

# ANALISIS DEL ACCIDENTE RADIOLOGICO DE EL SALVADOR



N.E. MELARA  
Instituto Salvadoreño del Seguro Social,  
San Salvador,  
El Salvador

## Abstract-Resumen

### ANALYSIS OF THE RADIATION ACCIDENT IN EL SALVADOR.

On 5 February 1989 at 2 a.m. local time in a cobalt-60 industrial irradiation facility, a series of events started leading to one of the most serious radiation accidents in this type of installation. It took place in Soyapango, a city situated 5 km from San Salvador, the capital of the Republic of El Salvador. In this accident, three workers were involved in the first event and a further four in the second. When the accident took place, the activity level was approximately 0.66 PBq (18 000 Ci). The source became blocked when being lowered to its safe position, whereupon the technician responsible for the irradiator entered the chamber in breach of the few inadequate safety procedures, accompanied by two colleagues from an adjacent department; the three workers suffered acute radiation exposure, with the result that one of them died six-and-a-half months later, the second had both his legs amputated at mid-thigh, while the third recovered completely. This article describes the irradiator, outlines the causes of the accident and analyses the economic and social repercussions, with the aim of helping teams responsible for radiation protection and safety in industrial irradiation facilities to identify potentially hazardous circumstances and avoid accidents.

### ANALISIS DEL ACCIDENTE RADIOLOGICO DE EL SALVADOR.

El 5 de febrero de 1989 a las 2.00 hora local, en la instalación de un irradiator industrial de cobalto 60, se inició una serie de eventos que condujo a uno de los accidente radiológicos más graves de este tipo de instalaciones. El accidente tuvo lugar en Soyapango, una ciudad situada a 5 km de San Salvador, capital de la República de El Salvador. En él estuvieron involucrados tres trabajadores en un primer evento y otros cuatro en un segundo. En el momento del accidente se registró un nivel de actividad de aproximadamente 0,66 PBq (18 000 Ci). La fuente se quedó bloqueada cuando descendía a su posición de seguridad. Entonces el técnico responsable del irradiator realizó una entrada anulando los pocos y exiguos sistemas de seguridad existentes, se hizo acompañar de dos compañeros más pertenecientes a un departamento contiguo, y los tres trabajadores sufrieron una exposición aguda de radiación que causó el fallecimiento de uno de ellos a los seis meses y medio, la amputación de ambos miembros inferiores a mitad de muslo a un segundo, mientras que el tercero se recuperó completamente. En el presente trabajo se describe el irradiator, se indican las causas del accidente y se analizan los efectos económicos y sociales consecutivos al accidente. El propósito de este trabajo es ayudar a los grupos responsables de protección y seguridad radiológica en instalaciones de irradiadores industriales a identificar circunstancias potenciales de riesgo y a evitar accidentes.

## 1. DESCRIPCION DE LA INSTALACION

### 1.1. Tipo de irradiator y fuente radiactiva

El irradiator era del tipo Categoría IV, panorámico, de almacenamiento húmedo, modelo JS6300, y con una capacidad máxima de 18,5 PBq (500 kCi).

## **1.2. Almacenamiento de la fuente y mecanismo de elevación**

El bastidor portafuente se almacenaba verticalmente en una piscina de agua de 5,5 m de profundidad.

## **1.3. Sistemas de seguridad y protección radiológica**

Algunos de los sistemas de seguridad y protección radiológica eran: panel de control; llave maestra y monitor de radiación; fuente de prueba; temporizador de retraso; calidad del agua y detección de contaminación; interrupción automática de operación del irradiador; y control de calidad y mantenimiento.

## **2. CONDICIONANTES DEL ACCIDENTE**

En términos generales se pueden clasificar en tres grupos:

- 1) Condiciones propias de la degradación de la instalación;
- 2) Condiciones del estado social de guerra por las que el país atravesaba; y
- 3) La no existencia de legislación concerniente al control de fuentes de radiación ionizante.

## **3. EL ACCIDENTE**

### **3.1. El primer evento**

El 5 de febrero de 1989, a las dos de la madrugada, el operador A descubrió que el irradiador había interrumpido su operación y la fuente se encontraba bloqueada en una posición intermedia. Eran aproximadamente las 2.30 cuando éste abrió la puerta; luego, según “el protocolo” verbal, debía esperar a que el ozono formado fuera extraído por el sistema de ventilación, *lo que hizo durante unos 15 minutos para que el ozono y “la radiación” se disiparan e interrumpió el suministro de energía eléctrica al sistema para que la fuente dejara de emitir radiación.*

#### *3.1.1. Primer ingreso*

Con el auxilio de una lámpara, sin monitor y sin dosímetro, el operador A entró en la sala de irradiación, donde vio que en el espacio de cuatro contenedores se habían colocado cinco, lo que hizo que se deformaran y se expandieran hacia los lados, colocándose la boca de uno de ellos en la trayectoria del bastidor y quedando la fuente bloqueada. Salió y regresó acompañado de los trabajadores B y C. Ya dentro, procedieron a elevar el bastidor, izándolo conjuntamente por el cable. Luego, lentamente lo bajaron hacia el agua, empezando a sumergirse y a emitir la característica luz azul del efecto Čerenkov. Entonces el operador A se sintió alarmado y recomendó a sus compañeros que abandonaran rápidamente el lugar.

### **3.2. El segundo evento**

A las 6.00 del día 1 (domingo 5), al inicio del siguiente turno el operador B encontró el irradiador sin ningún operador. El día 6 por la mañana, el departamento de control de calidad descubrió que el producto no estaba estéril cuando al realizar el análisis dosimétrico se encontraron dosis recibidas substancialmente menores de las debidas. Entraron el gerente y otro personal de mantenimiento, observando que algunos de los lápices del nivel superior se habían salido y estaban en el fondo de la piscina. Sin dimensionar el riesgo, se optó por

continuar el proceso de esterilización utilizando tiempos mayores para compensar la pérdida de esos lápices. Por la tarde ocurrió un fallo electromecánico, la fuente nuevamente quedó bloqueada en posición de irradiación y llegó personal de mantenimiento quien comprobó los niveles de radiación desde la puerta y, de alguna manera, logró bajar la fuente. Abriendo la puerta de la manera “normal”, los trabajadores X, Y, Z y el gerente de mantenimiento hicieron una nueva entrada sin monitor, ya que la tasa de dosis en la puerta era “normal”. El gerente, al observar que el módulo superior del bastidor estaba completamente vacío, salió de la sala a buscar el monitor y al utilizarlo, ya en el laberinto de entrada, escuchó que el nivel de radiación estaba por encima del normal, lo que implicaba una sobreexposición de estas cuatro personas. La gerencia general solicitó ayuda al proveedor. Ninguno de los trabajadores llevaba dosímetro.

#### **4. RESPUESTA AL ACCIDENTE**

##### **4.1. Control de la fuente**

Debido a las circunstancias de no poder continuar con el proceso normal de irradiación, la empresa se vio forzada a llamar al proveedor. Dos expertos se presentaron en la planta el día 9. Mediante el envío por el carro transportador de una cámara de televisión y una cámara de ionización lograron descubrir que uno de los lápices activos se encontraba en la plataforma del segundo nivel. Se procedió a colocarlo en el fondo de la piscina y se clausuró la instalación.

##### **4.2. Respuesta médica**

Inmediatamente al término de la liberación de la fuente el operador A, quien fue el más expuesto, comenzó a vomitar, poco más tarde también sangre, sintiéndose cada vez más enfermo. A y B llegaron a Emergencias del Hospital Primero de Mayo del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) a las 3.55; posteriormente llegó el paciente C. Los tres sufrían de vómitos y se les diagnosticó intoxicación alimenticia; fueron dados de alta aproximadamente a las 6.00 de la misma mañana. El tratamiento para el paciente A consistió en una asepsia total, constantes análisis y transfusiones de sangre y administración de antibióticos. Los efectos fueron aparentemente buenos hasta que, al 9° día (lunes 13), aparecieron síndrome gastrointestinal, vómitos, diarrea, dolores, fiebre, lesiones bucales que dificultaban la alimentación del paciente, gravedad en las quemaduras de las extremidades inferiores y, en términos generales, un marcado deterioro que llevó al personal de hematología a tomar la decisión de trasladar al paciente a un centro hospitalario fuera de El Salvador. A los mismos 9 días reingresó B y al día 23 ingresó definitivamente C, como respuesta a una comunicación telefónica con el especialista salvadoreño el día 20 (viernes 24 de febrero). Los pacientes A, B, C fueron enviados respectivamente al Hospital Angeles del Pedregal a los 24 (martes 28 de febrero), 26 (2 de marzo) y 33 (9 de marzo) días del accidente.

##### **4.3. Respuesta de las autoridades de El Salvador**

El día 12 (jueves 16 de febrero) dos especialistas de medicina ocupacional del ISSS se presentaron en la empresa para realizar una investigación sin entrar en el irradiador, teniendo sólo una entrevista con los gerentes de personal y mantenimiento. El día 19 se reunieron funcionarios del Ministerio de Salud y de Trabajo —para esta fecha ya se conocía de la gravedad del accidente— y en esa misma fecha se informó al especialista en radiación del

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS). Al día siguiente éste estuvo presente en una reunión de alto nivel, se realizó una visita a la instalación y midiendo los niveles de radiación se determinó que la fuente estaba bajo control. Más tarde, el especialista del MSPAS se comunicó telefónicamente con el paciente C, por los signos y síntomas logró evaluar una dosis de entre 4 y 6 Gy y le recomendó que ingresara nuevamente en el hospital. El día 24 (martes 28) el especialista se comunicó con el OIEA y éste explicó que se necesitaba ayuda médica para tres personas sobreexpuestas con dosis de entre 4 y 6 Gy, que la fuente estaba controlada y que no existía contaminación.

Las primeras noticias las dio la televisión el día 27 (viernes 3 de marzo) y en los periódicos aparecieron el día 30 (lunes 5 de marzo). El día 31, el Ministro de Salud concedió una conferencia de prensa y visitó la planta en compañía de los periodistas. Es necesario subrayar la falsedad de las noticias presentadas por la prensa en su primer momento, obediendo a declaraciones de personas “especialistas” que deseaban ganar notoriedad, sin importarles la veracidad de sus declaraciones.

#### **4.4. Cooperación internacional**

Un mensaje enviado por el ISSS al OIEA no estaba encabezado por la palabra clave que indica emergencia radiológica, por lo que éste sólo inició su acción el día 23 (lunes 27 de febrero) a las 16.45. El OIEA se comunicó con el Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS) del Departamento de Energía de los Estados Unidos, pero la misión del REAC/TC no llegó a El Salvador ya que los pacientes fueron trasladados a México.

#### **5. DOSIS**

El equipo médico del Hospital Angeles del Pedregal y los especialistas del REAC/TS estimaron mediante análisis citogenéticos de muestras de sangre dosis medias de 8,1 Gy en el paciente A, 3,7 Gy en el B y 2,9 Gy en el C. Se contempló la posibilidad de que podría haber más personas sobreexpuestas y se enviaron a Argentina, para análisis citogenético, las muestras de sangre pertenecientes a 10 trabajadores más, de los cuales cuatro dieron positivo con valores de 0,22 Gy para el Gerente de Mantenimiento y de 0,09, 0,16 y 0,16 Gy para otros tres trabajadores.

#### **6. EFECTOS BIOLÓGICOS**

##### **6.1. Paciente A**

A su llegada a México este paciente presentó síndrome hematopoyético y gastrointestinal, radiodermatitis generalizada, extensas quemaduras en brazos y piernas, una pérdida de peso del 20% y una aplasia medular total que resultó reversible. El día 132 (viernes 16 de junio) fue necesario amputarle su miembro inferior izquierdo por encima de la rodilla. Se le trasladó a El Salvador en el día 173. Desmejoró y el día 191 había contraído neumonía; durante este período se le perforó un pulmón al colocarle un catéter en su cuello, y también el otro pulmón al intentarlo en el otro lado, debido a su condición demasiado crítica como para permitir la inserción del catéter. El día 197 (sábado 19 de agosto) llegó un experto médico del OIEA; ese mismo día falleció el paciente A. Este experto asesoró al equipo médico del ISSS en la planificación del tratamiento de los pacientes B y C.

## 6.2. Paciente B

A su llegada a México presentaba síndrome hematopoyético y gastrointestinal, quemaduras graves en piernas y pies, desnutrición y una aplasia medular total reversible; el cuadro de este paciente se desarrolló más lentamente que el de A debido a que su dosis fue mucho menor. Fue necesaria la amputación de una pierna el día 161, trasladado a San Salvador el día 173, ingresado en el Hospital Médico Quirúrgico del ISSS, y su pierna derecha fue amputada el día 202.

## 6.3. Paciente C

A su admisión en el Hospital Angeles del Pedregal, el paciente presentaba síndrome hematopoyético y quemaduras en el pie izquierdo. El día 220 se inició una etapa de rehabilitación para aliviar los intensos dolores del pie izquierdo y su dificultad para caminar.

## 7. ANALISIS POST ACCIDENTE

### 7.1. Impacto económico

El costo de un accidente no se debe intentar medir cuantitativamente debido a que se encuentran relacionados los costos sociales. Las cifras dadas aquí constituyen solamente un punto de la evaluación total y no son significativas de la gravedad del accidente. El Cuadro I muestra los costos estimados a enero de 1991 en dólares de los EE UU.

### 7.2. Costos sociales

*¿Cuánto vale la vida de un ser humano?* El impacto directo recae en las familias de las personas accidentadas. El primer efecto fue la desintegración de las familias en los casos de los pacientes A y B, con la consiguiente extrapolación del problema a los hijos en su entorno social de estudio y juego. El efecto social de mayor alcance fue el desempleo de 100

CUADRO I. COSTOS ESTIMADOS A ENERO DE 1991 (en dólares de los Estados Unidos de América)

Institución	Costo directo	Costo indirecto	Costo total
Instituto Salvadoreño del Seguro Social	175 000	35 000	210 000
Cooperación internacional	30 000	10 000	40 000
Empresa propietaria del irradiador	—	—	900 000
Gobierno	—	—	<u>250 000</u>
Costo total			<u>1 400 000</u>

personas que cesaron en sus labores cuando la empresa propietaria del irradiador redujo en un 30% su fuerza laboral por pérdidas económicas al disminuir sus ventas. Este desempleo se proyectó en cien familias con un promedio de 500 personas afectadas. Además, la marginación de los familiares del paciente A en el trabajo por temor a contaminación radiactiva. Coincidente con la visita a El Salvador de la misión RAPAT, se habló con la gerencia del hotel donde trabajaba un familiar y se impartió una charla informativa.

La esposa del paciente B requirió tratamiento psiquiátrico por neurosis depresiva, llegando finalmente a la separación de la pareja. El paciente B en los primeros dos años fue dependiente y orientó su tiempo a los juegos de azar y situaciones no enaltecidas de la vida, pero con el transcurrir del tiempo se ha vuelto independiente, tiene muy buena movilidad en la silla de ruedas por toda la ciudad, incluso lleva a cabo un trabajo que le permite ingresos económicos, una vida aparentemente normal pero no asiste a los controles médicos y al inicio desarrolló una cierta agresividad que no mostraba antes del accidente. Lamentablemente, a fines de agosto un carro conducido por un ebrio lo arrolló y probablemente quede parapléjico.

El paciente C continuó con dolor en el pié y rodilla izquierdos hasta enero de 1991 y presentó cefalea fronto occipital izquierdo con dolor ocular hasta mayo de 1990. Al presente (sept. 1997) su condición es estable, está bajo control médico continuo y no manifiesta ningún cambio en su actitud. Continúa trabajando en la misma empresa y su actitud se ha manifestado hacia el lado espiritual, refugiándose en la religión.

### **7.3. Situación actual de la empresa**

La empresa reinició labores ocho meses después, bajo un riguroso programa de protección radiológica con un asesor externo. Se encuentra en operación y bajo la supervisión estrecha del OIEA y del fabricante, quienes han realizado varias visitas al irradiador, la última de ellas por parte del fabricante en agosto de 1997, con todos los sistemas funcionando normalmente.

## **8. LECCIONES APRENDIDAS**

Es necesario practicar una filosofía de protección. No debemos esperar a que suceda un accidente para tomar acciones energéticas en instalaciones de alto riesgo radiológico. Las condiciones de protección y seguridad radiológica deben prevalecer. A continuación se listan las lecciones aprendidas.

1. En general, las autoridades gubernamentales no tienen una cultura de radiación y enfocan prioridades hacia otras áreas.
2. Las gerencias de las empresas colocan su prioridad en la producción y tienen como objetivo principal bajar costos de operación en detrimento del área de protección y seguridad radiológica. Si poseen un programa funcionando entonces no se presentan situaciones que ameriten mantenerlo, todo marcha bien y por lo tanto bien puede suprimirse.
3. El factor de capacitación continua debe de ser reforzado fuertemente.
4. No se debe de confiar en que el diseño de los proveedores es perfecto, deben identificarse y analizarse posibles fuentes de riesgo.
5. Las instalaciones que poseen fuentes de radiación ionizante deben tener en vigencia un programa de protección y seguridad radiológica.
6. En aquellos países que no tienen leyes reguladoras de protección y seguridad radiológica, o si las tienen no las aplican, el personal capacitado en esta área debe poner todo su esfuerzo para que cambie esa situación.

7. En los países en desarrollo debe existir una infraestructura mínima de protección y seguridad radiológica para que se autoricen instalaciones de alto riesgo y, antes de ello, ha de haber regulaciones por escrito concernientes al funcionamiento.
8. Se deben estrechar los vínculos con el OIEA y no se debe vacilar en solicitarle ayuda.
9. Bajo ninguna circunstancia se debe postergar la ejecución de las recomendaciones del proveedor.
10. No se debe efectuar ninguna modificación sin la aprobación escrita del proveedor.
11. Debe gestionarse una visita del proveedor a la instalación con una frecuencia prudente para evaluar las condiciones de ésta desde el punto de vista del proveedor.
12. El investigador de un accidente no debe buscar culpables o inocentes sino hechos, para que no se vuelvan a repetir las condiciones que conduzcan a un accidente.
13. Especial cuidado debe tenerse con las declaraciones que se hacen a la prensa y con aquellas personas que buscan notoriedad y que normalmente son legos en la materia.

### **BIBLIOGRAFIA**

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, El accidente Radiológico de San Salvador, OIEA, Viena (1991).

MELARA, N.E., “Análisis de las Consecuencias Políticas, Económicas y Sociales del Accidente Radiológico en El Salvador”, trabajo presentado en el Simposio del OIEA sobre la Revisión de Accidentes en Irradiadores Industriales 17–21 de agosto de 1991, OIEA, Viena.

Comunicación personal con el paciente C, julio de 1997.

Comunicación personal con el Gerente propietario de la Empresa, mayo de 1991.