



MX0500003

Congreso Internacional Conjunto Cancún 2004 LAS/ANS-SNM-SMSR/International Joint Meeting Cancun 2004 LAS/ANS-SNM-SMSR
XV Congreso Anual de la SNM y XXII Reunión Anual de la SMSR/XV SNM Annual Meeting and XXII SMSR Annual Meeting
Cancún, Q.R., México, 11-14 de Julio, 2004/Cancún, Q.R., Mexico, July 11-14, 2004

Adaptación del ODCM y las ETOs debida a Cambios en 10CFR20 para LWRs

Arredondo S. Carlos y Vizuet G. Jorge*
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Carretera México-Toluca Km 36.5
Ocoyacac 52045, Edo. México

cas@nuclear.inin.mx; jvg@nuclear.inin.mx

Resumen

En 1992 se emitieron oficialmente los cambios al 10CFR20 relacionados con cambios que habían sido efectuados a la Publicación 26 del ICRP en 1977. En este trabajo se discuten los cambios y cómo afectaron al Manual de Cálculo de Dosis Fuera del Sitio (ODCM) y a las Especificaciones Técnicas de Operación (ETOs) de las centrales nucleoelectricas con reactores de Agua Ligera. Con relación al ODCM, este es un documento que contiene una descripción de la metodología y parámetros necesarios para el cálculo de las concentraciones y dosis al público resultantes de las descargas radiológicas líquidas y gaseosas emitidas en los diversos puntos de liberación hacia el ambiente, en este trabajo se menciona el efecto de los cambios en el 10CFR20 sobre el ODCM. Con respecto a las ETOs, se revisaron y compararon las versiones anterior y nueva del 10CFR20 y se analizó cómo afectan a las ETOs los cambios, concluyendo que el mayor efecto es sobre la ETO correspondiente a concentraciones de material radiactivo en efluentes líquidos.

1. INTRODUCCIÓN

En 1977 fue emitida la Publicación 26 [1] de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), en ella se hacen una serie de recomendaciones sobre la protección contra las radiaciones ionizantes. Sin embargo, no fue sino hasta 1992 que las mismas fueron implantadas en el Código Federal de Regulaciones (CFR) en su Parte 10 CFR 20 [2]. En este trabajo se analiza el efecto de los cambios al 10 CFR 20, con relación a las concentraciones de materiales y dosis al público resultantes de descargas radiológicas líquidas y gaseosas de una central con reactor nuclear de agua ligera (LWR), en específico el impacto en el Manual de Cálculo de Dosis Fuera del Sitio (ODCM) [3] y en las Especificaciones Técnicas de Operación (ETOs) [4] para los Efluentes Radiactivos.

Aún cuando la observancia de la nueva versión del 10CFR20 en los Estados Unidos se estableció como obligatoria a partir de 1993, un número importante de centrales nucleares no cambió las ETOs y el ODCM, sólo recientemente se han venido efectuando las modificaciones correspondientes. [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

* Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Física y Matemáticas. Depto. Ingeniería Nuclear.

El ODCM, es un documento que de acuerdo a las ETOs, debe contener una descripción de la metodología y parámetros necesarios para el cálculo de las concentraciones y dosis al público resultantes de las descargas radiológicas líquidas y gaseosas emitidas en los diversos puntos de liberación hacia el ambiente. Este manual está basado en las recomendaciones del 10CFR20.

Además, dado que el sistema de tratamiento de gases está diseñado para el monitoreo radiológico en tiempo real de dichas emisiones, el ODCM, contiene también la metodología para calcular los puntos de ajuste de las alarmas asociadas con las lecturas de los monitores de dicho sistema.

De conformidad con los requisitos de licenciamiento, consistentes en la aplicación de la normativa del país de origen de los reactores, las Centrales han sido vigiladas desde el punto de vista reglamentario para todo lo concerniente a los aspectos de protección radiológica, con lo preescrito en el 10CFR20.

Cada central nuclear LWR debe tener ETOs propuestas de acuerdo con los requerimientos de la sección 50.36 del 10CFR50. Las ETOs son derivadas de los análisis y evaluaciones contenidos en el informe del análisis de seguridad, incluyen Condiciones Límite de Operación, Requisitos de Vigilancia y Controles Administrativos para los Sistemas de Desechos Radiactivos y los Efluentes Radiactivos. Además contienen un resumen de las bases o razones para tales especificaciones, aunque éstas no son parte de las ETOs.

Los límites indicados en las ETOs para los Efluentes Radiactivos, son obtenidos de los requerimientos establecidos en el 10CFR20. Por otra parte, en la sección 50.36a del 10CFR50 “Especificaciones Técnicas en Efluentes de Reactores Nucleares de Potencia”, se establece entre otras cosas que a fin de mantener las liberaciones de material radiactivo hacia áreas no restringidas durante condiciones normales, incluyendo sucesos esperados, tan bajas como razonablemente sea posible, cada concesionario de un reactor nuclear de potencia incluirá ETOs que cumplan con los límites establecidas en el Apéndice I de la Parte 50 del 10CFR.

2. CAMBIOS EN EL 10CFR20

2.1. Principales Cambios del 10CFR20 en el Ámbito del ODCM.

Como se explica en la introducción, el ODCM es un documento metodológico cuyo alcance se relaciona con todos los aspectos relacionados con la exposición del público, con motivo de la operación de las Centrales Nucleares. En este sentido es particularmente útil hacer un análisis sobre los principales cambios que en ésta materia fueron incorporados en la nueva versión del 10CFR20. No se debe perder de vista que la adopción de las recomendaciones del ICRP, conllevan una modificación en conceptos básicos de la protección radiológica, que no serán abordados en este análisis por considerar que cualquier especialista en el tema los tiene presentes. Pero sí es menester mencionar por ejemplo, que la utilización de términos tales como “*Equivalente de Dosis Efectivo*”, en lugar de “*Dosis a Cuerpo Entero*”, implica un sistema conceptual con un mayor formalismo.

La sección 20.105 de la versión antigua del 10CFR20 “*Niveles de Radiación Permisibles en Áreas No Restringidas*” establece que los permisionarios pueden proponer límites para niveles

de radiación en áreas no restringidas, siempre y cuando se demuestre que con dichos valores no existe la probabilidad de causar que un individuo reciba una dosis a cuerpo entero mayor a 500 mrem en un año calendario. Asimismo se establecen 2 milirem en una hora y 100 mrem en 7 días consecutivos como límites complementarios. Adicionalmente, en la sección 20.106 “*Radiactividad en descargas a áreas no restringidas*”, el 10CFR20 estipulaba la observancia de límites por radionúclido en las concentraciones de material radiactivo descargado hacia dichas áreas (éstos últimos listados en la Tabla II del Apéndice B), pudiéndose demostrar el cumplimiento mediante los promedios anuales de dichas concentraciones.

Por su parte, la sección 20.1301 “*Límites de dosis para individuos miembros del público*” de la nueva versión, establece que el equivalente de dosis efectivo por todas las rutas de exposición a miembros del público no debe exceder 100 mrem en un año. En este caso se añade sólo el límite complementario de los 2 milirems por hora, y se elimina el de 7 días consecutivos. La sección 20.1302 “*Cumplimiento con los límites de dosis para individuos miembros del público*”, establece que la comprobación del cumplimiento del límite en el equivalente de dosis puede hacerse, entre otros medios, mediante la demostración de que la concentración anual promedio del material radiactivo liberado en descargas líquidas y gaseosas en la frontera del área no restringida no excederá los valores especificados en la Tabla 2 del Apéndice B de la Parte 20.

2.2. Principales Cambios del 10CFR20 en el Ámbito de las ETOs.

Con relación a las ETOs los principales efectos provienen de dos cambios al 10CFR20.

El primero, es el cambio en el límite de dosis para un individuo del público (sección 20.1301), que anteriormente fijaba una dosis a cuerpo entero de 500 mrem por año y ahora establece un valor de 100 mrem (1mSv) para el Equivalente de Dosis Efectivo Total recibido en un año. El otro cambio, aplica al límite de radiactividad en efluentes hacia áreas no restringidas. Anteriormente, en la sección 20.106 se pedía que la liberación de material radiactivo a un área no restringida fuera en concentraciones ($\mu\text{C}/\text{ml}$) las cuales no excedieran los límites especificados en el Apéndice B, Tabla II del 10CFR20.1-20.601, considerando promedios efectuados para tiempos no mayores de un año. Con el cambio se establece que la concentración promedio anual de liberación de material radiactivo en efluentes gaseosos y líquidos en la frontera del área no restringida no excederá los valores especificados en la Tabla 2 del Apéndice B del 10CFR20.1001-20.2401. En general los valores de concentraciones en la nueva Tabla 2 son más restrictivos.

3. ADAPTACIÓN DEL ODCM

3.1. Principales Resultados de la Revisión.

El trabajo realizado, ha consistido esencialmente en la identificación de aquellas partes del ODCM que resultan afectadas a la luz de los cambios en el 10CFR20, sobre la base de una interpretación sistemática de los mismos. Los aspectos metodológicos relacionados con el cálculo de concentraciones de material radiactivo y dosis al público a causa de las liberaciones, prácticamente no resultan afectados. Este no es el caso de la metodología para el cálculo de los

puntos de ajuste de las alarmas de los sistemas de monitoreo radiológico de las descargas.

En primer lugar se presenta una reducción en un factor de 1/5 debido al cambio del límite de 100 mrem por año, en lugar del antiguo de 500 mrem [2]. En segundo lugar, las antiguas concentraciones máximas permisibles por radionúclido expuestas en la Tabla II del Apéndice B del 10CFR20 para descargas a la atmósfera y cuerpos de agua, modifican su nombre a *concentraciones en descargas*, cuyos valores numéricos son radionúclido por radionúclido, más restrictivos (hasta en un orden de magnitud en el caso general), que los anteriores.

Estos dos factores combinados, implican unos puntos de ajuste más restrictivos en sus respectivas unidades operativas (cpm o mR/h, según sea el caso). Los cambios se reflejan por lo tanto en las ecuaciones para el cálculo de los puntos de ajuste, así como en los ejemplos numéricos presentados en el OCDM.

En el caso específico de los efluentes gaseosos, el criterio de las concentraciones de efluentes se utiliza en paralelo con el criterio de los 100 mrem por año para el ajuste de *alta radiación* de las alarmas, eligiéndose el valor más restrictivo que resulte de los dos. Para el ajuste de muy alta radiación se utiliza una rapidez instantánea de dosis equivalente a 500 mrem al año. La justificación de tal valor se sustenta sobre la base de la posición de la NRC al respecto (se da la referencia en el cuerpo del documento), así como a que dicho valor es inferior al requisito de dosis acumulada en una hora.

3.2. Ejercicio Numérico de Cálculo de Puntos de Ajuste: Gases

En este punto se presenta la aplicación de los modelos para determinar los puntos de ajuste, en el caso particular de los efluentes gaseosos.

3.2.1. Cálculo del Punto de Ajuste de Alta Radiación

Para un punto de liberación dado j , la expresión matemática a usar se reduce a las siguientes ecuaciones:

$$HR_j = \frac{\epsilon_j}{\sum_i \left(\frac{f_i}{CE_i} \right)_j (X/Q) F_{jk}} \quad (1)$$

donde:

HR_j Punto de ajuste de alta radiación del j -ésimo punto de liberación, [cpm]

ϵ_j Eficiencia volumétrica del j -ésimo punto de liberación, [cpm/(μ Ci/ml)]

- f_i Fracción isotópica del i - ésimo isótopo en la mezcla del punto de liberación j .
- (CE_i) Concentración de Efluentes del i - ésimo isótopo en la frontera del área no restringida, [$\mu\text{Ci/ml}$]. Estos valores son tomados del Apéndice B, tabla 2, columna 1 del 10 CFR 20.
- (X/Q) Máxima concentración relativa en aire, calculada a nivel del suelo, en o más allá de la frontera del área no restringida., [s/m^3].
- F_j Rapidez de flujo gaseoso en el punto de liberación j - ésimo, [ml/s].
- k Factor de conversión de unidades, 10^{-6} ml/m^3 .
- $\Sigma(f_i/CE_i)$ En la Tablas 1.2-16a y b de la referencia [3] se muestran los valores de este parámetro para todos los puntos de liberación de cada unidad.

3.2.2. Cálculo del punto de Ajuste de Muy Alta Radiación

Las expresiones matemáticas a usar para un punto de liberación particular j son:

$$MHR_j = \frac{500 \varepsilon_j}{(FACDOS)_j F_j (X / Q)} \quad (2)$$

donde:

MHR_j Punto de ajuste de Muy Alta Radiación para el j -ésimo punto de liberación, [cpm]
 500 Valor de referencia de rapidez de dosis [mrem/año] el cual se traduce en un valor instantáneo de 0.057 mrem/h .

$FACDOS_j$ Factor de dosis a cuerpo entero ponderado para la mezcla del punto de liberación j , ($\text{mrem.m}^3/\mu\text{Ci.año}$). Ver Tabla 1.2-16a y b de la referencia [3],

los demás términos ya fueron definidos.

3.2.3. Ejemplo numérico

En este ejemplo numérico, se analizará el caso de la Ventilación del Edificio de Desechos Radiactivos (RW), considerando que al término fuente correspondiente a este venteo se la incorporado el término fuente de las Bombas Mecánicas de Vacío - Condensador de Vapor de Sellos. Los datos particulares relacionados con el inventario de radionúclidos (término fuente) se muestran en la Tabla 1.2-15b de la referencia [3]. Los parámetros necesarios para evaluar el punto de ajuste de alarma alta y de muy alta radiación, se pueden consultar en la Tabla 1.2-16a y b de la referencia [3], pero para este caso particular ver Tabla I, anexa:

Tabla I. Parámetros para evaluar puntos de ajuste de alta y muy alta radiación

ISOTOPO	TERMINO FUENTE [μCi]	FRACCION ISOTOPICA fi	CEi [$\mu\text{Ci}/\text{ml}$]	fi/CEi	Ki [mrem.m ³ / μCi año]	FACDOSi fiKi [mrem.m ³ / μCi .año]
Ar-41	2.59E+06	2.71E-01	1.00E-08	2.71E+07	8.84E+03	2.39E+03
Kr-85	0.00E+00	0.00E+00	7.00E-07	0.00E+00	1.61E+01	1.00E+00
Kr-85m	1.53E+06	1.60E-01	1.00E-07	1.60E+06	1.17E+03	1.87E+02
Kr-87	7.51E-07	7.83E-02	2.00E-08	3.92E+06	5.92E+03	4.64E+02
Kr-88	2.96E+05	3.09E-02	9.00E-09	3.43E+06	1.47E+04	4.54E+02
Kr-89	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-08	0.00E+00	1.66E+04	0.00E+00
Xe-133	7.56E+05	7.89E-02	5.00E-07	1.58E+05	2.94E+02	2.32E+01
Xe-133m	3.79E+05	3.96E-02	6.00E-07	6.60E+04	2.51E+02	9.93E+00
Xe-135	1.88E+06	1.97E-01	7.00E-08	2.81E+06	1.81E+03	3.56E+02
Xe-135m	9.29E+05	9.69E-02	4.00E-08	2.42E+06	3.12E+03	3.02E+02
Xe-137	0.00E+00	0.00E+00	0.00E-00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Xe-138	4.63E+05	4.83E-02	2.00E-08	2.41E+06	8.83E+03	4.27E+02
TOTAL	9.58E+06	1.00E+00	2.089E-06	4.391E+07	2.22E+07	4.62E+03

En la Tabla II, se presentan los parámetros asociados al punto de liberación y a la dispersión atmosférica.

Tabla II. Parámetros de los puntos de liberación y de la dispersión atmosférica

PARAMETRO	DATOS
ϵ	4.83E+07 cpm/($\mu\text{Ci}/\text{ml}$)
F (RW)	8.64E+07 ml/s
X/Q	4.25E-05 s/m ³

Sustituyendo los datos de las Tablas I y II en las expresiones anteriores para AR y MAR, resulta:

- 1) Punto de ajuste de **Alarma Alta** con la ecuación (1)

$$\text{HR}_{\text{RW}} = 2.84\text{E}+02 \text{ cpm}$$

- 2) Punto de Ajuste de **Alarma Muy Alta** con la ecuación (2):

$$\text{MHR}_{\text{RW}} = 14.20\text{E}+02 \text{ cpm}$$

A los resultados anteriores deberá sumarse la lectura de proceso, o del sistema aislado según corresponda, y el valor que finalmente quedaría sería el más conservador entre ambos.

4. ADAPTACIÓN DE LAS ETOs

A pesar de que el 10CFR 20 se publicó en 1992, muchas centrales nucleoelectricas LWR en los EEUU no cambiaron sus ETOs para reflejar los cambios en la regulación. Es sólo recientemente que en la mayoría de las centrales se han plasmado las modificaciones correspondientes.

En este trabajo se investigó cuales son las regulaciones aplicables incluidas en las ETOs para efluentes radiactivos, como afectan los cambios en el 10CFR20 los requisitos impuestos por tales regulaciones y se determinaron las modificaciones resultantes en las ETOs debidas a los cambios en el 10CFR20 principalmente las mencionadas en la sección 2.1. Un documento muy útil fue el NUREG-1736 que proporciona una guía de consolidación del 10 CFR 20. [12]

4.1. Regulaciones Aplicables.

Con relación al 10CFR20 las principales secciones consideradas fueron la 20.1003 “Definiciones”, la 20.1301 “Límites de dosis para individuos miembros del público”, la 20.1302 “Cumplimiento con los límites de dosis para individuos miembros del público” y la Tabla 2 del Apéndice B “Concentraciones de efluentes”.

Por otra parte, la experiencia con el diseño, construcción, y operación de reactores nucleares de potencia, indica que el cumplimiento con las especificaciones técnicas descritas en la sección 50.36a, mantendrá el promedio anual de liberaciones de material radiactivo en efluentes y su equivalente de dosis efectivo resultante en porcentajes pequeños de los límites de dosis especificados en 20.1301 y en la licencia. Al mismo tiempo se permite al concesionario la flexibilidad de operación, compatible con consideraciones de salud y seguridad, para asegurar que se proporciona al público una fuente segura de potencia aún bajo condiciones inusuales que puedan temporalmente resultar en liberaciones más altas que tales porcentajes pequeños, pero todavía dentro de los límites especificados en 20.1301 y en la licencia. Se espera que al utilizar esta flexibilidad bajo condiciones inusuales, el concesionario hará su mejor esfuerzo para mantener los niveles de material radiactivo en efluentes tan bajos como razonablemente sea posible.

Las guías establecidas en el Apéndice I del 10CFR50, proporcionan guía numérica respecto a las condiciones límite de operación para reactores de potencia nuclear enfriados con agua ligera para cumplir el requerimiento de que los niveles de material radiactivo en efluentes liberados hacia áreas no restringidas se mantengan tan bajos como razonablemente sea posible.

4.2. Resultados de la Modificación.

A continuación mostramos los cambios que comúnmente son los más importantes en la mayoría de las centrales tipo LWR. En la Tablas III y IV se muestran dos columnas la izquierda con la versión sin modificar y la derecha con la modificada, las modificaciones aparecen subrayadas en el texto de la parte derecha.

Posteriormente, también se incluyen las bases correspondientes.

4.2.1. Efluentes radiactivos líquidos, condición límite de operación.

Con relación a las ETOs para efluentes radiactivos líquidos de un LWR.

Tabla III. Cambios en la subsección: Concentración.

Condición límite de operación	Condición límite de operación
<p>3.11.1.1 La concentración de material radiactivo liberado del sitio, debe limitarse a las concentraciones especificadas en el 10 CFR Parte 20, Apéndice B, Tabla II, Columna 2 para radionúclidos que no sean gases nobles disueltos o retenidos. Par gases nobles disueltos o retenidos, la concentración se limitará a 2.0E-04 µC/ml de actividad total.</p> <p>Acción:</p> <p>Sí la concentración de material radiactivo liberado del sitio excede los límites anteriores, inmediatamente restablezca la concentración dentro de los límites anteriores.</p>	<p>3.11.1.1 La concentración de material radiactivo liberado en <u>efluentes líquidos desde el sitio hacia las áreas no restringidas</u>, debe limitarse en cualquier instante a 10 veces las concentraciones especificadas en el <u>10CFR 20.1001–20.2401</u>, Apéndice B, <u>Tabla 2</u>, Columna 2 para radionúclidos que no sean gases nobles disueltos o retenidos. Para gases nobles disueltos o retenidos, la concentración se limitará a 2.0E-04 µC/ml de actividad total.</p> <p>Acción:</p> <p>Sí la concentración de material radiactivo liberado en <u>efluentes líquidos desde el sitio hacia las áreas no restringidas</u> excede los límites anteriores, inmediatamente restablezca la concentración dentro de los límites anteriores.</p>

4.2.2. Efluentes líquidos, concentración (bases)

Esta especificación se proporciona para asegurar que la concentración de materiales radiactivos liberados en los efluentes de desechos líquidos del sitio hacia áreas no restringidas sea menor que los niveles de concentración especificados en el 10CFR 20.1001–20.2401, Apéndice B, Tabla 2, Columna 2. Esta limitación proporciona seguridad adicional de que los niveles de materiales radiactivos en cuerpos de agua en áreas no restringidas resultarán en exposiciones dentro (1) de la Sección II.A objetivos de diseño del Apéndice I, 10 CFR Parte 50, a un individuo y (2) los límites del 10 CFR Parte 20.1301(a)(1) a un miembro del público. El límite de concentración para gases nobles disueltos o arrastrados está basado en la suposición de que el Xe-135 es el radioisótopo controlador y su concentración de efluente en aire (sumersión) se convirtió a una concentración equivalente en agua, usando los métodos descritos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) Publicación 2.

4.2.3. Efluentes líquidos, justificación

Dar cumplimiento al 10 CFR Parte 20.1301(a)(1), aplicando el límite de 100 mrem (1mSv) para el Equivalente de Dosis Efectivo Total recibido en un año.

Se encontraron varias centrales, tanto BWR como PWR donde esta condición límite utiliza 10 veces la concentración especificada en el 10CFR 20.1001–20.2401, Apéndice B, Tabla 2, Columna 2. Lo anterior se debe a lo establecido en el 10 CFR Parte 20.1302(b)(2)(i) donde el límite se establece para las concentraciones anuales promedio no para concentraciones instantáneas, y a lo mencionado en la Q/A 69 de la NRC donde se indica que: “No hay requerimiento en el 10 CFR Parte 20 con base en las concentraciones instantáneas”.

Al comparar los valores limitantes nuevos con los valores reportados para algunas de las centrales nucleoelectricas que reportan concentraciones de radionuclidos en la frontera no restringida del sitio, se encontró que no hay problema en cumplir con dichos límites.

4.2.4. Efluentes radiactivos gaseosos, condición límite de operación.

Con relación a las ETOs para efluentes radiactivos gaseosos de un LWR.

Tabla IV. Cambios en la subsección: Razón de dosis.

Condición límite de operación	Condición límite de operación
<p>3.11.2.1 La rapidez de dosis debida a materiales radiactivos liberados en efluentes gaseosos desde sitio hacia áreas en y más allá de la frontera del sitio, debe limitarse a lo siguiente:</p> <p>a. Para gases nobles: Menor o igual a 500 mrem/año a cuerpo entero y menor o igual a 3000 mrem/año a la piel y</p> <p>b. Para I-131, I-133, H3 y para todos los materiales radiactivos en forma de partículas con vidas medias mayores de 8 días: Menor o igual a 1500 mrem/año a cualquier órgano.</p>	<p>3.11.2.1 La rapidez de dosis <u>en cualquier instante</u> debida a materiales radiactivos liberados en efluentes gaseosos desde el sitio hacia áreas en y más allá de la frontera del área no restringida, debe limitarse a lo siguiente:</p> <p>a. Para gases nobles: Menor o igual a 500 mrem/año a cuerpo entero y menor o igual a 3000 mrem/año a la piel y</p> <p>b. Para I-131, I-133, H3 y para todos los materiales radiactivos en forma de partículas con vidas medias mayores de 8 días: Menor o igual a 1500 mrem/año a cualquier órgano.</p>

4.2.5. Efluentes gaseosos, razón de dosis (bases).

Esta especificación se proporciona para asegurar que la dosis a cada instante en y más allá de la frontera del area no restringida por efluentes gaseosos para todas las unidades en el sitio estarán dentro de los límites de la dosis anual del 10 CFR Parte 20.1301(a)(1) para las **áreas no restringidas**.

La razón de dosis de 500 mrem/año asegurará que la razón de dosis instantánea esté muy por debajo de los 2 mrem/hora. Los límites de dosis anual son las dosis asociadas con las concentraciones del 10CFR 20.1001–20.2401, Apéndice B, Tabla 2, Columna 1. Estos límites proporcionan seguridad razonable de que el material radiactivo descargado en efluentes gaseosos no causará la exposición de un **miembro del público** en un **área no restringida** a concentraciones promedio anuales que excedan los límites especificados en el Apéndice B, Tabla 2, del 10 CFR 20.1001–20.2401. Para un **miembro del público** que puede a veces estar dentro del área restringida o dentro del área controlada, la estancia de ese **miembro del público** será suficientemente baja para compensar por cualquier incremento en el factor de difusión atmosférica por arriba del establecido para la frontera del área no restringida. Los límites especificados de tasa de liberación restringen, en todo tiempo, las tasas de dosis correspondientes gama y beta por arriba del fondo a un **miembro del público** en o más allá de la frontera del área no restringida a menos que o igual a 500 mrems/año al cuerpo total o a menos de o igual a 3000 mrems/año a la piel. Estos límites de tasa de liberación también restringen, en todo tiempo, la tasa de dosis correspondiente a la tiroides arriba del nivel de radiación de fondo a un niño a través de la trayectoria de inhalación a menos de o igual a 1500 mrems/año.

Esta especificación se aplica a la liberación de efluentes gaseosos de todos los reactores en el sitio. Como ambas unidades comparten el punto de liberación del Edificio de Desechos Radiactivos las liberaciones de este edificio deben proporcionarse a cada Unidad.

4.2.6. Efluentes gaseosos, justificación

Dar cumplimiento al 10 CFR Parte 20.1301(a)(1), aplicando el límite de 100 mrem (1mSv) para el Equivalente de Dosis Efectivo Total recibido en un año. Mantener los 500 mrem/año en un instante asegura cumplir con dicho límite anual y también con el límite de 2 mrem/hora del 10 CFR Parte 20.1301(a)(2).

También, en las Q/As 18, 22 y 28 de la NRC se establece que los valores de los límites de esta ETO no deben cambiarse. La razón de ello es que son límites instantáneos.

5. CONCLUSIONES

En la subsección 3.2. “Ejercicio Numérico de Cálculo de Puntos de Ajuste: Gases”, se presentan la metodología y los parámetros que son usados en el cálculo de las concentraciones y dosis debidas a las liberaciones de efluentes líquidos y gaseosos.

También se presentan los modelos, relaciones matemáticas y límites de dosis para implementar los requerimientos del 10 CFR 20.

Dado lo anterior, resultó de gran importancia la implementación de las recomendaciones publicadas en la revisión del 10 CFR 20 del 1992.

Con relación a las ETOs, se concluye que los cambios afectan principalmente a los límites instantáneos para la concentración de efluentes líquidos hacia las áreas no restringidas, los valores limitantes nuevos en general son más restrictivos. Sin embargo, se encontró que las

centrales nucleoelectricas actualmente en operaci3n no tiene problema para cumplir con dichos l3mites.

Los cambios relacionados con los efluentes gaseosos aplicando el l3mite anual m3s restrictivo, pr3cticamente no afectan lo establecido en la ETO, dado que el l3mite ah3 indicado es para la rapidez de dosis instant3nea y sigue siendo adecuado al convertirlo a un valor anual.

REFERENCIAS

1. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 26, Annals of the ICRP 1 (3) pp. 1-53. 1977.
2. 10CFR Part 20, Standards for Protection Against Radiation, 1992 Edition.
3. Manual de c3lculo de dosis fuera del sitio (ODCM).
4. Standard Radiological Effluent Technical Specifications, (NUREG-0472, PWR; NUREG-0473, BWR) Draft, Revision 3, U. S. Nuclear Regulatory Commission, September 1982.
5. Sequoyah Nuclear Plant. ODCM & Effluent ETOs. 2002.
6. James A. Fitzpatrick Nuclear Power Plant. Effluent and Waste Disposal Report. 2001.
7. Vermont Yankee Nuclear Power Station . Radioactive Effluent Release Report. 1999.
8. Nine Mile Point Nuclear Power Plant. ODCM & Effluent ETOs. 2000.
9. Peach Bottom Atomic Power Station. ODCM & Effluent ETOs. 2000.
10. LaSalle Nuclear Power Plant. ODCM & Effluent ETOs. 2002.
11. Pilgrim Nuclear Power Station. Effluent and Waste Disposal Report. 2002.
12. R. E. Zelac et. al. "Consolidate Guidance: 10CFR Part 20 — Standards for Protection Against Radiation", NUREG-1736, U. S. Nuclear Regulatory Commission. 2001.