



FUNDACIÓN *Marie Curie*



# ***Curso de Actualización en Protección Radiológica***

***Optimización de protección radiológica referida a  
equipamiento, compra, instalación, aceptación y puesta en  
marcha clínica de equipos***

***MSc. Héctor R. Agüero  
Fuesmen – Radioterapia  
2016***

# Introducción

---



IAEA-OMS

2002 - 10 millones /año. Incidencia 75-150 casos /100 000 hab.

2014 - 14 millones /año. (8.2 millones de muertes)

Se prevé que aumente a 22 millones en los prox. 20 años.

2012 - EEUU – 450 casos/100. 000 hab

50% → Radioterapia.

**Requerimiento:** una máquina cada 500 nuevos casos de cáncer.

Nº maquinas/millón hab. oscila entre 10 EE.UU. y 6 en Europa.

2005 - EEUU 85-95% Aceleradores Lineales (AL).

2005 - Argentina 3 maquinas/millón hab. 60% (AL).

# ***Radioterapia***

---



***Requisitos:*** 500 pac./ año teleterapia (50% curativa)  
200 pac./ año braquiterapia.

## ***Salas***

- Un bunker Teleterapia (espacio para uno más)
- Un bunker Braquiterapia (HDR, LDR)
- Sala de simulación
- Cuarto de moldes (AL sin MLC)
- Oficinas para físicos y médicos
- Consultorios, cambiadores, baños y sala de espera

# ***Radioterapia***

---



## ***Equipos***

- Teleterapia (**AL** –  $^{60}\text{Co}$ )
- Braquiterapia (**HDR-LDR**)
- Equipamiento dosimétrico
- Simulador (**TC**, convencional)
- TPS (**3DC-IMRT**) – R&V
- Dispositivos de inmovilización y Cortador de Bloques

## ***Personal***

- Cuatro oncólogos radioterapeutas
- Tres físicos médicos - dosimetristas
- Cinco técnicos radiólogos
- Un enfermero
- Un ingeniero de mantenimiento (**AL**)

# Compra

---



Antes seleccionar un equipo, el *objetivo clínico de radioterapia* debe ser definido claramente para asegurar que las especificaciones satisfacen las necesidades del departamento.

## *Oncólogo Radioterapeuta- Físico Médico-Administración*

- Cantidad de pacientes.
- Formación del personal.
- Disponibilidad de mejoras y actualizaciones.
- El interés de la institución y la disponibilidad de fondos.

*Exhaustivo análisis costo-beneficio  
(Pública - Privada)*

# *Compra AL – 60Co*

---



La elección se debe hacer sobre la base del beneficio clínico, y modalidad de tratamiento a implementar.

Consideraciones:

- *costos* (inicial y operacional)
- *tiempo de inactividad.*

En los países desarrollados, los costos del tratamiento son mucho más bajos con 60Co. Cambio de fuente.

El tiempo de inactividad de un AL en general es mayor que el de un unidad de 60Co. Repuestos son más caros.

*AL es más seguro?*

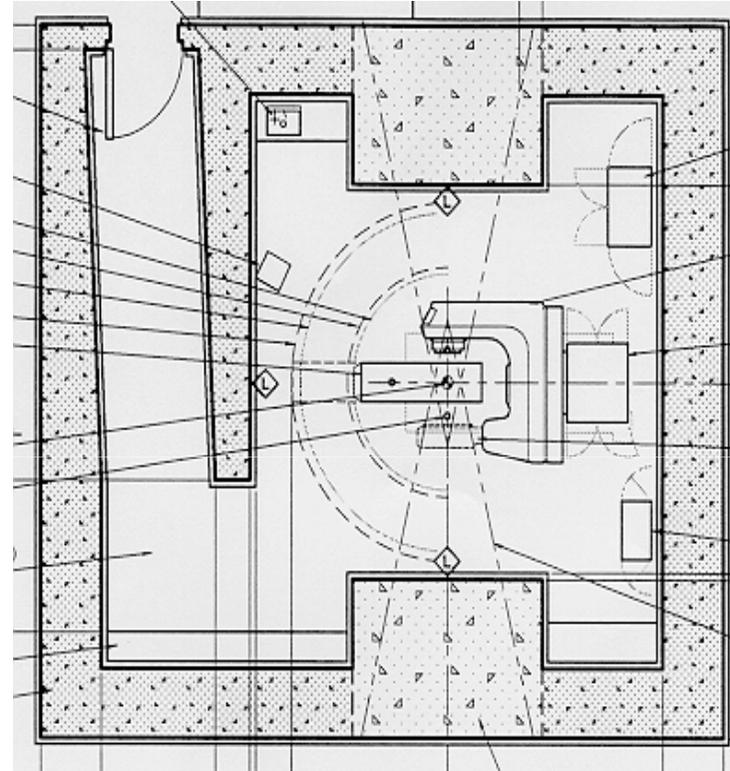
# Blindaje - Bunker

## *Barreras:*

- Primarias
- Secundarias
- Laberinto
- Puertas

## *Consideraciones:*

- Carga de trabajo
- Factor de uso
- Factor ocupación
- Energía  $>10\text{MV}$  (neutrones)
- Modalidad de tratamiento (IMRT, TBI)



# *Pruebas de Aceptación*

---



Físico-Fabricante, de acuerdo con recomendaciones internacional.

IMRT-IGRT-RS → los requerimientos son más altos.

Las pruebas de aceptación aseguran que las especificaciones de compra se cumplen y que el ambiente está libre de riesgos eléctricos, mecánicos y de radiación (personal, público, paciente).

- Controles de seguridad
- Verificaciones mecánicas
- Mediciones de dosimetría

# *Puesta en Marcha*

---



Incluye equipos de tratamiento, TPS y simulador:

- Adquisición de datos dosimétricos
- Comisionamiento del TPS – (TRS430)
- Desarrollar procedimientos de planificación y tratamiento
- Establecer las pruebas y procedimientos de QA (TEC-1151)
- Formación de todo el personal

## *Normativa Nacional ARN*

- **AR 10.1.1.** Norma básica de seguridad radiológica
- **AR 8.2.2.** Operación de aceleradores lineales de uso médico
- **AR 8.2.3.** Operación de instalaciones de telecobaltoterapia
- **AR 8.2.1.** Uso de fuentes selladas en Braquiterapia

# *Puesta en Marcha*

---



El tiempo puede ser estimado en 2 a 3 semanas por energía.

- Del funcionamiento de la máquina
- La cantidad de datos a medir
- La complejidad de los tratamientos previstos
- La experiencia del físico

Nuestra experiencia, desde la decisión de instalar un nuevo AL, hasta la implementación clínica ~ 2 años.

# *Características*

---



## *Energía*

Cuanto mayor energía, mayor penetración, lo que reduce la dosis integral y menos dosis piel en tumores pequeños y profundo.

El costo de blindaje aumenta debido a la presencia de neutrones.

## *Tasa de dosis*

$^{60}\text{Co}$  decae y los tiempos de tratamiento se vuelven progresivamente más largos.

## *Versatilidad*

Los AL son más versátiles que las unidades de  $^{60}\text{Co}$ , pero con costos adicionales en control de calidad, y mantenimiento.

# *Características*

---



Equipos *Multienergía y multimodalidad* son más complejos y por lo tanto, más difíciles de mantener.

Son más peligrosos debido a la posibilidad de confusión entre energías o accesorios.

Si existe poca experiencia se recomienda adquirir una energía única (6MV) , de modalidad simple ( o incluso  $^{60}\text{Co}$  ) .

El aumento considerable de los gastos en energías más altas no está justificado por el reducido beneficio clínico.

Además con IMRT esta ventaja puede ser menos significativa.

# Proveedores

---



*Se debe elegir un solo proveedor ?*

Hay muchas ventajas

- Equipos similares (beam matching)
- Menos piezas de repuesto
- Se reduce el tiempo de entrenamiento.
- Menor probabilidad de errores

La conectividad es también un *problema* entre los distintos equipos. Con el desarrollo de DICOM RT este problema es cada vez menor, aunque no garantiza la conectividad o exacta transferencia de información.

# *Técnicas Modernas*

---



## *IMRT, IGRT, RS:*

Es muy importante que los *márgenes* se ajusten al nivel de sofisticación alcanzado en el departamento.

## *inmovilización-imágenes-fusion*

Requieren de equipamiento y personal más caro, altamente capacitados.

Esto implica altos costos del tratamiento, dos a tres veces más alto que la radioterapia convencional (3DC).

# *IMRT*

---



Experiencia con radioterapia 3DC es esencial antes de empezar con un programa de IMRT.

La planificación del tratamiento y controles de calidad para IMRT son más altos y pueden reducir el número de pacientes.

Consideraciones en el blindaje por la radiación de fuga.

El aumento de la complejidad requiere un mayor mantenimiento y una rápida intervención (ingeniero local).

# MLC

---



Los campos con MLC se colocan más rápido y no se necesita un cuarto de bloques. (R&V)

Existen dos tipos de MLC:

- Como parte integral del colimador
- Componente adicional.

Requiere más CC, y puede tener más tiempo de inactividad.

En un servicio con altos costos laborales, el uso de MLC es rentable, pero el costo inicial y la complejidad puede limitar el beneficio en partes del mundo donde los costos laborales y los recursos son más bajos.

# Conclusiones

---



- Definir claramente el objetivo clínico.
- Exhaustivo análisis costo – beneficio (recursos disponibles)
- El tiempo de inactividad de una AL es mayor que el de  $^{60}\text{Co}$
- Energías mayores a 10MV, problema de neutrones
- Equipos complejos son más difíciles de mantener y aumenta la posibilidad de errores (ingeniero local)
- Poca experiencia se recomienda una energía única (6MV)
- Técnicas modernas son más caras (equipamiento, personal)
- IMRT se necesita experiencia previa en RT3DC
- MLC necesitan más CC, puede tener más tiempo de inactividad

# *Muchas Gracias*

