearCalc MU	Difference	Pass/Fail
5.6X	Isocenter 1	73.14MU	73.88MU	1.30%	✓
5.6X	Isocenter 2	76.94MU	76.29MU	1.69%	✓
5.6X	Isocenter 3	77.94MU	77.66MU	0.36%	✓
4.6X	Isocenter 1	73.14MU	74.29MU	1.64%	✓
4.6X	Isocenter 2	76.29MU	76.01MU	0.37%	✓
4.6X	Isocenter 3	78.88MU	79.29MU	0.51%	✓
7.6X	Isocenter 1	78.88MU	78.48MU	-0.51%	✓

[Ver vídeo ClearCalc](#)

**ClearCheck** de Radformation automatiza en un solo clic el proceso de verificación y documentación de los planes de tratamiento, mediante verificaciones en profundidad de las restricciones de dosis, de las estructuras y de las colisiones. Además, permite comparaciones rápidas entre diversos planes y las documentaciones instantáneas.

[Ver vídeo EZFluence](#)

Structure	Plan	Prescription	Constraint	Goal	Prestate	Pass/Fail	Comment
PTV100	PTV100: 8100Gy	V100% ±	98%	100%	✓		
PTV100	PTV100: 8100Gy	D033cc ±	107-109%	109%	△		
PTV100	PTV100: 8100Gy	MinD033cc ±	95-92%	102%	✓		
Bladder		Max ±	500cGy	150cGy	✓		
RECTUM		V7500Gy ±	15%	7%	✓		
RECTUM		V5000Gy ±	25%	9%	✓		
RECTUM		V4000Gy ±	30%	13%	✓		
RECTUM		V3000Gy ±	50%	14%	✓		
BLADDER		V8000Gy ±	15%	1%	✓		
BLADDER		V7500Gy ±	25%	1%	✓		

[Ver vídeo ClearCheck](#)



## POSICIONAMIENTO DEL PACIENTE EN LA MESA DE TRATAMIENTO

Cuando ya se ha aprobado el plan de radioterapia, se debe posicionar al paciente sobre la mesa de tratamiento, intentando reducir al máximo la incertidumbre producida por el movimiento inter-fracción e intra-fracción generado por procesos como la respiración, digestión, etc.

El posicionamiento clásico se realiza por medio de láseres. Los **láseres CYRPA** tienen una precisión submilimétrica, son muy rápidos gracias a su calibración automática y garantizan la seguridad del paciente con un mejor posicionamiento. Estos láseres son muy útiles para el control de calidad de los maniqués y la verificación del tratamiento. Los láseres son complementarios a los **sistemas de guiado por imagen superficial de C-RAD**.



Catalyst+™ captura la superficie del cuerpo de manera continua y la compara con la postura de referencia del paciente. Las desviaciones se proyectan directamente sobre la piel del paciente, garantizando un flujo de trabajo totalmente interactivo durante la fase de posicionamiento. El sistema está diseñado para un nivel máximo de integración en el flujo de trabajo.

Sentinel y Catalyst+ son los sistemas no invasivos de visión artificial de C-RAD que escanean con luz óptica (no ionizante) la superficie del paciente. Su algoritmo deformable no rígido registra la superficie en tiempo real y la compara con una superficie de referencia. Así, se reajusta el posicionamiento del paciente, e incluso se puede entrenar al mismo para realizar técnicas de Gating Respiratorio (libre o forzada). Sentinel se emplea durante la simulación del tratamiento en CT y Catalyst+ se usa en el propio acelerador.

 **Ver vídeo**  
 Catalyst+ HD



**C-RAD es líder en soluciones de SGRT para el posicionamiento del paciente, la gestión del movimiento intra-fracción y el gating respiratorio. Sus productos suponen la máxima seguridad y fiabilidad de los tratamientos de radioterapia en sus múltiples disciplinas: LINAC, solución en anillo y protonterapia.**



Otra opción para reducir la incertidumbre del movimiento intra-fracción del paciente es usar sistemas mecánicos de inmovilización como los ofrecidos por **Orfit**. En esta empresa disponen de un amplio catálogo de máscaras termoplásticas, soportes y apoyos según las distintas posiciones que debe adoptar el paciente para el tratamiento. Las soluciones de Orfit aseguran la inmovilización y posicionamiento de alta calidad en cuanto a precisión, exactitud y reproducibilidad, a la vez que mejoran la comodidad del paciente durante la sesión de radioterapia.



[▶ Ver vídeo AIO 3.0](#)

## HIPERTERMIA, BRAQUITERAPIA ELECTRÓNICA Y ENTRENAMIENTO CON SIMULADOR DE REALIDAD VIRTUAL

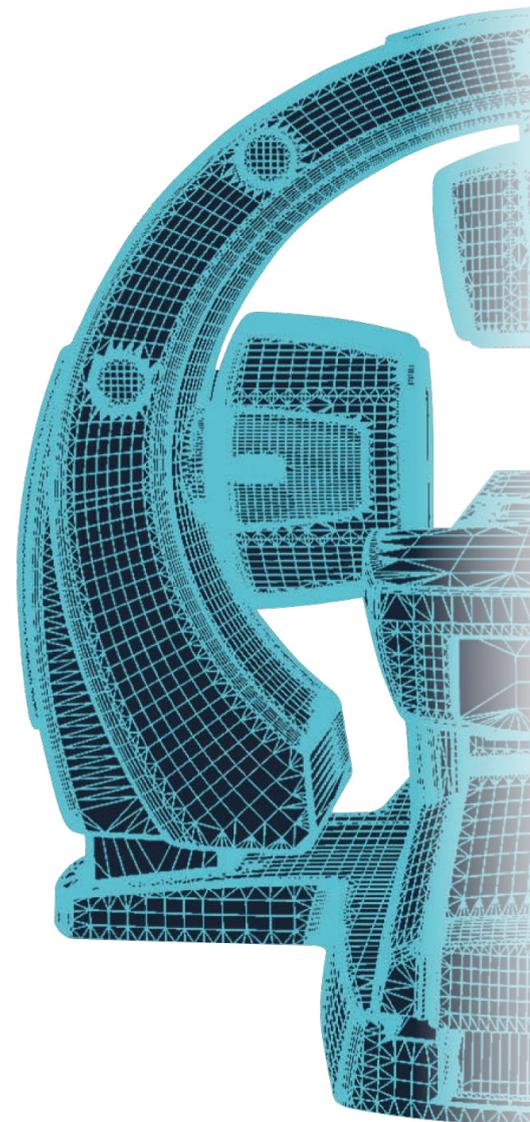
Además de las soluciones relacionadas con el flujo de trabajo en radioterapia externa, Aplicaciones Tecnológicas de la Física dispone de equipos de hipertermia oncológica, braquiterapia electrónica y herramientas de simulación de realidad virtual para la enseñanza y entrenamiento integral en radioterapia.

**La hipertermia es un tratamiento adyuvante que calienta los tumores en el rango de 41-43 °C, actuando como radio y quimio sensibilizador y potenciando los efectos de la terapia principal. La naturaleza de las patologías a tratar abarca desde tumores profundos a lesiones superficiales.**

La técnica de la hipertermia oncológica funciona como un potente radio y quimio sensibilizador y ya se emplea actualmente como tratamiento adyuvante de la radio y quimioterapia en diversos tipos de cáncer, aumentando su efectividad. Sin embargo, la eficacia de la técnica de hipertermia depende de la capacidad de administrar una dosis térmica adecuadamente alta y de forma homogénea al tumor, lo que, a su vez, está directamente relacionado con la tecnología usada por el equipo de hipertermia. En ese sentido, **los sistemas de hipertermia profunda ALBA 4D y de hipertermia superficial y semiprofunda ALBA 4000 ON** usan la tecnología más avanzada que asegura la calidad del tratamiento.

[▶ Ver vídeo ALBA 4D](#)

[▶ Ver vídeo ALBA 4000 ON](#)





La braquiterapia electrónica se llama así por oposición a la braquiterapia convencional con fuentes de radioisótopos. El **sistema Xoft Axxent** cuenta con una fuente de rayos X miniaturizada que consigue, por un lado, radiación altamente focalizada para un tratamiento preciso, y, por el otro, mayor seguridad para el paciente y el personal del servicio de radioterapia. Xoft es un equipo móvil y portátil que, con su peso de aproximadamente 90 kg y su tamaño reducido, se puede desplazar y aplicar en una amplia serie de entornos clínicos. El sistema Xoft permite realizar radioterapia intraoperatoria y los diversos aplicadores están aprobados para su uso en multitud de lesiones (mama, piel, ginecológicas, etc.).



[▶ Ver vídeo VERT](#)

**El sistema Xoft® Axxent® (eBx®) utiliza tecnología avanzada de braquiterapia electrónica para dirigir la dosis de radiación al área cancerosa, evitando dañar tejidos y órganos sanos.**

Aplicaciones Tecnológicas de la Física está comprometida con la calidad de los tratamientos oncológicos ofreciendo diversos productos de avanzada tecnología, destinados a las distintas etapas de los procesos de radioterapia. Si desea recibir más información, puede ponerse en contacto con nuestros expertos en el [siguiente enlace](#).



[▶ Ver vídeo Xoft](#)

La empresa Vertual es pionera en el uso de simulación de realidad virtual para el aprendizaje y entrenamiento de estudiantes, personal del servicio de radioterapia y pacientes. Su herramienta interactiva de simulación virtual **VERT** se emplea actualmente en diversas instituciones académicas y clínicas de más de 30 países del mundo. Se trata de un simulador virtual de alta fidelidad que permite distintos grados de inmersión del usuario en un búnker de radioterapia de un acelerador lineal, para lo que emplea datos clínicos de pacientes anónimos.