

GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE IRRADIADO EN ESPAÑA

SIMPOSIO LAS-ANS 2013

María Malpica sierra

Buenos Aires, 25 de Junio de 2013



Índice

- Introducción
- Ciclo de combustible en España
- Proceso de almacenamiento en seco y clasificación del combustible
- Almacén temporal centralizado (ATC)
- Capacidades de ENUSA en la gestión del combustible irradiado

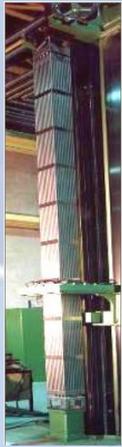
Instalaciones generadoras de residuos radiactivos en España



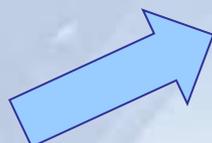
Agentes implicados



Ciclo de combustible en España



Fábrica de combustible



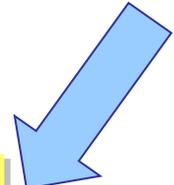
REACTOR



PISCINA COMBUSTIBLE



ATI



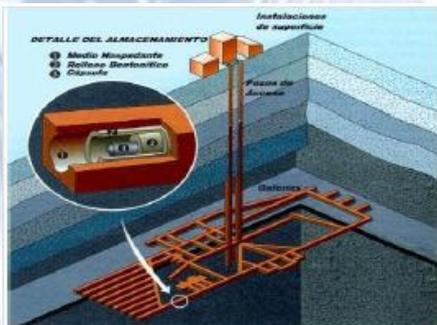
TRANSPORTE

- 1 INTRODUCCIÓN DEL CONTENEDOR EN EL ÁREA DE RECEPCIÓN
- 2 VOLTEO DEL CONTENEDOR A LA POSICIÓN VERTICAL
- 3 CARRO DE TRANSFERENCIA
- 4 RETIRADA DE LA 1ª TAPA Y COMPROBACIÓN DEL INTERIOR DEL CONTENEDOR
- 5 RETIRADA DE LA TAPA DE LA CELDA Y DE LA 2ª TAPA DEL CONTENEDOR
- 6 DESCARGA DEL COMBUSTIBLE GASTADO
- 7 ZONA DE ALMACENAMIENTO EN TRANSITO DEL COMBUSTIBLE GASTADO
- 8 CÁPSULA DE ACERO INOXIDABLE
- 9 TRANSFERENCIA DE LA CÁPSULA AL CONTENEDOR DE MANEJO
- 10 TRANSFERENCIA A LOS TUBOS DE ALMACENAMIENTO
- 11 TUBOS DE ALMACENAMIENTO

ATC



AGP



?

Estado Almacenamiento Combustible en Seco

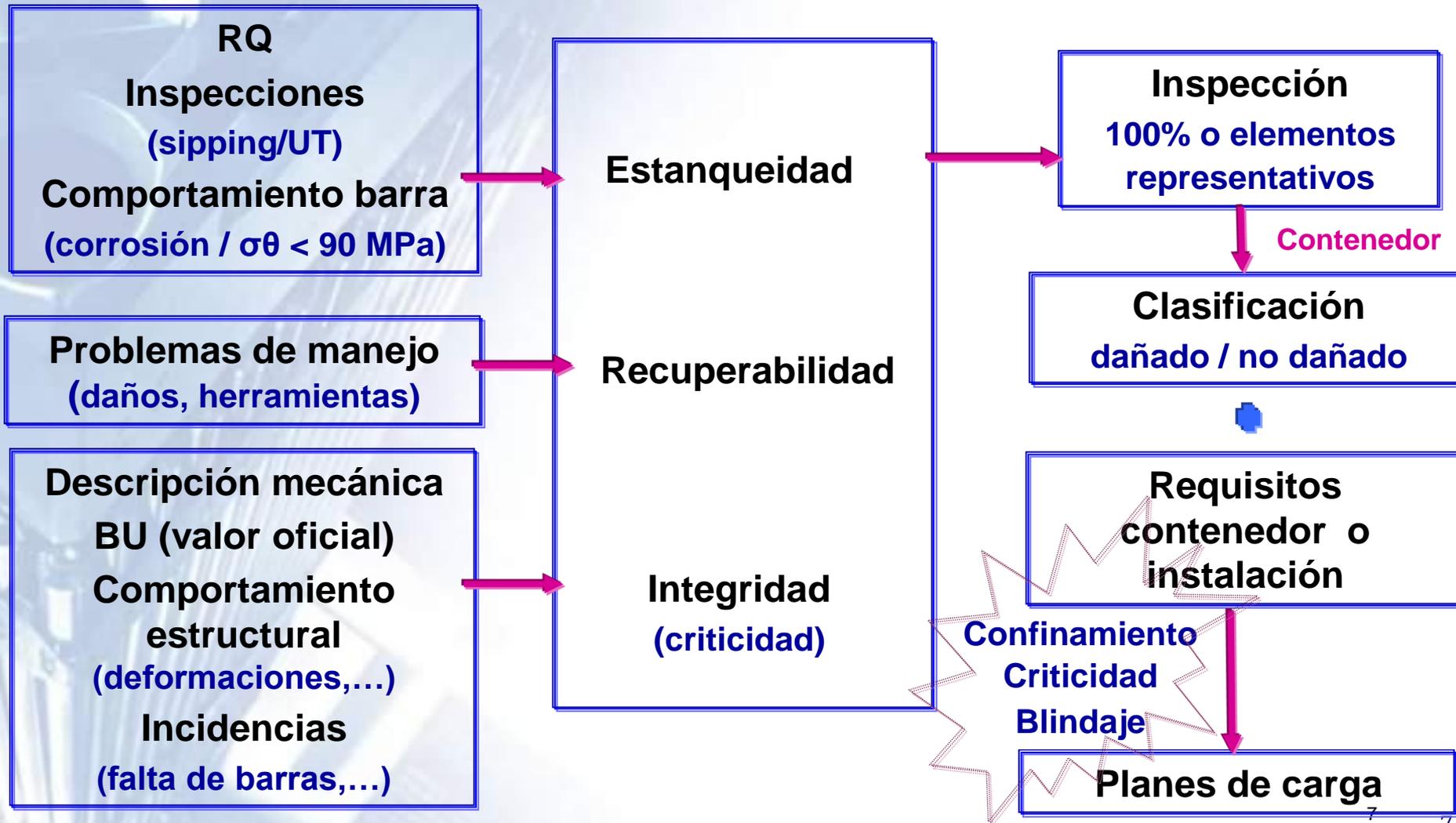
- ❑ Piscinas apunto de saturación a pesar del “reracking”

CENTRAL	SATURACIÓN PISCINA
Zorita	2012
Garoña	2015
Almaraz 1	2020
Almaraz 2	2021
Ascó 1	2014
Ascó 2	2014
Cofrentes	2021
Vandellós 2	2022
Trillo 1	2033

- ❑ Tres instalaciones de almacenamiento en seco individualizadas (ATI) en operación
- ❑ Almacén temporal centralizado en fase de diseño y construcción (ATC)
 - Previsto inicio operación en 2018
- ❑ Regreso desde Francia de vitrificados de reprocesado de CN Vandellós I en 2015
- ❑ Diseño y fabricación de contenedores



Caracterización del combustible



Almacenes temporales individualizados (ATIs)

TRES INSTALACIONES PWR EN OPERACIÓN

ATI Trillo (2002)

DPT contenedor metálico para almacenamiento y transporte (ENSA/tecnología NAC)

Sin cápsula

EC No dañados

21 EC/ contenedor

No componentes del Núcleo

5m altura / 2.6m diámetro

104.6 T cargado

Ac Inox / Plomo/ Al Borado



ATI Zorita (2009) Y

ATI Ascó (2013)

Cápsula metálica en contenedor de hormigón (HOLTEC)

HI-STORM 100

HI-TRAC

HI-STAR (Transporte)

32EC/contenedor

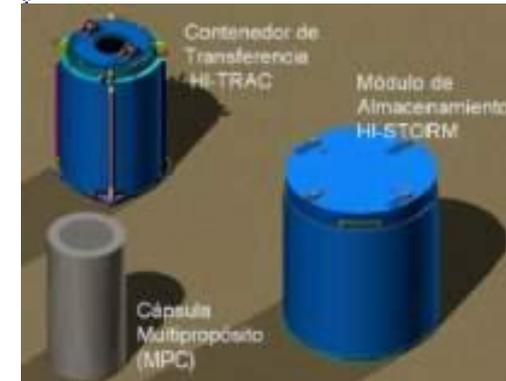
EC dañados: número máximo por contenedor, encapsulado

Componentes del Núcleo

$d = 3,4 \text{ m}$; $h = 4 \text{ m}$

Peso cargado: 134 T

**EN
DESARROLLO
PARA BWR**



Almacén Temporal Centralizado (ATC)

Almacén Temporal Centralizado, 13 ha

Instalación industrial que almacenará durante 60 años de manera segura el combustible gastado generado en España

Centro Tecnológico, 7 ha

Programas de investigación básica sobre combustible gastado, comportamiento de materiales y restauración ambiental



Almacén Temporal Centralizado (ATC)

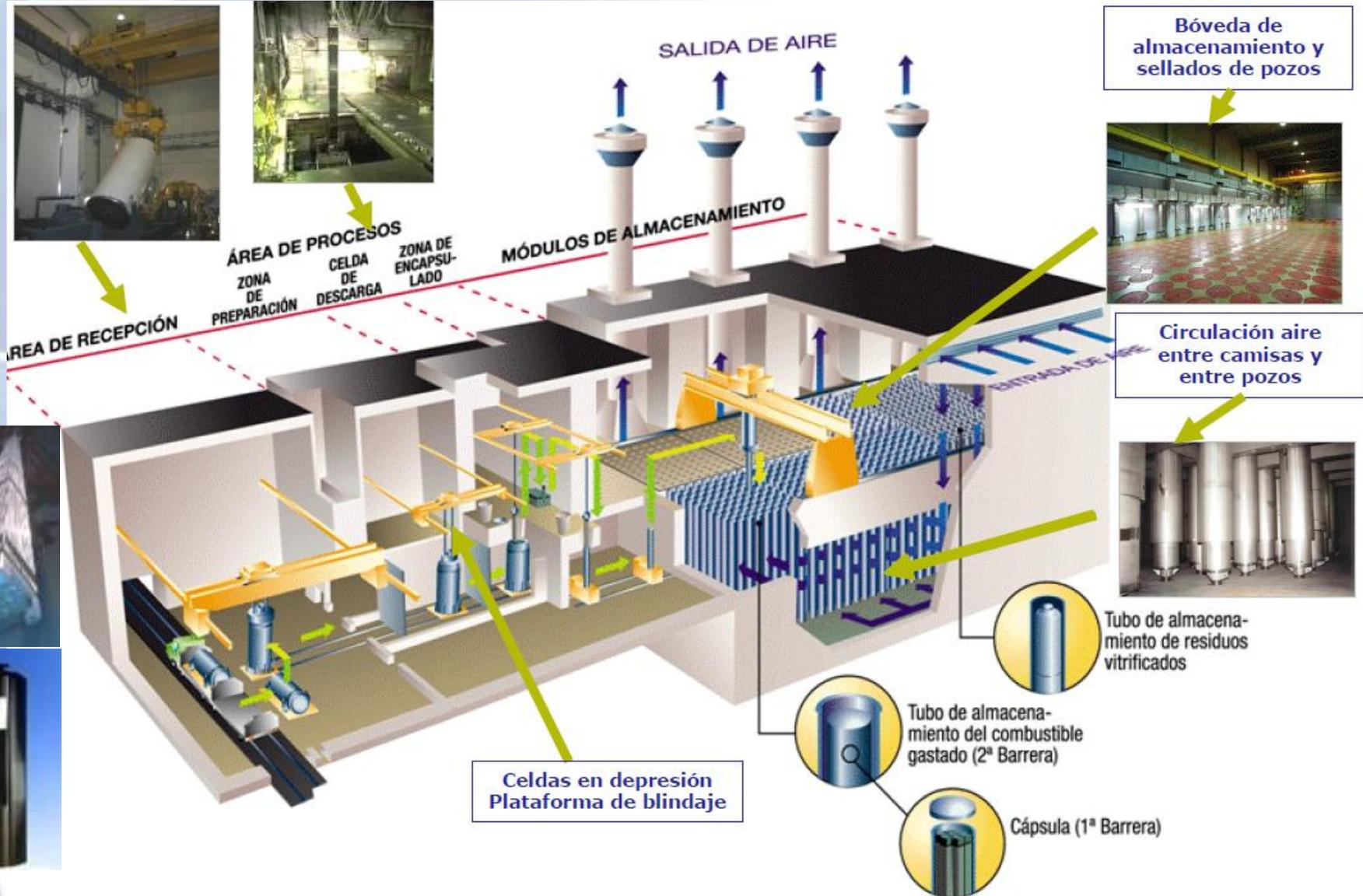
Parque Empresarial, 5 ha

Parque de empresas que busquen beneficiarse de un entorno investigador dotado de los recursos y de las infraestructuras más modernas

Vivero de emprendedores

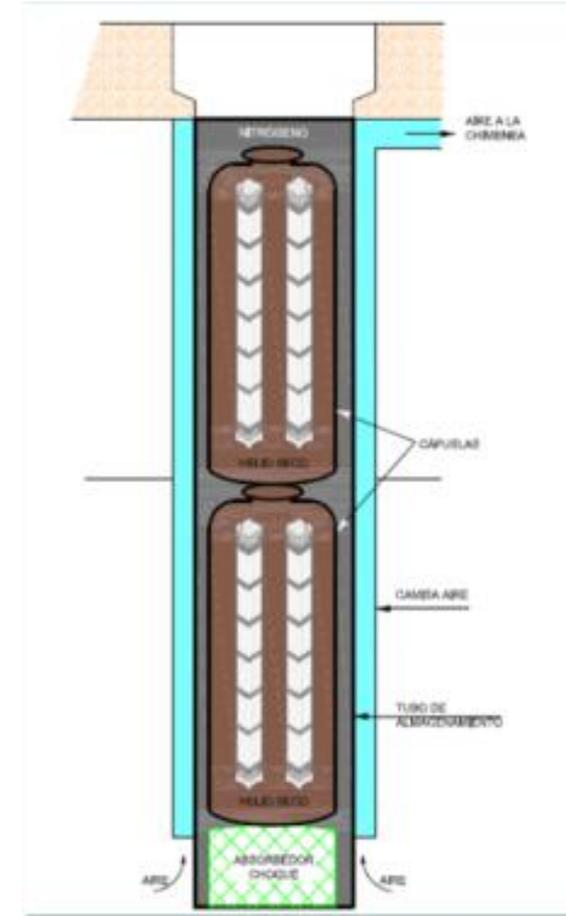
Naves industriales

ATC: Almacenamiento en Bóvedas

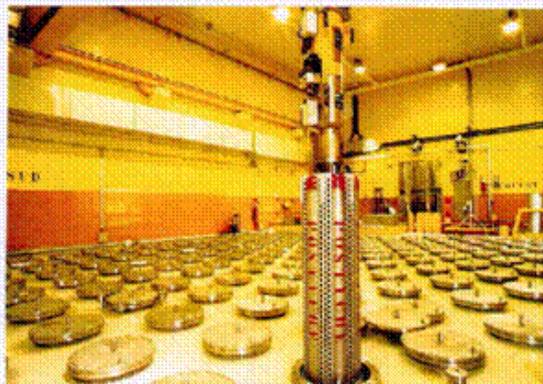


ATC: Almacenamiento en Bóvedas

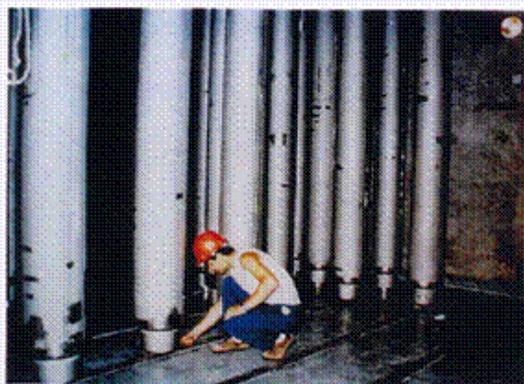
- ❑ Elementos en cápsulas de acero inoxidable (primera barrera)
 - Atmósfera He
- ❑ Cápsulas en tubo (segunda barrera)
 - Atmósfera inerte en el interior del tubo: Nitrógeno o argón para detectar fugas de He
 - Limitador de impacto para accidentes de caída
 - Doble tubo: circulación de aire entre tubos
- ❑ Refrigeración por convección natural: chimenea de 45 m independiente para cada bóveda
- ❑ Capacidad de la bóveda: 120 tubos



Referencias internacionales



CASCAD FACILITY
STORAGE LOADING



CASCAD FACILITY
PIT INSTALLATION



LA HAGUE (FRANCIA)



Habog (Holanda)



Paks (Hungría)

VISIÓN DE ENUSA SOBRE LA GESTIÓN COMBUSTIBLE GASTADO

- La participación del tecnólogo de combustible es clave para garantizar la adecuada gestión del combustible irradiado.
- La gestión del combustible gastado debe considerarse de una forma integral.
- Es fundamental la coordinación entre los actores principales (CCNN, CSN, ENRESA, ENSA Y ENUSA).

PROCESO INTEGRADO GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE IRRADIADO



FACTORES CLAVE

- Caracterización y clasificación del combustible.
- Base de datos del combustible.
- Capacidad instalación ante problemas imprevistos.

- Datos elementos almacenados.
- Datos evolución combustibles.
- Integridad del contenedor.
- Compatibilidad instalaciones nucleares (CCNN, ATI, ATC.)

- Características material a almacenar (quemado, tiempo enfriamiento.)
- Compatibilidad instalaciones CCNN.
- Previsión capacidad de almacenamiento.
- Capacidad instalación ante problemas imprevistos.

- Integridad cask.
- Tipología material a transportar.
- Desarrollo utillajes y equipos para carga/descarga.
- Gestión del riesgo (opinión pública, protección física, medios de comunicación.)

- Tipología material a almacenar (combustibles, vitrificados, etc.)
- Previsión capacidad almacenamiento.
- Capacidad instalación ante problemas imprevistos.

PROGRAMAS DE I+D+I (PROGRAMA DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE IRRADIADO)

CAPACIDADES ENUSA

- Definición criterios de caracterización y aceptación (ENRESA y CCNN)
- Caracterización y clasificación de EC
- Desarrollo técnicas y equipos de caracterización (familia equipos SICOM.)
- Inspección, manipulación, reparación y acondicionamiento del combustible irradiado
- Desarrollo Base de Datos
- Evaluación Accidentes severos en piscina

- Soporte al licenciamiento contenedores (José Cabrera, Trillo, Ascó.)
- Soporte al diseño y licenciamiento de nuevos diseños de contenedores (ENSA)
- Optimización planes de carga de contenedores
- Manejo e inspección del combustible durante al carga

- Cálculos de criticidad, blindaje y término fuente
- Soporte al licenciamiento

- Logística del transporte de combustible irradiado (ETSA.)
- Cálculos asociados al transporte

- Soporte al diseño.
- Soporte al licenciamiento
- Desarrollo de equipos de inspección de combustible irradiado en seco.
- Diseño de componentes principales (cápsulas)
- Diseño conceptual celdas calientes
- Optimización planes de carga de cápsulas

Conclusiones

- ❑ España tiene ante si un gran reto en relación al combustible gastado
 - Diseño y construcción de un almacén centralizado sin precedentes
 - Construcción de instalaciones de almacenamiento en seco en varias centrales
 - Pendiente definir el final del ciclo del combustible
- ❑ La gestión del combustible gastado debe considerarse de una forma integral y con la participación de todos los implicados.
- ❑ La participación del tecnólogo de combustible es clave para garantizar la adecuada gestión del combustible irradiado.