

**MODELO PARA DEFINICIÓN DE UNA PLANTA EXPERIMENTAL SEMI-INDUSTRIAL
PARA TRATAMIENTO DE RESIDUOS RADIATIVOS DE MEDIA Y BAJA
ACTIVIDAD APROPIADA A IPEN O INSTITUCIONES CON SIMILAR ESCALA DE
NECESIDADES**

Luis Efrain Torres Miranda

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP
Caixa Postal 11049
05422-970, São Paulo, Brasil

RESUMEN

En el presente trabajo se describe un modelo para definición y dimensionamiento de una Planta Experimental Semi-industrial para tratamiento de residuos radiactivos de media y baja Actividad con capacidad nominal de 100 m³ /año, que significa aproximadamente 200 tambores con residuos procesados/año en la salida de la planta, prontos para transferencia a un repositorio final. Para la elaboración del modelo se utilizarán la experiencia y las informaciones de procesos adquiridas en el gestionamiento de residuos del Departamento de Rejeitos Radioativos de IPEN. El modelo se aplica al tratamiento de residuos compactables, fuentes selladas, pararrayos, sólidos húmedos y suspensiones, líquidos orgánicos e inorgánicos adquiridos por el Departamento de Rejeitos Radioativos de IPEN en más de 10 años de existencia. La aplicación de los parámetros de cálculo del modelo presentado posibilitará el dimensionamiento y la elaboración de un concepto de proyecto de una Planta de Tratamiento de Residuos en esa escala.

I. INTRODUCCIÓN

La utilización de materiales radiactivos y radiaciones ionizantes comenzó en Brasil en la década del 60. A partir de esa época, con el trabajo realizado en los institutos de investigación, centros médicos e industrias, se consiguieron importantes progresos y beneficios para la comunidad. También como resultado de esa actividad fueron producidos y continúan produciéndose residuos radiactivos con actividades y composición isotópica impropias para el simple descarte. Con el objetivo de garantizar la protección de los trabajadores, de la población y del medio ambiente, en concordancia con las leyes del país, estos residuos deben ser debidamente gestionados y controlados, siguiendo rígidos criterios de aceptación para disposición segura en instalaciones centralizadas para disposición final.

Los grandes productores de residuos radiactivos, como las usinas del ciclo del combustible nuclear y plantas termo nucleares, poseen su propio sistema para la gestión de sus residuos, con instalaciones, equipamientos y procesos definidos y aprobados que funcionan en carácter de rutina.

Para el caso de diversas y variadas aplicaciones nucleares, donde los trabajos envuelven la utilización de

equipamientos, substancias y dispositivos con pequeñas cantidades de material radiactivo, por ejemplo investigación, medicina e industria, las pequeñas cantidades de residuos producidos tanto en los procesos como en el descarte de equipamientos desgastados o obsoletos, no justifican la exigencia a los productores de poseer una instalación propia para gestionamiento. En estos casos, estos pequeños productores deberán encaminar sus residuos, de acuerdo con procedimientos aprobados, para unidades centralizadas de gestionamiento, que suplen esas necesidades.

La falta de un gestionamiento global y adecuado de los residuos radiactivos, aunque en pequeñas cantidades, precisa ser evitado. Un ejemplo lamentable de este acontecimiento fue el trágico accidente de Goiânia, [1] donde la pérdida, por falta de control, de una fuente de Cs-137 de uso médico en desuso tuvo trágicas consecuencias. Este lamentable accidente nos coloca frente a la realidad de que el gestionamiento de los residuos radiactivos debe ser considerado como un asunto de relevante importancia dentro de la tecnología nuclear y, por lo tanto, debe ser tratado con la debida atención.

El Departamento de Rejeitos Radioativos (NR) de IPEN-CNEN / SP desde 1984, viene atendiendo las necesidades de gestionamiento de los pequeños productores de residuos radiactivos de todo el país y también realiza,

en carácter de rutina, la gestión de los residuos producidos en IPEN. [2] Paralelamente, el NR realiza actividades de investigación, entrenamiento, formación de personal y desarrollo de nuevos procesos y tecnologías. Como resultado de este trabajo, también se consiguió acumular y sistematizar un gran volumen de conocimientos, informaciones y resultados experimentales.

La investigación sistemática y el levantamiento de datos experimentales obtenidos sobre el gestionamiento de los residuos radiactivos en IPEN, en los últimos 15 años, dieron base al modelo que presentamos para cálculo y dimensionamiento de una Planta Experimental Semi-Industrial para gestión de residuos radiactivos de baja y media actividad, con las siguientes características:

- Diseño que atiende a los estándares nacionales e internacionales para gestión de residuos;
- Capacidad para atender a las necesidades de gestión de residuos radiactivos producidos por pequeños productores de una región;
- Capacidad y flexibilidad para permitir actividades de P&D, junto con la realización de experiencias comparativas con otras plantas y procesos similares, para validar los resultados obtenidos;
- Elección de una tecnología de procesos y de construcción que justifique la aplicación del modelo en cuanto a la viabilidad y a la razón costo y beneficio.

II. CONSIDERACIONES GENERALES

Una planta para gestión de residuos radiactivos, (R.R.) es solamente una parte de todo el sistema general de gestión de los residuos. Para su dimensionamiento, además de atender a los objetivos generales del sistema, se deben considerar todas las etapas de gestión de los R.R., desde el productor hasta la disposición final, debe también cumplir con las leyes y normas para gestión de residuos. Los criterios para cálculo deberán estar basados en un riguroso levantamiento de datos de demanda y un detallado análisis y caracterización de los R.R.

El modelo que describimos se aplica para el cálculo de una Planta Experimental Semi-industrial, apropiada para instituciones que atienden una demanda en escala similar a IPEN, y está basado en el levantamiento de resultados de experiencia que presentamos en el cuadro resumen (Tabla 1). En esa Tabla de residuos, los números de la columna "entrada anual" son valores máximos anuales, recibidos y procesados en los últimos 15 años.

La planta está dimensionada para procesar y almacenar los residuos radiactivos producidos por pequeños productores de una región, recibidos por IPEN, con los valores especificados en la Tabla 1.

TABLA 1. Tabla de Residuos - Resultados experimentales y de procesos

TIPO	ENTRADA ANUAL	PROCESO	SALIDA tambores TB/AÑO
SÓLIDOS			
compactables	50 m ³	Almacenamiento - Compactación Embalaje	50
No-compactable	5 t	Segregación - Desmantelamiento Embalaje - Encapsulamiento	44
Fuentes selladas	1000 unid.	Almacenamiento - Desmantelamiento Acondicionamiento - Encapsulamiento	4
Pararrayos	2000 unid.	Desmantelamiento Acondicionamiento Encapsulamiento	4
Fuente Ra-226	500-unid.	Almacenamiento - Inventario Acondicionamiento - Encapsulamiento	4
SÓLIDO HÚMEDO			
	5 t	Almacenamiento - Caracterización Tratamiento - Inmovilización	40
LÍQUIDOS			
Inorgánicos	10 m ³	Almacenamiento Caracterización Trat. físico-químico - Descarte/Inmovilización	10
Orgánicos	1 m ³	Almacenamiento - Caracterización Tratamiento - Inmovilización	2

III DATOS EXPERIMENTALES DE PROCESO PARA INGENIERÍA DE BASE

Residuos Compactables. Para compactación entran 10 toneladas por año de residuos compactables con volumen de 50 m³, los que después de compactados con factor de reducción igual a 0.18, con prensa de 10 toneladas fuerza, son acondicionados en tambores de 200 litros con 90 % lleno. El resultado de la operación son 50 tambores de residuos compactados.

Residuos No-compactables. Son gestionadas 4 toneladas anuales de residuos no compactables, con volumen de 2.7 m³ (no computando el material no contaminado que es separado y descartado). El resultado de la operación son 40 tambores metálicos de 200 litros con 90 % lleno.

Se reciben también, anualmente, después de separación y selección, cerca de 1 tonelada de residuos No-compactables para cementación con densidad media de 2.38, que son inmovilizados en concreto de densidad 1.4, dentro de tambores metálicos de 200 litros. Las masas de los componentes del concreto siguen la siguiente relación:
- Arena / cemento = 3, - Brita / cemento = 5, - Agua / cemento = 0.4. El resultado de la operación son cuatro tambores con 90 % lleno.

Fuentes Selladas. IPEN recibe para gestionar como máximo mil fuentes selladas por año, las que son procesadas dando origen a 4 tambores de residuos tratados.

Las fuentes son colocadas en 5 cápsulas de plomo de peso 30 kg y volumen de 5 litros cada una, las cuales a la vez son inmovilizados en concreto de densidad 2.1, armado con 10 kg de fierro, dentro de un tambor metálico de 200 litros, con 95% lleno. El producto de las operaciones de gestión da como resultado cuatro tambores con residuos tratados.

Pararrayos. IPEN recibe de usuarios de todo el país 2000 pararrayos/año como máximo, con 3 kg de peso cada uno, con el elemento radiactivo en forma de unas pequeñas

cintas. Después de las operaciones de recibimiento, selección y desmantelamiento, las cintas equivalentes a 500 pararrayos son distribuidas en 5 latas metálicas que serán posteriormente inmovilizadas en un tambor metálico de 200 litros, con concreto armado con 10 kg de malla de fierro. El producto de las operaciones de gestión de los pararrayos da como resultado cuatro tambores con residuos tratados.

Tratamiento de Líquidos. Por tratarse de pequeños volúmenes, aproximadamente 11 m³/año, con naturaleza química y radiológica muy variada, los procesos, además de ajustes químicos para neutralización, consisten en operaciones unitarias en escala de laboratorio, objetivando la disminución de volumen. Generalmente se utilizan intercambio iónico, precipitación o evaporación.

Almacenamiento Temporal de Residuos. Esta unidad, en las condiciones de demanda máxima, tiene una capacidad mínima para 15 años de funcionamiento. Los embalados, estocados en tambores de 200 litros, son apilados sobre estrados, hasta que sean transportados para el repositorio definitivo.

IV. ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

En las figuras 1 y 2 se muestran los diseños funcional y dimensional, en corte y planta, del edificio de proceso. Los principales ítems y costos en dólares están discriminados en la Tabla 2.

BIBLIOGRAFIA

- [1] VICENTE, R. [1994] - *Comunicação interna - IPEN-CNEN/SP*
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *The Radiological Accident in Goiânia*. IAEA, Vienna, 1988.

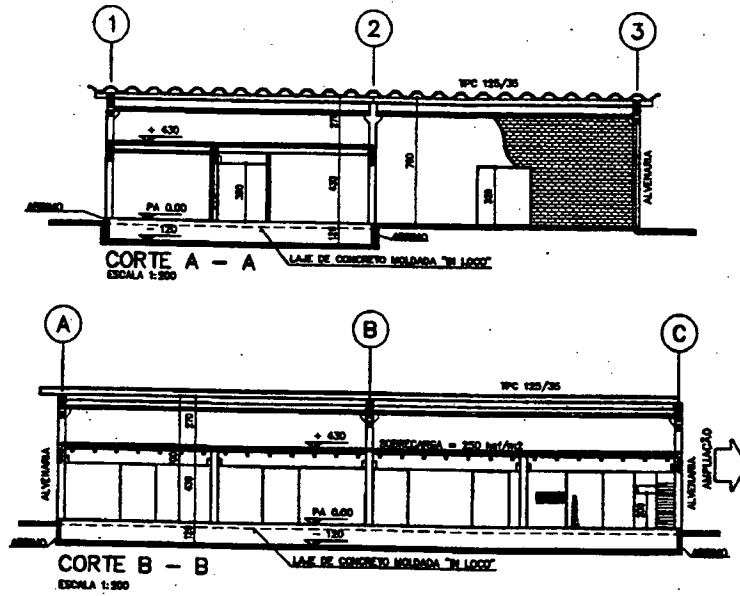


Figura 1 - Vista en corte del edificio.

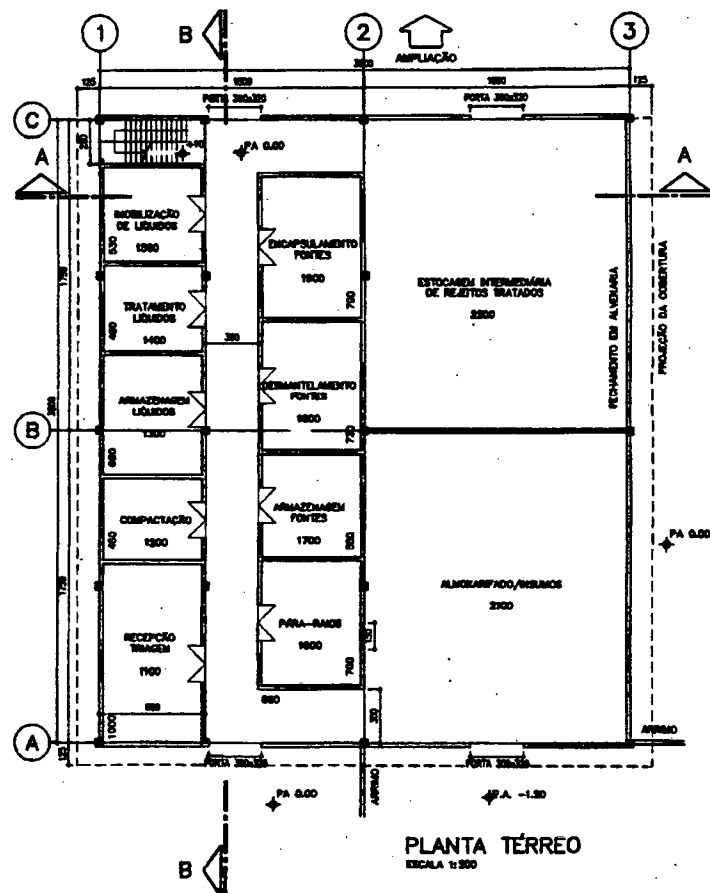


Figura 2 - Vista en planta del edificio.

TABLA 2. Tabla de Costos

Item	Descripción / Servicios	Quant.	un.	Valor Unitario	Valor Total
1.	Proyectos	1	cj	20625,00	20600,00
	Sub Total I				20600,00
2.	Servicios preliminares (prep. de cantero de obra, terraplanaje etc.)				
	Su Total II				32600,00
3.	Estaqueamiento (estacas prefab., adquisición instalación, enmiendas, acabamiento etc.)				
	Sub Total III				32700,00
4.	4. Fundaciones (preparación, fabricación concretaje, acabamiento, etc.)				
	Sub Total IV				59000,00
5.	Estructura Prefabricadas(superestructura; pilares, vigas, piso, tejas etc.)				
	Sub Total V				185.100,00
6.	Capa de consolidación en concreto armado.				
	Sub Total VI				8400,00
7.	Piso industrial/Almacén de Materia prima/Estoque (preparación, concretaje y acabamiento superficial)				
	Sub Total VII				51300,00
8.	Piso industrial - Procesos. (preparación,concretaje, acabamiento superficial.)				
	Sub Total VIII				53300,00
9.	Acabamientos(acabamientos int. ext., de diversos tipos, estuque, pinturas, azulejos, etc.)				
	Sub Total IX				158000,00
10.	Instalaciones Hidráulicas (tubulación, ductos, cajas, válvulas, etc.)				
	Sub Total X				31000,00
11.	Instalación de aire de procesos (ventiladores, ductos)				
	Sub Total XI				7600,00
	Total General				639 600,00

ABSTRACT

A model for the design, and the definition of scale, of a facility for the treatment of low- and intermediate-level radioactive wastes is presented. The facility is designed to manage wastes generated in research and production of radioisotopes and labeled compounds, and wastes coming from users of

radioisotopes, including: compactible solid wastes, spent sealed sources, radioactive lightning rods, organic and inorganic liquids, and wet bulk solids. The input is one hundred cubic meters per year of untreated wastes and the output is two hundred drums of treated waste in a form suitable for transportation and disposal.