

LA NECESIDAD DE REGLAMENTAR EL USO DE LOS SISTEMAS DE INSPECCIÓN PERSONAL Y DE CARGA QUE UTILIZAN RADIACIONES IONIZANTES

C. Borrás

Grupo de Dosimetría e Instrumentación Nuclear, Departamento de Energía Nuclear, Universidad Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

Introducción

La aplicación de las radiaciones ionizantes en la imagenología humana para prevenir actividades ilegales no es algo nuevo. Se han venido usando sistemas de rayos X convencionales en algunas minas de diamantes de África para radiografiar a los trabajadores a su salida del trabajo con el propósito de impedir que oculten diamantes en sus cavidades corporales, y en algunas cárceles se radiografían a los presos y/o a sus visitantes para detectar armas ocultas. Pero no ha sido hasta después del 11 de Septiembre del 2001 que se han desarrollado sistemas de inspección para la obtención de imágenes con fines de seguridad en seres humanos y en contenedores para transporte de mercancías.

Los escáneres personales se han instalado principalmente en los aeropuertos. Algunos ejemplos son: Heathrow en el Reino Unido; Shiphhol en los Países Bajos, y en los Estados Unidos: Phoenix, Arizona; JFK, Nueva York; Los Angeles, California y Dallas Fort Worth, Texas. Muchos viajeros que han experimentado el procedimiento cuentan que los operadores no saben explicar al público la operación del sistema ni los riesgos de la radiación.

Los escáneres de cargamento se han instalado principalmente en aeropuertos y puertos de mar¹. En los Estados Unidos, todo el cargamento que se carga a bordo de los aviones de pasajeros tendrá que someterse a cribado para el 2010. Existe también el plan de inspeccionar todos los vehículos, incluyendo automóviles privados, en lugares de grandes concentraciones de público, tal como fue el caso el 1 de febrero de 2009 en Tampa, Florida, Estados Unidos con ocasión de la final del fútbol americano ("Superbowl"). Según varios artículos periodísticos, se utilizó un sistema móvil que usa rayos gama y que está diseñado para "la inspección rápida tanto de vehículos como de contenedores estacionarios o en movimiento"²⁻⁴.

No sólo los pasajeros dentro de los automóviles y camiones no tuvieron ni voz ni voto en el proceso de cribado, sino que ni siquiera las autoridades de radioprotección del Estado de Florida estuvieron involucradas en el proceso. Ese es el problema fundamental de estos sistemas. Aunque no muy extendido, su uso no está bajo ningún control regulatorio. El objetivo de este trabajo, tras describir los sistemas de inspección en uso, es analizar la normativa técnica existente y discutir la necesidad de establecer una reglamentación gubernamental.

Material y métodos

Sistemas de inspección: Escáneres personales

Para crear una imagen, hay actualmente tres tipos de escáneres de inspección personal: Los sistemas que usan rayos X retrodispersados de Compton (B), los sistemas que usan rayos X transmitidos, y un tercer tipo que es una combinación de los otros dos (B,T). Todos consisten en un equipo de rayos X para producir la radiación, un detector o banco de detectores para absorber la radiación retrodispersada o transmitida y un ordenador para procesar los datos y formar las imágenes. El generador de rayos X de un sistema de retrodispersión opera a voltajes (kV) y corrientes (mA) fijos, normalmente a 50 kV y 5 mA o a 125 kV y 4 mA. La filtración total del tubo de rayos X en mm de Al equivalente es generalmente de 1 mm para un sistema de 50 kV y 1.5 mm para un sistema de 150 kV aunque algunos tubos tienen 16 mm. El sistema de barrido usa un haz estrecho (cuya área transversal es aproximadamente de 25 mm² y 7 mm² para los dos sistemas respectivamente) que explora el sujeto (colocado frente al tubo de rayos X) a gran velocidad de izquierda a derecha y de arriba a abajo. Grandes detectores, emplazados en el mismo lado con respecto al sujeto en el que está la fuente de rayos X, detectan la radiación retrodispersada y forman una imagen computarizada que se visualiza en el monitor del ordenador. Cada exploración toma unos 8 segundos. Se necesitan por lo menos dos proyecciones, una anterior y otra posterior. A veces también se realizan exploraciones laterales. Si el haz se detiene en un punto fijo o se produce otra falla mecánica, hay un mecanismo de seguridad que interrumpe la radiación. Con sistemas de retrodispersión, los rayos X no penetran más allá de la superficie del individuo y sirven sólo para detectar objetos escondidos bajo su ropa⁵. La figura 1 muestra un sistema comercial y las imágenes que produce.

Los sistemas de rayos X de transmisión, (T), usan un haz vertical de rayos X configurado en abanico y un banco lineal de detectores emplazados al otro lado del individuo sujeto a la exploración. La distancia entre el punto

focal y el detector de imagen es de 2 m. La exploración, que tarda unos 10 segundos se realiza con el sujeto sobre una plataforma motorizada que le mueve frente al haz. Los sistemas son capaces de operar hasta 200 kV y 5 mA, y tienen una filtración total de Al equivalente de 7 a 8 mm. Con sistemas de transmisión, los rayos X penetran el cuerpo entero y permiten detectar objetos ingeridos o escondidos en cavidades corporales⁵. La figura 2 presenta un sistema comercial e imágenes ilustrativas.

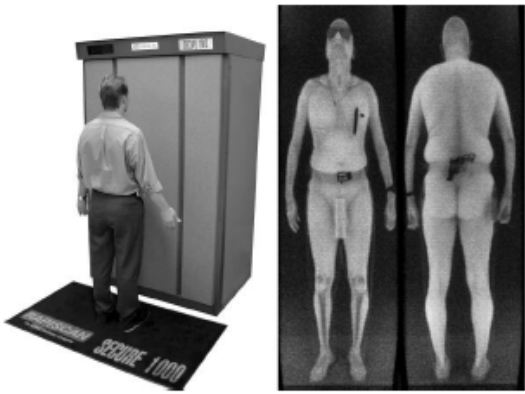


Figura 1: Sistema de Retrodispersión e Imágenes⁵

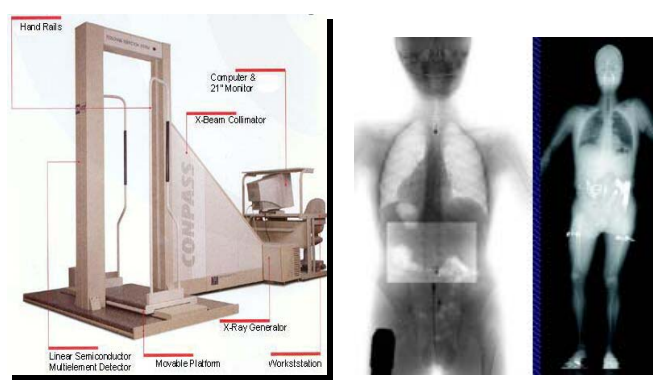


Figura 2: Sistema de Transmisión e Imágenes⁶

Los sistemas B,T son sistemas que usan ambos rayos X retrodispersados y rayos X transmitidos.

Sistemas de inspección: Escáneres de cargamento

Para inspeccionar cargamentos, hay varios sistemas, según se trate de camiones o coches, contenedores marítimos o vagones de tren. El haz de radiación puede ser producido por un radionucleido como Cesio-137 o Cobalto-60 o un generador de rayos X de alta energía, de 100 a 450 kV. Cada vez se usan más los aceleradores lineales con energías de 6 a 15 MeV, que pueden penetrar varios centímetros de acero y visualizar el contenido de cualquier contenedor⁷. La figura 3 muestra fotos de modelos actualmente disponibles y algunas de las imágenes que producen.



Figura 3: Inspección de Cargamento. Arriba: Instalación fija⁷. Abajo: Sistema Móvil³

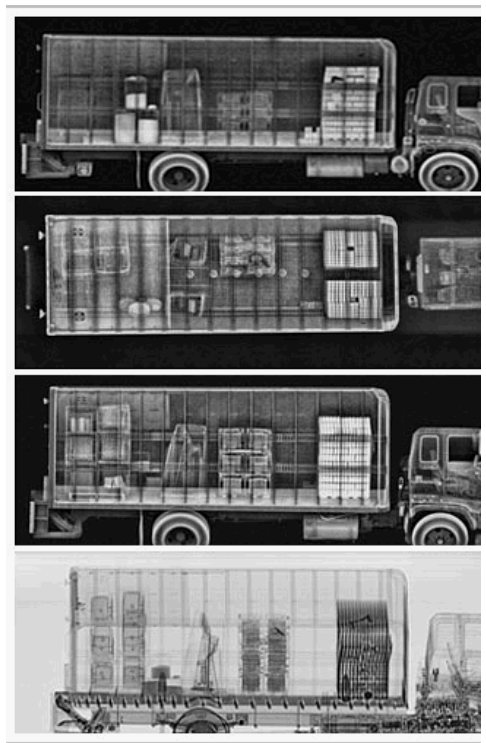


Figura 4: Inspección de Camión por Sistema B,T. Las 3 imágenes superiores son diferentes proyecciones de retrodispersión, la de abajo es de transmisión⁸

Se emplean también haces de neutrones, generados por un acelerador o una fuente de Californio-252. La ventaja de los neutrones es que tienen la penetración necesaria e interactúan con la materia de una manera complementaria a los rayos X y pueden usarse para determinar la composición elemental de los productos en el interior de los contenedores. Existen tres tipos de sistemas que pueden producir radiografías con neutrones: los generadores de neutrones de 14 MeV, los sistemas de resonancia de neutrones y los haces de neutrones de energía variable cuasi-monoenergéticos de pulso amplio⁹.

Dosimetría

No existe uniformidad en cómo medir las dosis producidas por estos diferentes sistemas. Los escáneres comercializados en Estados Unidos, así como la normativa estadounidense, utiliza como parámetro dosimétrico la dosis efectiva que reciben las personas exploradas, mientras que la normativa internacional prefiere el uso del equivalente de dosis personal, $H_p(10)$, y ambiental, $H^*(10)$.

Esto dificulta las comparaciones bibliográficas, ya que no está claro qué factores de ponderación de radiación o de ponderación de tejido se han usado en cada caso. Además, los datos son escasos; la mayoría provienen de los fabricantes⁵; muchos se han generado con computaciones de Montecarlo¹⁰, otros son el resultado de mediciones con electrómetros y cámaras de ionización especialmente diseñados para este cometido¹¹.

El *National Council on Radiation Protection and Measurements* (NCRP) publicó dosis efectivas por exploración para un sistema de retrodispersión. La proyección anterior resultó en 0,03 μSv tanto a 50 como a 125 kVp. La proyección posterior dio 0,01 μSv a 50 kVp y 0,02 μSv a 125 kVp. Las dosis a los operadores y a los transeúntes fuera del haz primario resultaron del mismo orden que la radiación de fondo⁵.

Para los escáneres de transmisión, el NCRP halló dosis efectivas de 3 a 6 μSv por exploración. En cuanto a los escáneres de cargamento, el rango de dosis varió enormemente, de 0,1 a 100 μSv por exploración⁵. Khan et al. en un sistema retrodispersión determinaron un equivalente de dosis de 0,53 μSv a los polizones en vehículos¹². Con aceleradores lineales, R. O'Brian et al.¹⁰ calcularon por Montecarlo valores de dosis que podrían comprender de 5 a 50 mGy dependiendo de si la energía del acelerador es 6 o 15 MeV. Los seres humanos que se esconden ilegalmente dentro del contenedor podrían recibir estas dosis efectivas. Además, para rayos X de energía superior a 6 MV, hay también que considerar la componente de dosis de los neutrones y la posibilidad de radiactividad inducida por fotoactivación¹⁰.

O. Hupe y U. Ankerhold¹¹ hicieron mediciones de dosis en seis escáneres de varios fabricantes, todos con tasas de dosis muy altas y tiempos de irradiación muy cortos. Para ello utilizaron dos sistemas electrónicos disponibles comercialmente que usan semiconductores como detectores de la radiación, uno adecuado para medir el equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$, y otro para el equivalente de dosis personal, $H_p(10)$, y desarrollaron un sistema de dosimetría con dos cámaras de ionización especialmente diseñadas para minimizar las corrientes de fuga, una para medir $H^*(10)$ y la otra para medir $H_p(10)$. Los resultados de las máximas dosis halladas se muestran en la Tabla 1. Los valores obtenidos por los dosímetros electrónicos aparecen a la izquierda de la barra /; a la derecha están los de las cámaras de ionización. Muestran buena concordancia, teniendo en cuenta que la incertidumbre total de las dosis se valoró en 10% para los sistemas con cámaras de ionización y en ~4%–40% para el dosímetro personal y 7%–120% para el ambiental.

Tabla 1: Valores Máximos de Equivalente de Dosis Personal y Ambiental por Exploración en Varios Tipos de Escáneres de Diferentes Fabricantes¹¹

Tipo de Escáner	Fabricante	HV (kV)	Corriente (mA)	$H_p(10)$ (μSv)	$H^*(10)$ (μSv)
Carga (B,T)	A	450	6.65	0.4 0.2	0.4 lento 0.2 rápido
Personal (T)	B	160	3.7	5.5 / 5	4 / 4.2
Personal (T)	C	140	0.65	5 / 6	4-13 / 5.7
Personal (T)	C	140	0.18	2	1.5
Personal (T)	C	220	1.0	3 / 3.6	2 / 3.2
Personal (B)	D	50	5.0	0.03	0.04 / 0.07

Recomendaciones, Normas y Pautas

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) ya en 1969 expresó su disconformidad con la irradiación de seres humanos por motivos no médicos, y estableció que si en circunstancias excepcionales, permitidas por la autoridad competente, “se decide que tales exámenes son esenciales, éstos se llevarán a cabo bajo la supervisión de un médico radiólogo cualificado”¹³. En 1971, la ICRP extendió esta recomendación al uso de la radiografía como parte de “un sistema de cribado para la seguridad de los pasajeros de las compañías aéreas para usarse sólo cuando otros métodos han indicado la presencia de objetos inexplicables en el pasajero” y suponiendo que a “tales pasajeros se les daría la elección entre el examen con rayos X y una inspección corporal”¹⁴.

A comienzos de los años noventa, se pidió al Comité Interagencial de Seguridad Radiológica (IACRS), cuya misión principal es la armonización de normas de radioprotección¹⁵, asesoramiento con respecto al cribado con radiaciones ionizantes para la detección de robos. En 1996, las *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación* (BSS), elaboradas por el IACRS, establecieron simplemente que “los exámenes radiológicos cuya finalidad es la detección de robos se consideran no estar justificados; no obstante, si se llevan a cabo, no se considerarán como exposición médica, sino que estarán sujetos a los requisitos para la exposición ocupacional y pública de las Normas”¹⁶.

El NCRP ha elaborado informes sobre escáneres personales⁵ y de cargamento^{7,9}, donde reconocen que la “justificación general del uso de tales dispositivos para aplicaciones específicas de la seguridad y lo que constituye un beneficio neto a sociedad son preguntas más amplias que están fuera del mandato del NCRP definido por el Congreso” de los Estados Unidos. En consecuencia, los informes abordan solo los aspectos de la optimización de la protección, describen los sistemas actualmente en uso, enumeran sus dosis correspondientes y formulan las recomendaciones para limitar las exposiciones ocupacionales y públicas. El primer informe, sobre la imaginología humana por motivos de seguridad, publicado en 2003 como *Comentario 16*, declaró claramente que se supone que los escáneres de transmisión no se usarán como una herramienta de cribado sistemático; sin embargo, reconoció que estaban usándose en algunos países fuera de los Estados Unidos para los trabajadores que trabajaban en minas de diamantes y en algunos aeropuertos “extranjeros” en lugar de las inspecciones corporales⁵. Su recomendación fue que ningún miembro del público ni los operadores del sistema deben recibir más de 0,25 mSv por año. Para los sistemas de retrodispersión, “una dosis efectiva de 0,1 µSv por exploración permitiría 2.500 exploraciones de un individuo anualmente”; “esto correspondería a un promedio de 10 exploraciones cada día, una frecuencia que tiene poca probabilidad de encontrarse”. Para los sistemas de transmisión, a 10 µSv por exploración, una dosis efectiva de 0,25 mSv se alcanzaría después de 25 exploraciones.

Los informes sobre los escáneres de cargamento con rayos X de alta energía o con neutrones^{7,9}, establecen 5 mSv como el límite de dosis efectiva para individuos dentro del contenedor, pero permiten “dosis agudas de hasta 50 mSv para trabajadores con radiación, quienes pueden necesitar recibir esta dosis como parte de una asignación específica de trabajos y el pequeño aumento de riesgo de cáncer no se considera particularmente peligroso”⁷. Con respecto a la activación de productos por neutrones, el Comentario 17 del NCRP considera que la dosis que puedan recibir las personas por ingerir medicamentos o utilizar dispositivos médicos irradiados dentro de los contenedores no representa ningún riesgo de salud significativo⁹.

El *American National Standards Institute* (ANSI) y la *Health Physics Society* (HPS) publicaron una norma para los sistemas de retrodispersión de inspección personal con límites de dosis efectivas a los individuos irradiados de 0,1 µSv por exploración y 250 µSv por año¹⁷. La Norma limita la radiación de fuga a 2,5 µSv/h a 30 cm de la superficie, con una protección de transeúntes en la zona de inspección menor de 20 µSv/h. Además requiere el uso de enclavamientos de seguridad para interrumpir la radiación en caso de problemas e incluye la necesidad de entrenar los operadores de los equipos.

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) está actualmente desarrollando dos normas internacionales, uno para escáneres personales¹⁸ y otra para escáneres de cargamento¹⁹. La primera especifica las características generales de los equipos, los procedimientos de prueba, las características de la radiación, las características eléctricas, las influencias ambientales, las características mecánicas, y los requisitos de seguridad, y proporciona ejemplos de métodos aceptables con respecto a dosis a todo o parte del cuerpo y el tiempo tomado para cada procedimiento de cribado. La radiación de fuga se limitará a una tasa del equivalente de dosis de 2,5 µSv/h a una distancia de 30 cm. El equivalente de dosis ambiental, $H^*(10)$, al punto de referencia no excederá 0,4 µSv por procedimiento de cribado (que significa la suma de todas las exploraciones necesarias para examinar a una persona) para los sistemas B, y 5 µSv para los sistemas T y B,T¹⁸. Según las BSS¹⁶, una práctica puede exonerarse del control reglamentario “si la dosis efectiva que puede incurrir cualquier miembro del público debido a esa práctica o fuente exonerada es del orden de 10 µSv o menos en un año”. El hecho de que la IEC propone una dosis limitada a 0,4 µSv por exploración para sistemas B, significa que un individuo podría recibir 25 exploraciones por año para cumplir con el límite de 10 µSv. Para sistemas T, donde el límite de la IEC es 5 µSv, un individuo estaría limitado a 2 exploraciones por año. El problema principal, sin embargo, es la radiación de fuga, que excede enormemente el valor de exención de las BSS de alrededor de 0,11 µSv/h. La conclusión es que estos escáneres no pueden estar exentos del control reglamentario.

La norma de la IEC sobre los escáneres de cargamento es solamente para sistemas de inspección basados en rayos X o fuentes gama. Excluye los sistemas de inspección que usan tomografía computarizada, las técnicas de retrodispersión, la radiografía de contenedores o vehículos usando radiación de neutrones y sistemas de rayos X para el cribado de personas¹⁹. Incluye pruebas de penetración de acero, detectabilidad de alambres, sensibilidad al contraste, resolución espacial y la capacidad de distinción de materiales. Desde el punto de vista de la seguridad radiológica, requiere dispositivos de emergencia, alarmas de seguridad, enclavamientos para finalizar la irradiación, y monitores adecuados para revisar el área de exploración y sus alrededores. La tasa ambiental del equivalente de dosis en el límite del sistema no excederá 2,5 $\mu\text{Sv/h}$ (radiación natural excluida) durante la exposición. La tasa del equivalente de dosis personal a los individuos ubicados en los puestos de operación durante la exploración no será mayor de 1 $\mu\text{Sv/h}$ y si hay conductores en el vehículo, su equivalente de dosis personal no excederá 5 μSv por exploración. El valor máximo del equivalente de dosis ambiental al cargamento no excederá 1 mSv y si excede 10 μSv , es necesario poner una etiqueta de advertencia para evitar que se vean películas radiográficas.

La norma no trata los requisitos para evaluar la calidad de la imagen en la detección de objetos. Este aspecto, sin embargo ha sido tratado exhaustivamente en una norma ANSI publicada por el Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc (IEEE) en 2008²⁰.

Control Reglamentario

Los gobiernos están todavía considerando si justificar o no tales dispositivos. Solo el Reino Unido ha decidido formalizar el proceso. La Ley de Drogas del Reino Unido de 2005 autoriza a la policía a pedir una radiografía o una exploración de ultrasonido a personas que presumen han ingerido drogas. Según esta ley, el examen no debe llevarse a cabo a menos que el consentimiento apropiado se haya dado por escrito y se ha de ejecutar por una persona apropiadamente cualificada en un hospital u otro establecimiento médico²¹. (El problema con esta ley es que si el procedimiento se lleva a cabo en un hospital, quizá no sea posible hacer cumplir con el límite de dosis público de 1 mSv. Y la solución de considerar que esta exposición es una exposición médica, y por lo tanto, no tiene ningún límite de dosis, no es ética, ya que puede causar daño al individuo irradiado con un beneficio cuestionable para la sociedad).

El Reino Unido también ha justificado el uso de escáneres de radiación de rayos X y gama por los Servicios de Inmigración para detectar a personas que tratan de entrar en el Reino Unido ilegalmente en vehículos o flete, por medios clandestinos²².

Los Estados Unidos no han establecido ningún mecanismo formal para la fabricación y uso de estos dispositivos, pero, en julio de 2008, el *Interagency Steering Committee on Radiation Standards* publicó una guía con criterios técnicos para ayudar a los organismos federales de Estados Unidos a formular la justificación de la práctica de cribado de personas utilizando radiaciones ionizantes y a establecer un programa de seguridad radiológica. Para el proceso de justificación, hay que “definir la necesidad, evaluar las opciones, evaluar las inquietudes de privacidad, evaluar los riesgos de la radiación y el beneficio neto de la implementación del proceso, evaluar la capacidad del organismo oficial de ejecutar la práctica y llegar a una decisión final”. El documento también ofrece asesoramiento práctico sobre cómo optimizar la protección, incluidos los “procedimientos de registro que llevan la cuenta del número de veces que los individuos se someten a cribado”, una medida que parece imposible de realizar en la práctica²³.

Resultados y discusión

Aun cumpliendo con las normas descritas en las secciones precedentes, las dosis a ciertos tipos de individuos excederán los límites de dosis para el público, y obligarán a crear nuevas categorías de individuos ocupacionalmente expuestos. Entre los primeros están las personas que viajan por avión con gran frecuencia, y entre los segundos, aquellos trabajadores en edificios públicos cuyo acceso esté controlado por uno de estos sistemas de inspección. La HPS tiene una política (“*position paper*”) que considera que el uso de escáneres de retrodispersión está justificado²⁴. El documento declara: “Cuando se considera el beneficio de mayor seguridad para todos, la comparación entre el cribado con rayos X de retrodispersión y las tecnologías alternativas que proporcionan el mismo mejoramiento en seguridad muestra que los beneficios ampliamente exceden los riesgos. Además, el riesgo a cualquier individuo sujeto a frecuentes exploraciones de rayos X de retrodispersión es verdaderamente trivial, de forma que la noción de riesgo colectivo, difundido sobre una población enorme, no es significativa”.

Aquéllos que residimos en lugares como Washington DC, donde para entrar en cualquier edificio público se nos hace pasar por un detector de metales, miramos con preocupación el reemplazo de estos detectores por máquinas de rayos X. Como ejemplo podemos calcular la dosis efectiva que podría recibir un funcionario público internacional si volara dos veces al mes; una vez a la semana fuera al banco, a un museo y a un establecimiento público (excepto en vacaciones), y anualmente visitara un sitio histórico. Tal individuo podría pasar hasta siete inspecciones en los aeropuertos (el número de veces que ahora se le hace pasar por un detector de metales). A la salida: a la entrada al área de embarque (1) y en la puerta de embarque (2), y, si tiene que hacer una conexión, en la nueva puerta de embarque (3)

y a la entrada al avión (4). A la llegada: en la entrada a inmigración (5), al pasar por aduanas (6) y a la salida del aeropuerto (7). Utilizando los datos del Comentario 16 de la NCRP⁵, los resultados serían:

Dosis efectiva anual:

B: $0,1 \times 7 = 0,7 \mu\text{Sv}$ por viaje $\times 26$ viajes = $18,2 \mu\text{Sv}$

T: $10 \times 7 = 70 \mu\text{Sv}$ por viaje $\times 26$ viajes = $1,82 \text{ mSv}$

Dosis anual incluyendo las visitas a los lugares enumerados:

B: $18,2 + (50 \times 3) \times 0,1 + 0,1 = 33,3 \mu\text{Sv}$

T: $1.820 + (50 \times 3) \times 10 + 10 = 3,3 \text{ mSv}$

Incluso si todos los escáneres son de retrodispersión, la dosis acumulativa para algunos individuos no será tan “trivial” como asegura la HPS...

Pero la preocupación principal no es el uso de escáneres en los Estados Unidos o en el Reino Unido, donde al menos habrá una cierta garantía de que los equipos se mantendrán adecuadamente y estarán calibrados. La inquietud es la repercusión que la instalación y operación de tales equipos tendrán mundialmente, especialmente si para el cribado personal, se usan escáneres de transmisión en lugar de escáneres de retrodispersión, donde la imagen es mucho mejor (usted ve dentro del cuerpo no solo fuera), pero la dosis por exploración es 100 veces mayores.

Se espera que la Secretaría de las BSS que ha incluido en la revisión que está llevando a cabo el tema de cribado con radiaciones ionizantes por razones de seguridad, y que ahora califica estas exposiciones como públicas, disuada firmemente a los gobiernos a justificar el uso de escáneres personales, y sea muy estricto en la justificación de escáneres de vehículos y de cargamento. Los gobiernos deben considerar la posibilidad de implantar técnicas alternativas de cribado que no usen radiaciones ionizantes. Éstas incluyen técnicas con fuentes eléctricas y magnéticas, ultrasonido y sonar, imaginología de resonancia magnética y resonancia magnética nuclear, imaginología de terahertz, de microondas, infrarroja y con luz visible²⁵. La técnica más prometedora es la imaginología terahertz. Los denominados rayos T son radiaciones de longitud de onda de 100 a 300 mm; en el espectro electromagnético están entre las radiaciones de microondas y las infrarrojas. La imaginología terahertz tiene la capacidad de usar niveles muy bajos de esta radiación no ionizante para detectar objetos escondidos en la ropa y en contenedores con una resolución de menos de 1 mm. Por otro lado, la espectroscopia terahertz y mapeo químico de los explosivos obtenidos usando “terahertz de reflexión” representan un adelanto significativo²⁶⁻²⁷.

A veces, como en Phoenix, Arizona, Estados Unidos, las “máquinas de onda milimétrica” (como las llaman los periódicos) han sido instaladas junto a los escáneres de rayos X para realizar una comparación de imágenes. De acuerdo con un artículo periodístico de junio del 2008²⁸ la *Transportation Security Administration* (TSA) del *Department of Homeland Security* estadounidense ha adquirido 38 de estas máquinas de “onda milimétrica” y “está instalándolas en los aeropuertos según su tamaño y el espacio disponible”. Según la misma fuente, esta tecnología está también usándose en algunos “edificios de tribunales y establecimientos correccionales de los Estados Unidos, en los aeropuertos internacionales en Gran Bretaña, España, Japón, Australia, México, Tailandia y los Países Bajos”.

Según una reglamentación preliminar de la Comisión Europea, vista por el *Daily Telegraph*, los nuevos escáneres de imaginología de ondas milimétricas se usarán “individualmente o en combinación, como el medio principal o secundario y en condiciones definidas” para proporcionar una “exploración íntima virtual de los viajeros”²⁹.

Conclusiones

Es esencial que la comunidad internacional exija a los gobiernos una justificación detallada del uso de estos sistemas de inspección y que el proceso analice la posible utilización de técnicas de imagen alternativas sin radiaciones ionizantes. De decidirse que la práctica está justificada, es imperativo que se lleve a cabo bajo un control regulatorio estricto que garantice la optimización de la protección radiológica.

Hay aspectos de seguridad radiológica prácticos al usar radiación para explorar los vehículos o las personas para prevenir las actividades ilícitas como entrar ilegalmente en el país o llevando armas o contrabando oculto. La primera cuestión es quién tiene la autoridad en cada país para hacer cumplir los aspectos de seguridad radiológica. Claramente, es una cuestión de salud pública, ya que las personas pueden ser dañadas por la radiación. La situación es aun más complicada si los escáneres de radiaciones ionizantes se usan en la frontera ANTES DE QUE un individuo entre legalmente en el país. ¿Bajo qué jurisdicción recae la responsabilidad de asegurar la seguridad radiológica? En los Estados Unidos, la tarea se ha encomendado a la TSA, que al ser la entidad promotora de esta tecnología, viola el principio fundamental de independencia de cualquier autoridad reguladora¹⁶. ¿Qué van a hacer otros países, especialmente los que están en vías de desarrollo?

Lo ideal es que las inspecciones se hagan con tecnologías que no usen radiaciones ionizantes, como por ejemplo la radiación terahertz, descrita antes, pero si ello no es posible, al menos, los seres humanos deben tener el derecho a rehusar irradiarse y, si no hay otra opción, exigir una exploración corporal manual.

Bibliografía

1. U.S. Customs and Border Protection. CBP 101. *How we secure the borders. while facilitating legitimate travel and trade.* November 2008. http://www.cbp.gov/linkhandler/cgov/about/mission/cbp_101.ctt/cbp_101.ppt. Acceso 1 Febrero, 2009.
2. Science Applications International Corporation. *Mobile VACIS Inspection System.* <http://www.saic.com/products/security/mobile-vacis/>. Acceso 1 Febrero 2009.
3. Wikimedia. *A U.S. Customs and Border Protection mobile X-ray machine clears all cars and trucks entering the Super Bowl venue.* http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CBP_X-ray_vehicle_Superbowl.jpg. Acceso 1 Febrero, 2009.
4. Tampa Bay on Line. *Super Bowl Security Agencies Training On X-Ray Scanners.* <http://www2.tbo.com/content/2008/nov/12/super-bowl-security-agencies-training-x-ray-scanner/>. Acceso 1 Febrero, 2009.
5. National Council on Radiation Protection and Measurements. *Screening of Humans for Security Purposes Using Ionizing Radiation Scanning Systems*, NCRP Commentary No. 16. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland, 2003.
6. Kassiday D. (US FDA/CDRH). *Radiation Protection Activities Related to Security Products that Use Ionizing Radiation.* CRCPD Annual Meeting, May 2004
7. National Council on Radiation Protection and Measurements *Radiation Protection and Measurement Issues Related to Cargo Scanning with Accelerator Produced High-Energy X Rays* NCRP Commentary No. 20. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland, 2007.
8. American Science and Engineering, Inc. Multi-view High Energy Cargo and Vehicle Inspection (relocatable). http://www.as-e.com/products_solutions/omniview_gantry.asp. Acceso 14 Mayo 2009.
9. National Council on Radiation Protection and Measurements. *Pulsed Fast Neutron Analysis System Used in Security Surveillance*, NCRP Commentary No. 17. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland, 2003.
10. O'Brien R.J., Lowe D.R., and Patton P.W., University of Nevada, Las Vegas. *Dose Calculations for New Imaging Technologies Used in the Detection of Radiological Weapons of Mass Destruction.* Poster, HPS Annual Meeting 2007.
11. Hupe O and Ankerhold U. *Determination of Ambient and Personal Dose Equivalent for Personnel and Cargo Security Screening.* Radiation Protection Dosimetry 2006, Vol. 121, No. 4, pp. 429-437.
12. Khan, S. M., Nicholas, P. E. and Terpilak, M. S. *Radiation dose equivalent to stowaways in vehicles.* Health Phys. 2004 86(5), 483-492
13. International Commission on Radiological Protection. *Protection against Ionizing Radiation from External Sources*, ICRP Publication 15, Pergamon Press, Oxford, 1969.
14. International Commission on Radiological Protection. *Statement from the 1971 London meeting of the ICRP*, Br. J. Radiol. 1971, 44 814.
15. <http://www.iacrs-rp.org/> Acceso 14 Mayo 2009
16. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico, Organización Internacional del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. Viena: Organismo Internacional de Energía Atómica; 1997. (Colección seguridad 115).
17. ANSI / HPS Standard: N43.17-2002. *Radiation Safety for Personnel Security Screening Systems Using X-rays.*
18. International Electrotechnical Commission. *Radiation protection instrumentation - X-ray systems for the screening of persons for security and the carrying of illicit items.* (IEC 62463). En preparación. 2009.
19. International Electrotechnical Commission. *Radiation protection instrumentation – Cargo/Vehicle radiographic inspection* (IEC/CD 62523). En preparación. 2009.
20. ANSI Standard N42.46-2008. *American National Standard for Determination of the Imaging Performance of X-Ray and Gamma-Ray Systems for Cargo and Vehicle Security Screening.* IEEE Standards Association. Piscataway, NJ, 2008
21. United Kingdom 2005 *Drugs Act.* Explanatory Notes. Acceso 7 Enero 2008. http://www.opsi.gov.uk/acts/acts2005/en/ukpgaen_20050017_en.pdf
22. United Kingdom Home Office. *Justification for the use of X/gamma radiation scanners by the Immigration Services for detecting people seeking to enter the UK illegally in vehicles and/or freight, by clandestine means.* Prepared by the UK Home Office Immigration and Nationality Department in collaboration with DSTL Radiation Protection Services, acting as Radiation Protection Advisor to the Immigration Service, 2004.
23. United States Interagency Steering Committee on Radiation Standards. *Guidance for Security Screening of Humans Utilizing Ionizing Radiation.* <http://www.iscors.org/doc/GSSHUIR%20July%202008.pdf> . Acceso 1 Febrero 2009.
24. Health Physics Society. Position Statement: *Use of Ionizing Radiation for Security Screening Individuals* http://hps.org/documents/securityscreening_ps017-0.pdf Acceso 14 Mayo 2009.
25. Paul DJ. *Picturing people: non-intrusive imaging.* Foresight Directorate, Office of Science and Technology; 2004.: [http://www.foresight.gov.uk/Previous Projects/Exploiting the electromagnetic spectrum/Reports and Publications/State of the science reviews/Picturing people/EEMS Picturing People.pdf](http://www.foresight.gov.uk/Previous%20Projects/Exploiting%20the%20electromagnetic%20spectrum/Reports%20and%20Publications/State%20of%20the%20science%20reviews/Picturing%20people/EEMS%20Picturing%20People.pdf) London, England. Acceso 7 Enero 2008.
26. Kemp M.C., Taday P.F., Cole B.E., Cluff J.A., Fitzgerald A.J., and Tribe W.R.. *Security applications of terahertz technology.* Proceedings of SPIE -- Volume 5070. Terahertz for Military and Security Applications, R. Jennifer Hwu, Dwight L. Woolard, Editors, Agosto 2003, pp. 44-52

27. Shen Y. C., Lo T., Taday P. F., Cole B. E., Tribe W. R., and Kemp M. C.. *Detection and identification of explosives using terahertz pulsed spectroscopic imaging*, Appl. Phys. 2005 Lett. 86, 241116 (3 páginas).
28. DallasNews. *New security scan at DFW Airport has privacy advocates worried.* <http://www.dallasnews.com/sharedcontent/dws/bus/stories/061308dnbustsascans.fcd920.html> . Acceso 1 Febrero, 2009.
29. Telegraph. *EU to introduce 'virtual strip searches' at airports by 2010.* <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/3110533/EU-to-introduce-virtual-strip-searches-at-airports-by-2010.html>. Acceso 14 Mayo 2009.