Aplicaciones de la Tecnología Nuclear en el campo de la Salud El Plan Nacional de Medicina Nuclear

Dr. Juan Carlos Furnari

Gerente de Área Aplicaciones de la Tecnología Nuclear
Comisión nacional de Energía Atómica

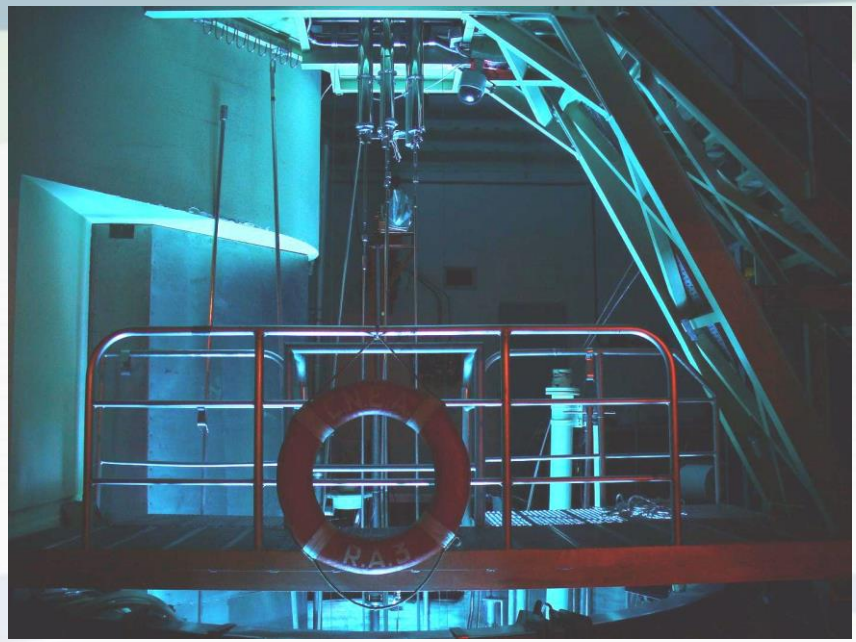
[furnari@cae.cnea.gov.ar]

Seminario Energía Nuclear: su inserción en la matriz energética de Argentina

Producción de Radioisótopos

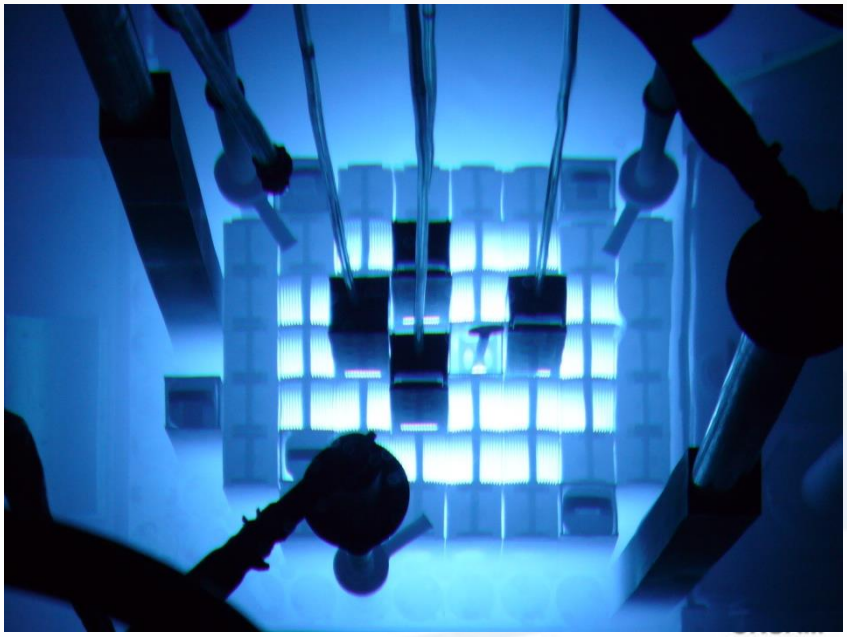
Gerencia Reactor RA-3
Gerencia de Producción de Radioisótopos
GAATN
Centro Atómico Ezeiza

Gerencia Reactor RA-3



Puesta en marcha: 1967
Potencia térmica: 10 MW
Tipo Pileta, Diámetro 3,3 m
Altura: 12 m
Remodelación: 1987 - 1990
2000 – 2001

Flujo térmico (máx.): 2.10^{14} $n.cm^{-2}.s^{-1}$
Elementos combustible: 23 MTR ^{235}U 20%
Moderador y refrigerante: Agua liviana
Barras de Control: 4 (Ag-Cd-In)
Posiciones de Irradiación: 96
Columna Térmica: 1 (15 posiciones)



Proyecto RA-10

PLANTA DE PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS

Procesamiento : 21 celdas 1 a 10 cm Pb

Control de calidad : 2 celdas

Producción y fraccionamiento de ^{131}I, ^{51}Cr, ^{32}P, ^{153}Sm.

Eventualmente ^{195}Hg, ^{24}Na, ^{35}S y otros.

Nuevos nucleidos ^{177}Lu, ^{125}I

PLANTA DE FISIÓN (Ezeiza)

Producción de ^{99}Mo, ^{131}I

Nuevos nucleidos $^{90}Sr(^{90}Y)$, ^{137}Cs

Capacidad máxima:

2000 Ci ^{99}Mo / proceso

Celdas Nuevas

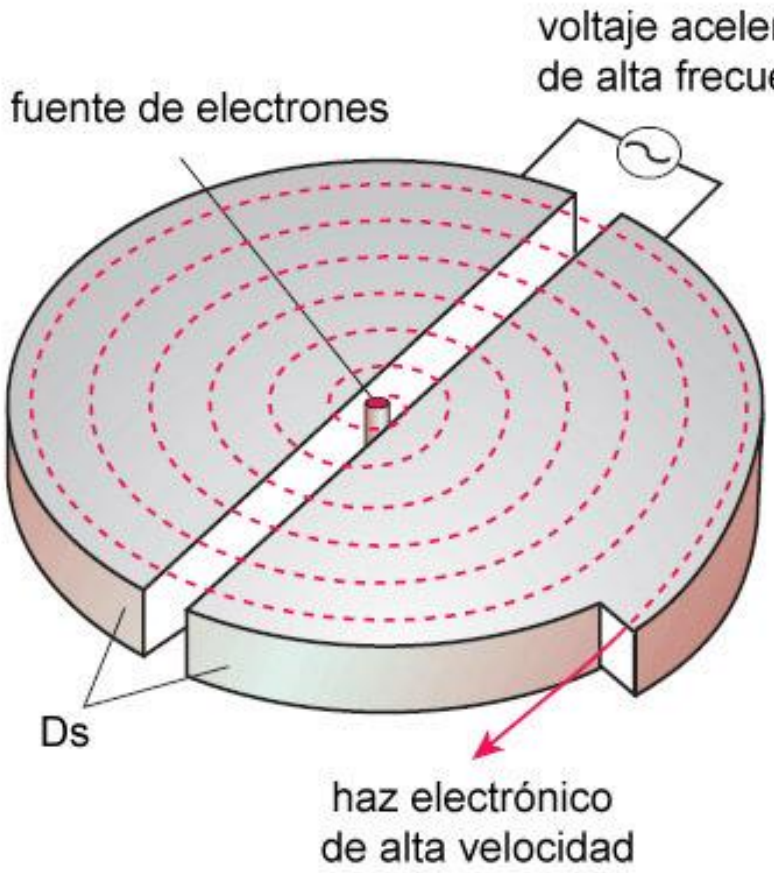
Disolución blanco : 1 celda (30 cm Pb)
Almacenamiento U : 1 celda (30 cm Pb)
Servicios : 2 celdas (15 cm Pb)

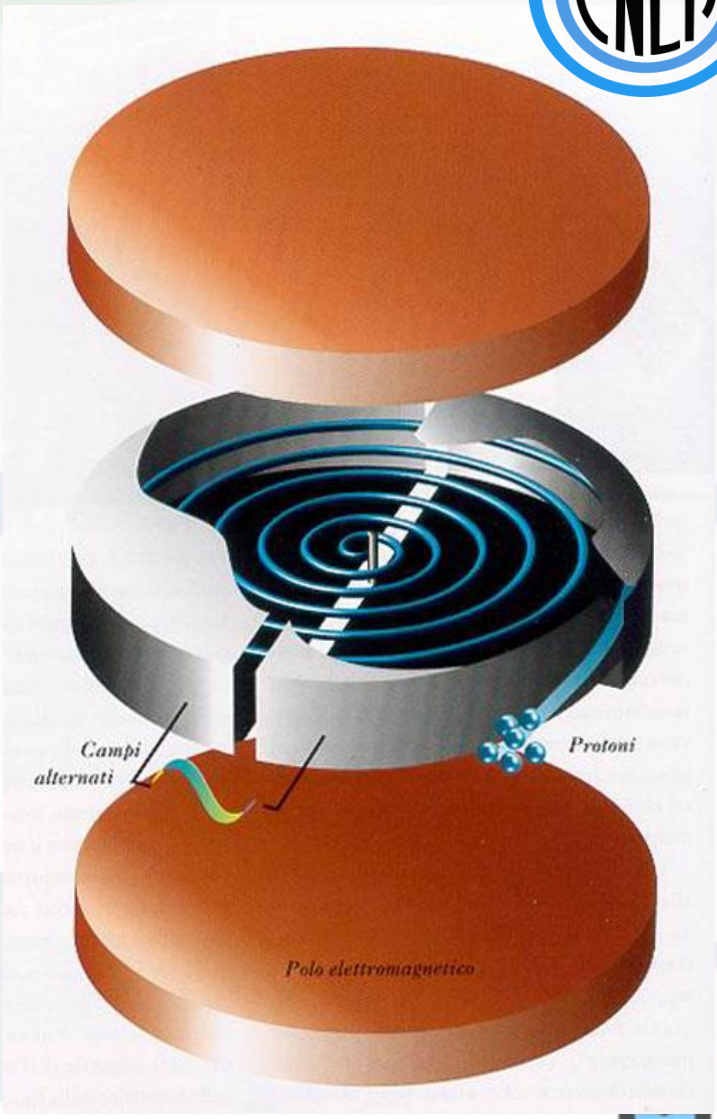
Celdas anteriores

Recuperación Mo-99 : 2 celdas (20 cm Pb)
Servicios : 2 celdas (10 cm Pb)

UNSAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

CICLOTRÓN


voltaje acelerador
de alta frecuencia
fuente de electrones
Ds
haz electrónico
de alta velocidad


Campi
alternati
Protoni
Polo elettromagnetico

CICLOTRON DE PRODUCCION *(Ezeiza)*

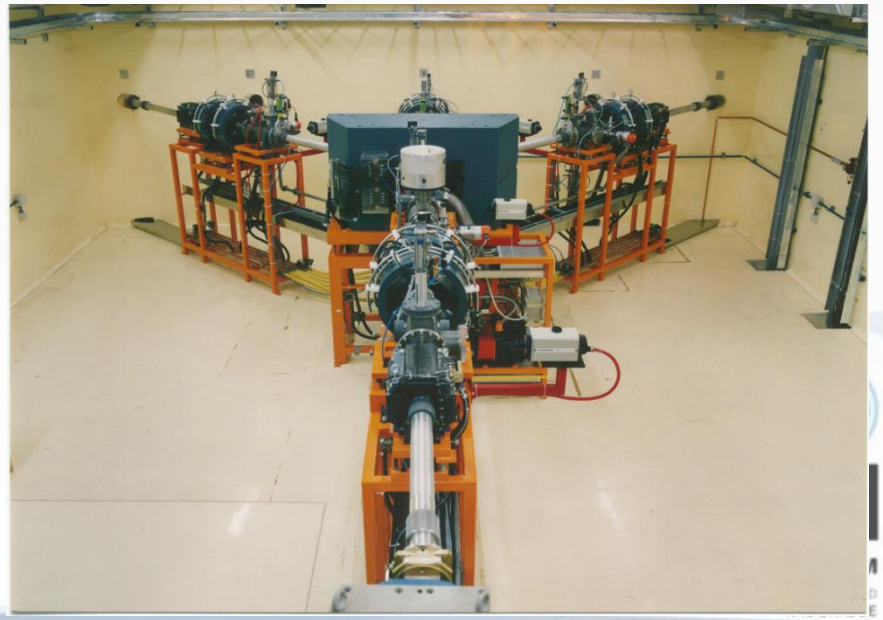
Puesta en marcha : 1994

Tipo Isócrono, partículas aceleradas : H^-

Energía : 25 a 42 MeV (con absorbedor: 11 MeV)

Intensidad de haz : 100 μA (máx.)

Tres salas de irradiación para sólidos, líquidos y gases



Producción de radioisótopos en ciclotrón

Reacciones con protones:

$^{18}O + p \rightarrow {}^{18}F + n$ 110 min

$^{11}B + p \rightarrow {}^{11}C + n$ 20 min

$^{13}C + p \rightarrow {}^{13}N + n$

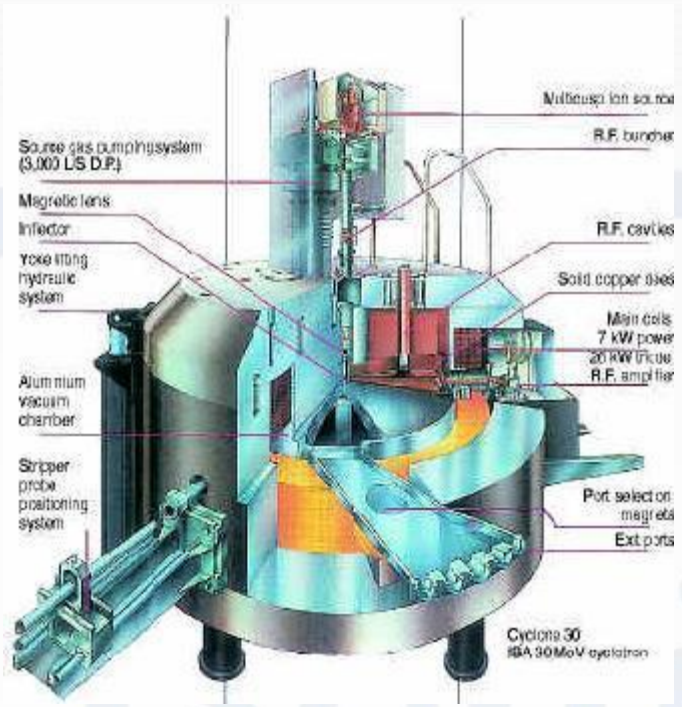
$^{15}N + p \rightarrow {}^{15}O + n$

$^{68}Zn + p \rightarrow {}^{67}Ga + 2n$

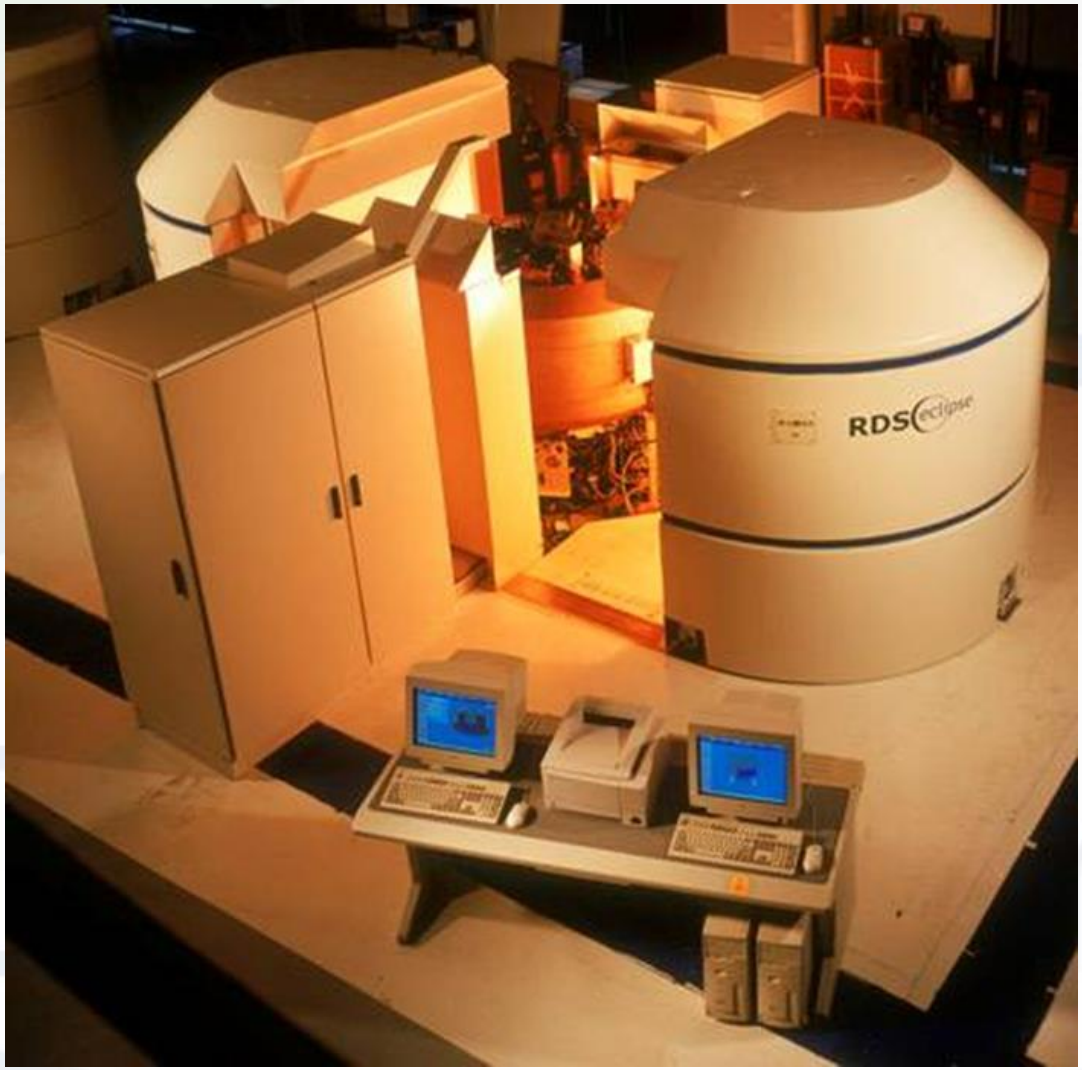
$^{124}Xe + p \rightarrow {}^{123}Cs + 2n$

$\hookrightarrow {}^{123}Xe \rightarrow {}^{123}I$

Ciclotrones de hospital



Ciclotrones de hospital



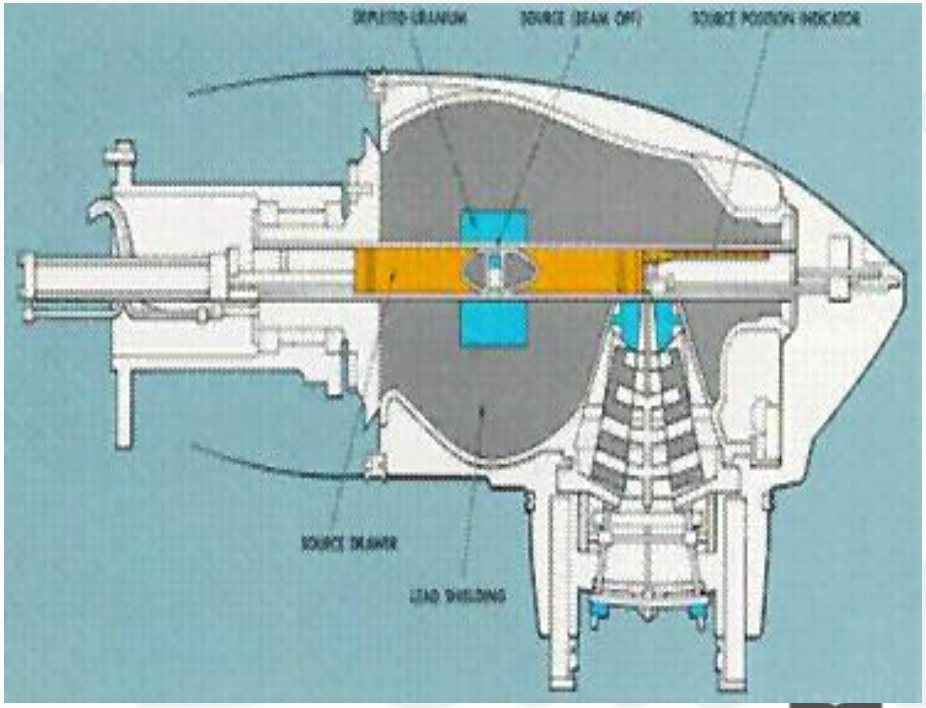
Aplicaciones en Medicina

- **Diagnóstico por imágenes**
- **Tratamiento con radiaciones**
  - **Radioterapia (Co-60 y aceleradores de e^-)**
  - **Terapia por captura de neutrones en boro (BNCT)**
- **Tratamiento con radiofármacos**
- **Esterilización de material quirúrgico, prótesis e implantes**
- **Banco de tejidos**

Radioterapia

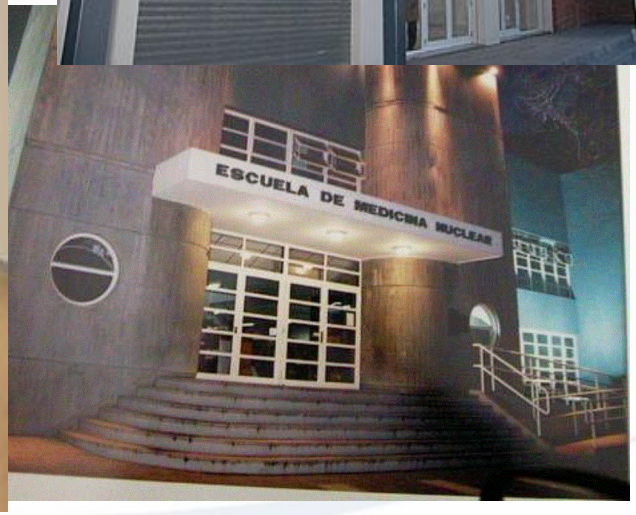
Cobaltoterapia

Fuente sellada de Co-60 dentro de cabezal de equipo de radioterapia

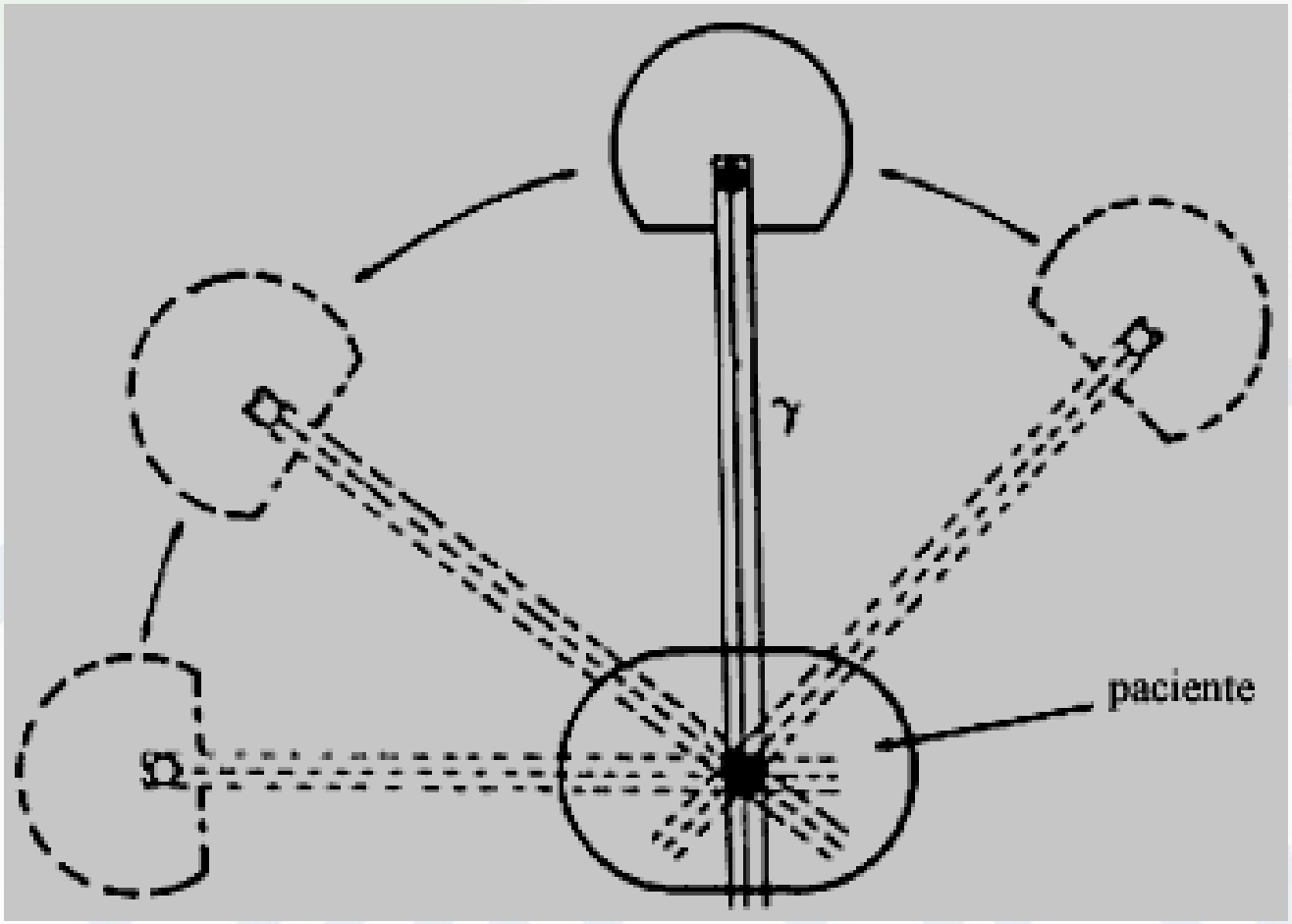


Radioterapia

Acelerador lineal – FUESMEN



Irradiación del Paciente



Rotación de un cabezal de radioterapia o de un acelerador de electrones alrededor del paciente. Sólo la zona deseada recibe radiación continuamente optimizando la dosis.

Braquiterapia

Empleo de pequeñas fuentes radiactivas de alta y de media intensidad (tasa de dosis). Ir-192, Cs-137 (antes Ra-226)

Se insertan directamente en el interior de la masa tumoral para el ataque directo al tejido maligno

Especialmente indicado para cáncer de próstata y de útero

Dan Beninson
Instituto de Tecnología Nuclear

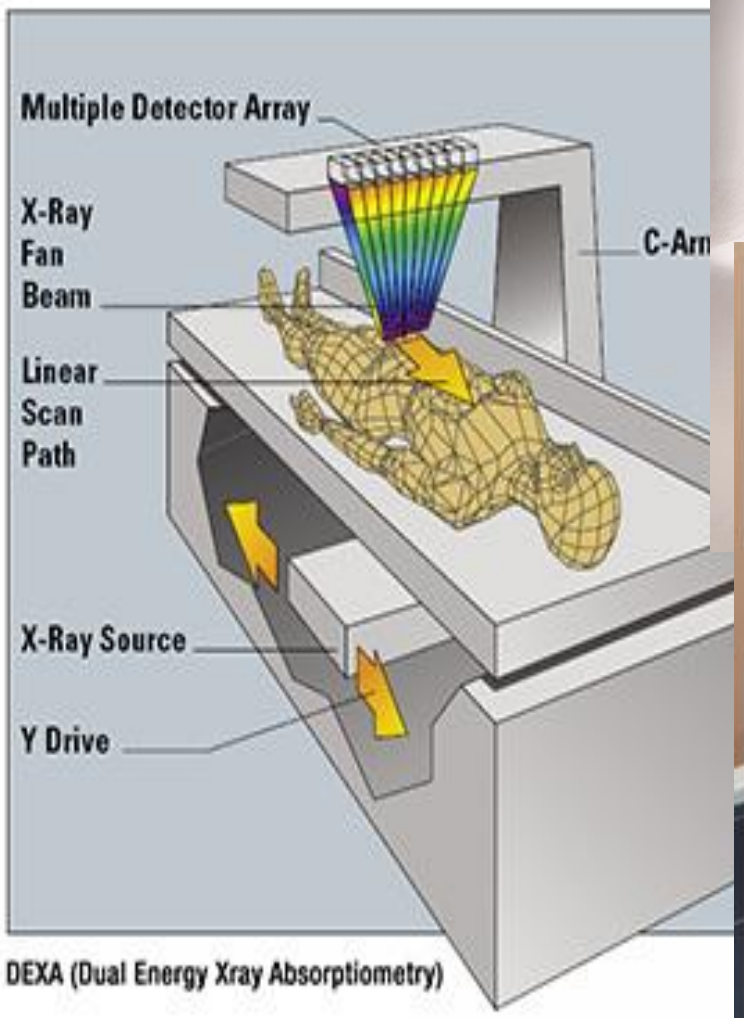
CNEA

Radiodiagnóstico y Diagnóstico por imágenes

CNEA
UNSAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

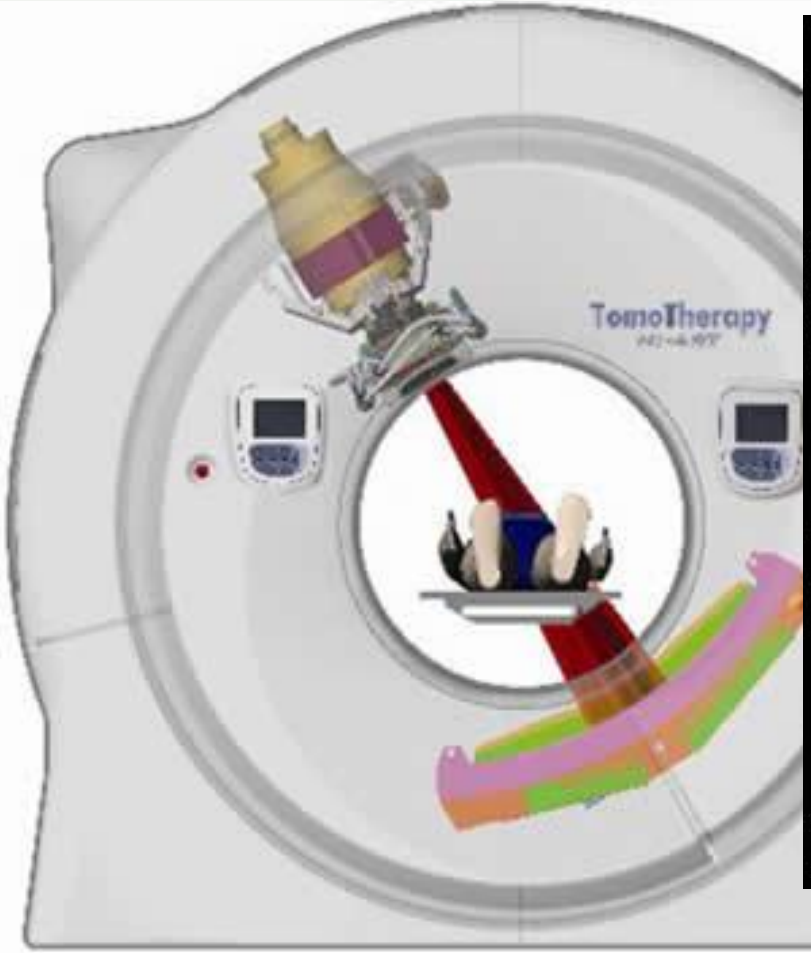
Dan Beninson
Instituto de Tecnología Nuclear

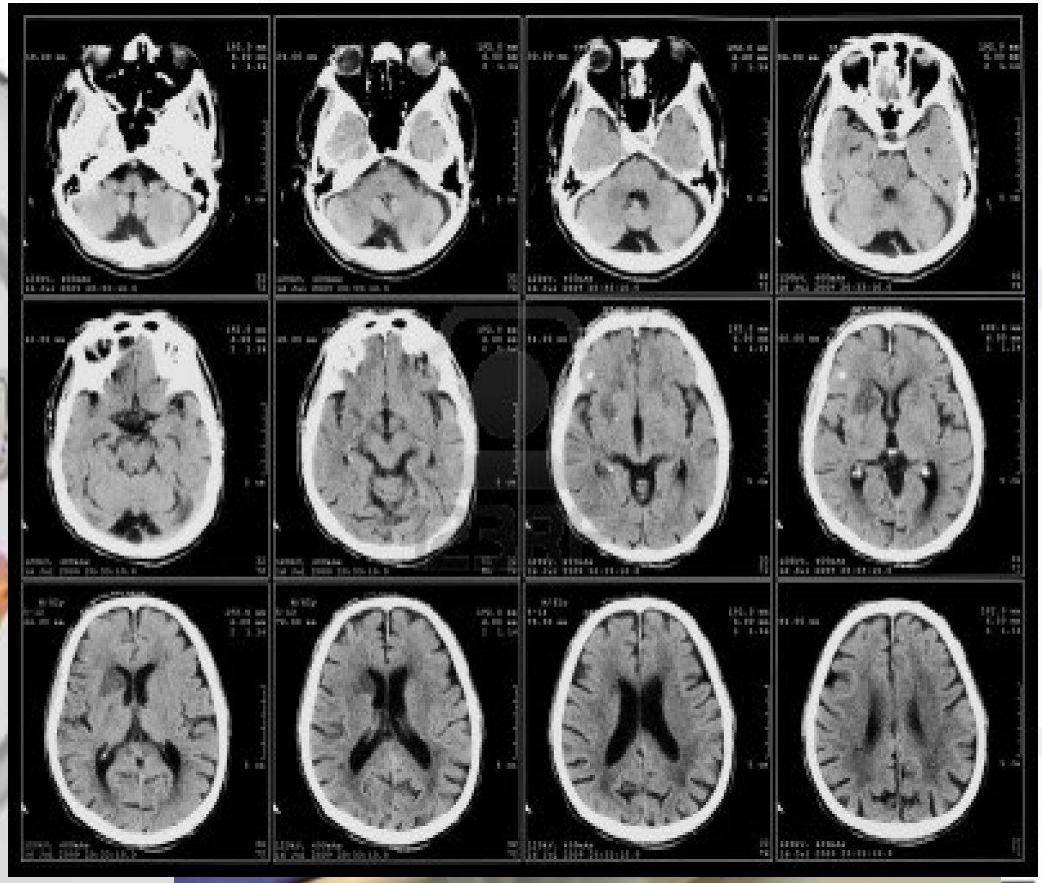
Densitometría ósea



DEXA (Dual Energy Xray Absorptiometry)

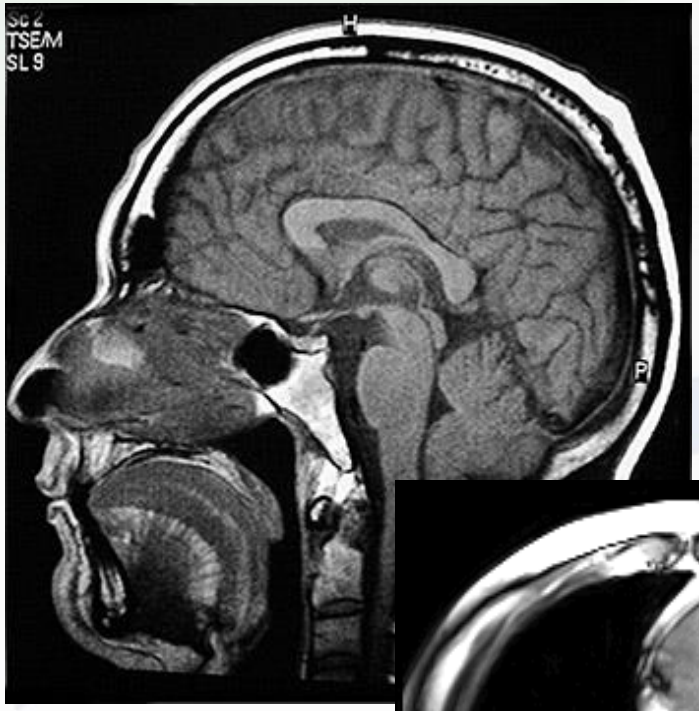
Tomografía Axial Computada (TAC, TC, CT)

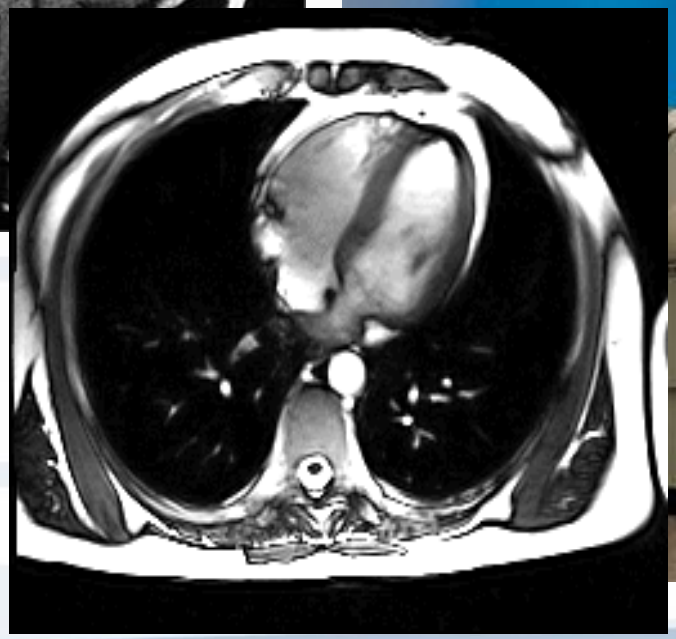




Dan Beninson
Instituto de Tecnología Nuclear

Resonancia Magnética Nuclear





UNSAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

SPECT-CT

Equipo híbrido de diagnóstico por imágenes: Tomografía de emisión de fotones simples con Tomografía computada.

Instalados en Htal. de Clínicas e Instituto Roffo, Bs. As.

Cámaras gamma portátiles para quirófano Instituto Roffo

PET y PET-CT

Tomografía de emisión de positrones con TAC (PET-CT) en FUESMEN, Mendoza y FCDN, Buenos Aires.

Del uranio a la Medicina Nuclear

Dioxitek

↓

Plantas Químicas: uranio fresco / recuperación de uranio

↓

PFPU - ECRI: Fabricación de polvos / laminación
Fabricación de Elementos combustibles y Blancos de irradiación.

↓

- Operación del RA-3
- Producción de ^{99}Mo + ^{131}I de fisión
- Producción de ^{153}Sm, ^{32}P, ^{51}Cr
- Desarrollo de $^{90}Sr/^{90}Y$, ^{125}I y ^{177}Lu
- BNCT
- Análisis por activación neutrónica
- Otras producciones previstas

→

Medicina Nuclear

Aplicaciones Agropecuarias

Industriales

Servicios

Capacitación

La Medicina Nuclear en nuestro país

Desde la década del ’60, CNEA produce radioisótopos de uso médico: ^{131}I, ^{51}Cr, ^{32}P y desarrolla radiofármacos.

En los ´70 CNEA instaló los centros de Medicina Nuclear del Htal. De Clínicas y del Instituto Roffo

Desde 1985, CNEA posee la única planta de fisión de Sudamérica para producir ^{99}Mo.

En la década del ’90 se instala el ciclotrón del CAE, que produjo ^{201}Tl y actualmente produce ^{18}F (FDG)

CNEA abastece la casi totalidad de los radioisótopos que se usan en nuestro país, y está modernizando sus plantas de producción en el Centro Atómico Ezeiza

En 1990 se creó la FUESMEN (CNEA-Mendoza-UNC), con el primer centro PET-ciclotrón del hemisferio sur.

En 2007 se inauguró la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear (CNEA-FUESMEN) con el primer equipo PET-CT y ciclotrón asociado del país.

En 2012 y en 2013CNEA instaló los primeros equipos SPECT-CT del país en hospitales públicos, en los Centros de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas y del Instituto Roffo (CNEA-UBA).

CNEA capacita en Medicina Nuclear y Radioterapia

Existen dos ciclotrones privados para producción de FDG y otros productos.

Existen más de 20 centros PET en todo el país.

Argentina posee unos 300 Centros de Medicina Nuclear

2014 PLAN NACIONAL DE MEDICINA NUCLEAR

PLAN NACIONAL DE MEDICINA NUCLEAR

Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación

Comisión Nacional de Energía Atómica

INVAP S.E.

Ministerio de Salud de la Nación

Gobiernos Provinciales

Centros de Medicina Nuclear y Radioterapia en:

Formosa: Ciclotrón, radiofarmacia, medicina nuclear, radioterapia (aceleradores, braquiterapia)

Río Gallegos: Ciclotrón, radiofarmacia, medicina nuclear, radioterapia (aceleradores, braquiterapia). Quimioterapia

Bariloche: Ciclotrón, radiofarmacia, medicina nuclear, radioterapia (aceleradores, braquiterapia). I+D. Formación de RRHH

Oro Verde (Entre Ríos): Medicina nuclear, radioterapia (aceleradores, braquiterapia)

Santiago de Estero: Ciclotrón, radiofarmacia, medicina nuclear, radioterapia (aceleradores, braquiterapia)

La Pampa: Ciclotrón, radiofarmacia, medicina nuclear radioterapia (aceleradores, braquiterapia)

Pergamino: Radioterapia (aceleradores, braquiterapia)

Ciudad de Buenos Aires, Centro de Radiotaerapias Avanzadas. CNEA-UBA. Constr. Operadora: INVAP

Ciberknife, Versa HD

Protonterapia. Proteus Plus con brazo isocéntrico de 360º. Línea de investigación y desarrollo.

Dan Beninson
Instituto de Tecnología Nuclear

2 Centrales Nucleares en Operación

1 Central Nuclear en Construcción.

6 Reactores de Investigación

8 Aceleradores de Partículas (5 ciclotrones, 2 tandem, 1 Linac)

3 Centros Atómicos

1 Centro Tecnológico

1 Fábrica de agua pesada

4 Plantas de Irradiación (2 industriales, 2 exp.)

5 Grandes Yacimientos de Uranio

1 Planta de Purificación de Uranio

3 Institutos de Capacitación y Formación de Recursos Humanos

339 Instalaciones con aplicaciones industriales

Medicina Nuclear.

- 3 Escuelas de Medicina Nuclear
- 67 Centros de Cobaltoterapia.
- 71 Centros de Braquiterapia..
- 290 Centros de Medicina Nuclear
- 48 Aceleradores Lineales de electrones de Uso Médico
- 338 Laboratorios de Radioinmunoanálisis

CNEA
UNSAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

Muchas gracias !