CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR REGISTRO GENERAL

SALIDA

1428

Fecha: 24-02-2015 13:43

Pedro Justo Dorado Dellmans, 11. 28040 Madrid Tel.: 91 346 01 00 Fax: 91 346 05 88 www.csn.es



CSN/C/P/MINETUR/AS0/15/01

ASUNTO:

INFORME FAVORABLE SOBRE LA SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DEL CAMBIO DE METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS DE RESPUESTA DE CONTENCIÓN Y DE LA CAPACIDAD DEL SUMIDERO FINAL DE CALOR, ASÍ COMO DE LAS PROPUESTAS DE CAMBIO ASOCIADAS DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD DE CN. ASCÓ I Y DE CN. ASCÓ II

Con fecha 22 de noviembre de 2013 (nº de registro de entrada 17709 y 17710), procedentes de la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, se recibieron en el CSN las solicitudes presentadas por el titular de CN. Ascó I y de CN. Ascó II, de aprobación del cambio de metodología en los análisis de respuesta de contención y de la capacidad del sumidero final de calor, de acuerdo con lo establecido en el artículo 25 del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas y la Instrucción del CSN IS-21 sobre requisitos aplicables a las modificaciones de diseño en las centrales nucleares.

Las solicitudes incluyen las propuestas de cambio al Estudio de Seguridad (ES) 1/A097 (Ascó I), 2/A097 (Ascó II), para recoger los cambios al Apartado 6.2.1 "Diseño Funcional de la Contención" y al Apartado 9.2.5 "Sumidero Final de Calor", de acuerdo con la condición 3.2 del Anexo a las Órdenes Ministeriales del 22 de septiembre de 2011 por las que se concede a CN. Ascó I y CN. Ascó II la Autorización de Explotación en vigor.

Así mismo, las solicitudes también incluyen las propuestas de cambio PC-299, revisión 0, de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF) de CN. Ascó I y CN. Ascó II, de acuerdo con la condición 3.1 del Anexo a las Órdenes Ministeriales del 22 de septiembre de 2011 por las que se concede a CN. Ascó I y Ascó II la Autorización de Explotación en vigor.

Las propuestas de revisión PC-299 introducen cambios en las siguientes Secciones de las ETF:

ETF 3/4.6.1.1 Integridad de la Contención

ETF 3/4.6.1.2 Fuga de Contención

ETF 3/4.6.1.3 Esclusas de Personal de la Contención.

Bases de la ETF 3/4.6.1.7 Integridad Estructural de la Contención.

ETF 3/4.6.1.5 y Base asociada. Presión Interna

ETF 3/4.6.2.3 y Base asociada. Sistema de Refrigeración de la Contención

ETF 3/4.7.3 y Base asociada. Sistema de Agua de Refrigeración de Salvaguardias

ETF 3/4.7.4 y Base asociada. Sistema de Agua de Servicios de Salvaguardias

Bases de la ETF 3/4.7.5 Sumidero Final de Calor (balsa de agua de reposición de las salvaguardias tecnológicas)



CSN/C/P/MINETUR/AS0/15/01

Las propuestas 1/A097 y 2/A097 introducen cambios en los siguientes apartados del ES:

Apartado 2.3.2.3.5 "Sumidero Final de Calor"

Apartado 6.2 "Diseño de la Contención"

Apartado 9.2.1 "Sistemas de agua de refrigeración necesarios para la seguridad"

Apartado 9.2.5 "Sumidero Final de Calor"

Posteriormente, como consecuencia de la evaluación del CSN, el titular remitió directamente a este Organismo la carta de ref. ANA/DST-L-CSN-3109 (nº registro de entrada nº 41747 de fecha 15.05.2014), adjuntando las páginas 3/4.6-2, 3/4.6-3, 3/4.6-4, 3/4.6-5, 3/4.6-6a y B.3/4.6- 2 de las ETF de CN. Ascó I y de CN. Ascó II modificadas respecto de la propuesta de cambio mencionada.

De igual forma, se ha recibido en el CSN carta del titular de ref. ANA/DST-L-CSN-3168, registro de entrada nº 14923 de fecha 22.09.2014, adjuntando las páginas B.3/4.7- 5 de las ETF de CN. Ascó I y de CN. Ascó II modificadas.

Por último, se ha recibido en el CSN carta del titular de ref. ANA/DST-L-CSN-3226, registro de entrada nº 44538 de fecha 29.12.2014, adjuntando páginas modificadas de la propuesta de cambio A097 al Estudio de Seguridad de CN. Ascó I y de CN. Ascó II para incorporar aspectos surgidos durante el proceso de evaluación.

El Consejo de Seguridad Nuclear, en su reunión de fecha 18 de febrero de 2015, ha estudiado las solicitudes mencionadas, así como los informes que como consecuencia de las evaluaciones realizadas, ha efectuado la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear y ha acordado informarlas favorablemente, con las modificaciones a las propuestas de cambio de las ETF y del ES incorporadas en las hojas incluidas en los anexos I y II a este escrito. Este acuerdo se ha tomado en cumplimiento del apartado b) del artículo 2º de la Ley 15/1980, y se remite a ese Ministerio a los efectos oportunos.

Madrid, 18 de febrero de 2015

EL PRESIDENTE

Fernando Marti Scharfbausen

SR. MINISTRO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO. MADRID







CSN/C/P/MINETUR/ASO/15/01

ANEXO I

PAGINAS MODIFICADAS RESPECTO A LAS PROPUESTAS DE CAMBIO PC-299 DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FUNCIONAMIENTO DE CN. ASCÓ I Y CN. ASCÓ II

<u>Páginas</u>

3/4.6-2

3/4.6-3

3/4.6-4

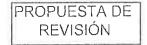
3/4.6-5

3/4.6-6

3/4.6-6a

B.3/4.6-2

B.3/4.7-5



REQUISITOS DE VIGILANCIA (cont.)

c) Después de cada cierre de la entrada de equipo, mediante una prueba de la velocidad de fuga del sello de la misma con gas a P_n (3,66 kg/cm²) y comprobando que la velocidad de fugas medida para este sello y añadida a la determinada por la Especificación 4.6.1.2.d y e para todas las otras penetraciones tipos B y C, producen una velocidad de fuga combinada menor o igual que 0,60 L_a.

PROPUESTA DE REVISIÓN

FUGA DE CONTENCION

CONDICION LIMITE DE OPERACION

3.6.1.2 Las tasas de fuga de la contención se limitarán a:

- a) Una tasa global de fuga integrada: \leq L_a, siendo L_a una tasa de fugas del 0,20% en pcso del aire del recinto de contención cada 24 horas a P_a = 3,66 kg/cm².
- b) Una tasa de fuga combinada $\leq 0.60~L_a$ para todas las penetraciones que representen vías de fuga de la contención, cuando se presurizan a la Presión P_a .

APLICABILIDAD: MODOS 1,2,3 y 4

ACCION:

Cuando (a) la tasa global medida de fuga integrada de la contención supera 0,75 L_a, o cuando, (b) la tasa medida de fuga combinada, para todas las penetraciones y válvulas sometidas a pruebas de Tipos B y C, excede de 0,60 L_a, reintegrar la (s) tasa (s) de fuga (s) dentro de límite (s), antes de que la temperatura del sistema de refrigerante del reactor supere los 93°C.

REQUISITOS DE VIGILANCIA

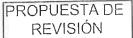
- 4.6.1.2 Las tasas de fuga de la contención, se medirán de acuerdo con el programa de pruebas indicado a continuación y se determinarán siguiendo la opción B del Apéndice J del CFR 50.
 - a) Se hará una prueba de Tipo A (tasa global de fuga integrada de la contención) como mínimo cada 10 años, durante la parada, a P_a (3,66 Kg/cm²). Esta prueba se efectuará por el método de variación de la masa y su duración será de 8 horas como mínimo.
 - b) Si en cualquier prueba de tipo A no se satisface el límite de 0,75 La, se determinarán las causas y se tomarán las acciones correctoras necesarias. Dentro de los 48 meses posteriores a la prueba se efectuará una nueva prueba tipo A que, si presenta resultados satisfactorios, permitirá restaurar la frecuencia de las sucesivas pruebas tipo A a una vez como mínimo cada 10 años.

REQUISITOS DE VIGILANCIA (cont.)

- c) La precisión de cada prueba tipo A se comprobará, mediante una prueba suplementaria que:
 - Confirme la exactitud de la prueba Tipo A demostrando que la diferencia entre los datos de la prueba suplementaria y de la prueba Tipo A es menor de 0,25 L_a.
 - 2. Tenga una duración suficiente para establecer con precisión la diferencia entre las fugas de la prueba Tipo A y las de la prueba suplementaria.
 - 3. Requiera que el valor al que el gas es inyectado o purgado de la contención durante el ensayo suplementario esté entre 0,75 La y 1,25 La.
- d) Las pruebas tipo B, excepto las pruebas de las esclusas de personal, se realizarán con gas a P_a (3,66 Kg/cm²) como mínimo una vez cada 120 meses. Si una prueba tipo B presenta resultados no aceptables, aumentar la frecuencia de la prueba a una vez cada 30 meses, determinar la causa de los resultados no aceptables y adoptar las acciones correctoras necesarias antes de volver al intervalo ampliado.
- Las pruebas Tipo C se llevarán a cabo cada 30 meses con gas a presión no menor de 3,66 Kg/cm², excepto para las pruebas que involucren válvulas presurizadas con fluído del sistema. Basándose en los resultados de ensayos anteriores, y en otros parámetros de funcionamiento, los intervalos para las posteriores pruebas Tipo C se pueden ampliar hasta un máximo de 60 meses. Si una prueba Tipo C resulta no aceptable, restablecer la frecuencia a 30 meses, determinar la causa y tomar las acciones correctoras necesarias antes de volver al intervalo ampliado.

Las válvulas de aislamiento de los sistemas de purga e igualación de presiones de contención se someterán a pruebas de fugas locales cada 30 meses, independientemente de su buen comportamiento.

f) Las esclusas se ensayarán y se demostrará que están OPERABLES de acuerdo con el requisito de Vigilancia 4.6.1.3.



REQUISITOS DE VIGILANCIA (cont.)

- g) Las fugas de las válvulas de aislamiento que están selladas con fluído de un sistema de sellado, cuando se determina la tasa de fugas combinada, pueden ser excluídas de acuerdo con las disposiciones del Apéndice J, Sección III.C.3, siempre que el sistema y las válvulas estén a una presión de 1,10 P_a como mínimo (4,03 kg/cm²) y tengan capacidad para mantener la presión durante 30 días por lo menos.
- h) Las pruebas de Tipo B para penetraciones, que utilicen un sistema contínuo de vigilancia de las fugas se realizarán a P_a (3,66 kg/cm²) a los intervalos indicados en el apartado d).
- i) En todas las pruebas, la tasa de fugas se calculará utilizando datos observados, convertidos a valores absolutos. Se efectuará un cálculo de errores, para seleccionar un valor ponderado de la tasa global de fugas.

ESCLUSAS DE PERSONAL DE LA CONTENCION

CONDICION LIMITE DE OPERACION

- 3.6.1.3. Cada esclusa de personal de la contención estará OPERABLE con:
 - a) Ambas puertas cerradas, excepto cuando la esclusa se está utilizando para la entrada y salida normal a la contención, entonces una puerta como mínimo de la esclusa estará cerrada y
 - b) Una tasa global de fugas de la esclusa $\leq 0.05 \text{ L}_a$ a P_a 3,66 kg/cm².

APLICABILIDAD: MODOS 1,2,3 y 4

ACCION:

- a) Con una puerta de la esclusa de contención inoperable:
 - 1. Mantener cerrada al menos la puerta OPERABLE de la esclusa y, o bien restablecer la puerta inoperable de la esclusa al estado OPERABLE en el plazo de 24 horas o enclavar cerrada la puerta OPERABLE de la esclusa.
 - 2. La operación de la planta puede entonces continuar hasta que se lleve a cabo la siguiente prueba global de fugas de la esclusa exigida, con la condición de que se verifique por lo menos una vez cada 31 días que la puerta OPERABLE de la esclusa está cerrada y bloqueada.
 - 3. En otro caso, situarse por lo menos en ESPERA CALIENTE en las 6 horas siguientes y en PARADA FRIA dentro de las siguientes 30 horas.
 - 4. Los requisitos de la ETF 3.0.4 no son aplicables.
- b) En caso de que la esclusa de la contención esté inoperable, excepto si es como resultado de una puerta inoperable, mantener por lo menos una puerta de la esclusa cerrada; restablecer la esclusa inoperable al estado OPERABLE en el plazo de 24 horas o estar por lo menos en ESPERA CALIENTE dentro de las 6 horas siguientes y en PARADA FRIA dentro de las 30 horas siguientes.

REQUISITOS DE VIGILANCIA

4.6.1.3. Se comprobará que cada esclusa de personal de la contención está OPERABLE:

- a) Dentro de los 7 días siguientes a cada cierre, excepto cuando la esclusa está siendo utilizada para múltiples entradas, superiores a una entrada cada 7 días, en cuyo caso se probará una vez cada 30 días, verificando que no se detecta ninguna fuga a través del sello, por caída de presión cuando el volumen contenido entre las juntas de cierre se comprime a P_a (3,66 Kg/cm²) durante 15 minutos como mínimo, o bien verificando que las fugas en los sellos son menores a 0,01 L_a, medidas por métodos precisos de medición de caudal, cuando el volumen contenido entre las juntas de cierre se comprime a P_a (3,66 Kg/cm²) durante un período de 30 segundos como mínimo.
- b) Una vez por lo menos cada 30 meses, efectuando una prueba global de fuga de la esclusa a $P_a = 3,66 \text{ kg/cm}^2 \text{ y}$ comprobando que la tasa global de fugas de la esclusa está dentro del límite, y
- c) Comprobando, una vez por lo menos cada 6 meses, que sólo puede abrirse una puerta de una vez en cada esclusa.

BASES

3/4.6.1.4 <u>SISTEMA DE PRESURIZACION DE LOS CANALES DE SOLDADURAS Y DE LAS VALVULAS DE AISLAMIENTO DE LA CONTENCION</u>

No aplicable.

3/4.6.1.5 PRESION INTERNA

Las limitaciones sobre la presión interna de la contención aseguran que 1) se impide que la estructura de la contención supere su presión diferencial negativa de proyecto, con respecto a la atmósfera exterior, de -0,3 Kg/cm² y 2) que la presión máxima de la contención no supere la presión de diseño de 3,8 Kg/cm² durante las condiciones del accidente de pérdida de refrigerante.

La presión de pico máxima que se prevé obtener en caso de accidente de pérdida de refrigerante es de 3,66 Kg/cm² que es inferior a la presión de diseño. Este valor tiene en cuenta el límite de 0,07 Kg/cm² para presión inicial positiva de la contención.

3/4.6.1.6 TEMPERATURA DEL AIRE

Las limitaciones sobre la temperatura del aire del recinto de contención aseguran que la temperatura media global del aire de dicho recinto no supera la temperatura inicial supuesta en el análisis del accidente de rotura de la línea de vapor principal.

3/4.6.1.7 INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONTENCION

Está limitación asegura que la integridad estructural de la contención se mantendrá comparable a las normas del proyecto original durante la vida de la instalación. La integridad estructural es necesaria para asegurar que la contención resistirá la presión máxima de 3,66 Kg/cm² en el caso de un accidente de pérdida de refrigerante. La medida de la fuerza de despegue de una muestra representativa de los tendones del sistema de postensado de la contención, los ensayos de rotura de determinados alambres de los mismos, el análisis químico de la grasa de relleno anticorrosivo y el examen visual de los alambres, grasa de relleno, anclajes, hormigón próximo a los anclajes y la superficie interior y exterior de la Contención y el ensayo de fugas de Tipo A son suficientes para demostrar esta capacidad.

BASES

3/4.7.4 SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS DE SALVAGUARDIAS

La OPERABILIDAD del sistema de agua de servicios de salvaguardias asegura que se dispone de capacidad de refrigeración suficiente para la operación continuada de los equipos relacionados con la seguridad durante condiciones normales y de accidente. La capacidad de refrigeración redundante de este sistema, suponiendo un solo fallo, está de acuerdo con las hipótesis usadas en las condiciones de accidente dentro de límites aceptables.

El sistema de agua de servicios de salvaguardias refrigera al sistema de agua de refrigeración de salvaguardias y al sistema de agua de refrigeración del generador diesel.

La limitación de nivel y temperatura en el pozo de la torre de refrigeración se basa en asegurar, junto a la balsa de agua de reposición de las salvaguardias tecnológicas, el inventario de refrigeración a largo plazo de los sistemas anteriores.

Dado que existe margen entre el volumen requerido y el útil disponible, es necesario fijar un nivel mínimo en los pozos de las torres que garantice dicha condición ya que la ETF 3/4.7.5 tan sólo vigila el volumen requerido de la balsa. Así, conservadoramente se considera que para cumplir la función de seguridad es requerido un nivel mínimo correspondiente a una elevación de 49,400 m., 3 metros por encima de la cota mínima de sumergencia (46,400 m.) de las bombas de agua de servicios de salvaguardias tecnológicas.

Para comprobar la capacidad del sistema de agua de servicios de salvaguardias, se incluye en esta ETF el requisito de vigilancia periódico para comprobación trimestral del caudal mínimo requerido por el sistema para cumplir su función de seguridad.

3/4.7.5 <u>SUMIDERO FINAL DE CALOR (BALSA DE AGUA DE REPOSICIÓN DE LAS SALVAGUARDIAS TECNOLÓGICAS)</u>

El Sumidero Final de Calor está constituido por la balsa de agua de reposición de las salvaguardias tecnológicas y las torres de refrigeración de salvaguardias tecnológicas, así como los canales que conexionan ambas estructuras.

Las limitaciones de temperatura y nivel del sumidero final de calor aseguran que se dispone de capacidad de refrigeración suficiente para 1) suministrar refrigeración suficiente para la instalación ó 2) mitigar los efectos de las condiciones de accidente dentro de límites aceptables.

Las limitaciones de nivel mínimo de agua y temperatura máxima, junto con el correcto funcionamiento de las torres de refrigeración de salvaguardias tecnológicas, se

PROPUESTA DE REVISIÓN

REQUISITOS DE VIGILANCIA (cont.)

c) Después de cada cierre de la entrada de equipo, mediante una prueba de la velocidad de fuga del sello de la misma con gas a P_a (3,66 kg/cm²) y comprobando que la velocidad de fugas medida para este sello y añadida a la determinada por la Especificación 4.6.1.2.d y e para todas las otras penetraciones tipos B y C, producen una velocidad de fuga combinada menor o igual que 0,60 L_a.



FUGA DE CONTENCION

CONDICION LIMITE DE OPERACION

- 3.6.1.2 Las tasas de fuga de la contención se limitarán a:
 - a) Una tasa global de fuga integrada: $\leq L_a$, siendo L_a una tasa de fugas del 0,20% en peso del aire del recinto de contención cada 24 horas a $P_a = 3,66$ kg/cm².
 - b) Una tasa de fuga combinada ≤ 0.60 L_a para todas las penetraciones que representen vías de fuga de la contención, cuando se presurizan a la Presión P_a.

APLICABILIDAD: MODOS 1,2,3 y 4

ACCION:

Cuando (a) la tasa global medida de fuga integrada de la contención supera 0,75 L_a, o cuando, (b) la tasa medida de fuga combinada, para todas las penetraciones y válvulas sometidas a pruebas de Tipos B y C, excede de 0,60 L_a, reintegrar la (s) tasa (s) de fuga (s) dentro de límite (s), antes de que la temperatura del sistema de refrigerante del reactor supere los 93°C.

REQUISITOS DE VIGILANCIA

- 4.6.1.2 Las tasas de fuga de la contención, se medirán de acuerdo con el programa de pruebas indicado a continuación y se determinarán siguiendo la opción B del Apéndice J del CFR 50.
 - a) Se hará una prueba de Tipo A (tasa global de fuga integrada de la contención) como mínimo cada 10 años, durante la parada, a P_a (3,66 Kg/cm²). Esta prueba se efectuará por el método de variación de la masa y su duración será de 8 horas como mínimo.
 - b) Si en cualquier prueba de tipo A no se satisface el límite de 0,75 L_a, se determinarán las causas y se tomarán las acciones correctoras necesarias. Dentro de los 48 meses posteriores a la prueba se efectuará una nueva prueba tipo A que, si presenta resultados satisfactorios, permitirá restaurar la frecuencia de las sucesivas pruebas tipo A a una vez como mínimo cada 10 años.

REQUISITOS DE VIGILANCIA (cont.)

- c) La precisión de cada prueba tipo A se comprobará, mediante una prueba suplementaria que:
 - 1. Confirme la exactitud de la prueba Tipo A demostrando que la diferencia entre los datos de la prueba suplementaria y de la prueba Tipo A es menor de 0,25 L_a.
 - 2. Tenga una duración suficiente para establecer con precisión la diferencia entre las fugas de la prueba Tipo A y las de la prueba suplementaria.
 - 3. Requiera que el valor al que el gas es inyectado o purgado de la contención durante el ensayo suplementario esté entre 0,75 La y 1,25 La.
- d) Las pruebas tipo B, excepto las pruebas de las esclusas de personal, se realizarán con gas a P_a (3,66 Kg/cm²) como mínimo una vez cada 120 meses. Si una prueba tipo B presenta resultados no aceptables, aumentar la frecuencia de la prueba a una vez cada 30 meses, determinar la causa de los resultados no aceptables y adoptar las acciones correctoras necesarias antes de volver al intervalo ampliado.
- e) Las pruebas Tipo C se llevarán a cabo cada 30 meses con gas a presión no menor de 3,66 Kg/cm², excepto para las pruebas que involucren válvulas presurizadas con fluído del sistema. Basándose en los resultados de ensayos anteriores, y en otros parámetros de funcionamiento, los intervalos para las posteriores pruebas Tipo C se pueden ampliar hasta un máximo de 60 meses. Si una prueba Tipo C resulta no aceptable, restablecer la frecuencia a 30 meses, determinar la causa y tomar las acciones correctoras necesarias antes de volver al intervalo ampliado.

Las válvulas de aislamiento de los sistemas de purga e igualación de presiones de contención se someterán a pruebas de fugas locales cada 30 meses, independientemente de su buen comportamiento.

f) Las esclusas se ensayarán y se demostrará que están OPERABLES de acuerdo con el requisito de Vigilancia 4.6.1.3.



REQUISITOS DE VIGILANCIA (cont.)

- g) Las fugas de las válvulas de aislamiento que están selladas con fluído de un sistema de sellado, cuando se determina la tasa de fugas combinada, pueden ser excluídas de acuerdo con las disposiciones del Apéndice J, Sección III.C.3, siempre que el sistema y las válvulas estén a una presión de 1,10 Pa como mínimo (4,03 kg/cm²) y tengan capacidad para mantener la presión durante 30 días por lo menos.
- h) Las pruebas de Tipo B para penetraciones, que utilicen un sistema contínuo de vigilancia de las fugas se realizarán a P_a (3,66 kg/cm²) a los intervalos indicados en el apartado d).
- i) En todas las pruebas, la tasa de fugas se calculará utilizando datos observados, convertidos a valores absolutos. Se efectuará un cálculo de errores, para seleccionar un valor ponderado de la tasa global de fugas.



ESCLUSAS DE PERSONAL DE LA CONTENCION

CONDICION LIMITE DE OPERACION

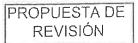
3.6.1.3. Cada esclusa de personal de la contención estará OPERABLE con:

- a) Ambas puertas cerradas, excepto cuando la esclusa se está utilizando para la entrada y salida normal a la contención, entonces una puerta como mínimo de la esclusa estará cerrada y
- b) Una tasa global de fugas de la esclusa ≤ 0,05 La a Pa 3,66 kg/cm².

APLICABILIDAD: MODOS 1,2,3 y 4

ACCION:

- a) Con una puerta de la esclusa de contención inoperable:
 - 1. Mantener cerrada al menos la puerta OPERABLE de la esclusa y, o bien restablecer la puerta inoperable de la esclusa al estado OPERABLE en el plazo de 24 horas o enclavar cerrada la puerta OPERABLE de la esclusa.
 - 2. La operación de la planta puede entonces continuar hasta que se lleve a cabo la siguiente prueba global de fugas de la esclusa exigida, con la condición de que se verifique por lo menos una vez cada 31 días que la puerta OPERABLE de la esclusa está cerrada y bloqueada.
 - 3. En otro caso, situarse por lo menos en ESPERA CALIENTE en las 6 horas siguientes y en PARADA FRIA dentro de las siguientes 30 horas.
 - 4. Los requisitos de la ETF 3.0.4 no son aplicables.
- b) En caso de que la esclusa de la contención esté inoperable, excepto si es como resultado de una puerta inoperable, mantener por lo menos una puerta de la esclusa cerrada; restablecer la esclusa inoperable al estado OPERABLE en el plazo de 24 horas o estar por lo menos en ESPERA CALIENTE dentro de las 6 horas siguientes y en PARADA FRIA dentro de las 30 horas siguientes.



REQUISITOS DE VIGILANCIA

4.6.1.3. Se comprobará que cada esclusa de personal de la contención está OPERABLE:

- a) Dentro de los 7 días siguientes a cada cierre, excepto cuando la esclusa está siendo utilizada para múltiples entradas, superiores a una entrada cada 7 días, en cuyo caso se probará una vez cada 30 días, verificando que no se detecta ninguna fuga a través del sello, por caída de presión cuando el volumen contenido entre las juntas de cierre se comprime a P_a (3,66 Kg/cm²) durante 15 minutos como mínimo, o bien verificando que las fugas en los sellos son menores a 0,01 L_a, medidas por métodos precisos de medición de caudal, cuando el volumen contenido entre las juntas de cierre se comprime a P_a (3,66 Kg/cm²) durante un período de 30 segundos como mínimo.
- b) Una vez por lo menos cada 30 meses, efectuando una prueba global de fuga de la esclusa a $P_a = 3,66 \text{ kg/cm}^2 \text{ y}$ comprobando que la tasa global de fugas de la esclusa está dentro del límite, y
- c) Comprobando, una vez por lo menos cada 6 meses, que sólo puede abrirse una puerta de una vez en cada esclusa.

BASES

3/4.6.1.4 <u>SISTEMA DE PRESURIZACION DE LOS CANALES DE SOLDADURAS Y DE LAS VALVULAS DE AISLAMIENTO DE LA CONTENCION</u>

No aplicable.

3/4.6.1.5 PRESION INTERNA

Las limitaciones sobre la presión interna de la contención aseguran que 1) se impide que la estructura de la contención supere su presión diferencial negativa de proyecto, con respecto a la atmósfera exterior, de -0,3 Kg/cm² y 2) que la presión máxima de la contención no supere la presión de diseño de 3,8 Kg/cm² durante las condiciones del accidente de pérdida de refrigerante.

La presión de pico máxima que se prevé obtener en caso de accidente de pérdida de refrigerante es de 3,66 Kg/cm² que es inferior a la presión de diseño. Este valor tiene en cuenta el límite de 0,07 Kg/cm² para presión inicial positiva de la contención.

3/4.6.1.6 <u>TEMPERATURA DEL AIRE</u>

Las limitaciones sobre la temperatura del aire del recinto de contención aseguran que la temperatura media global del aire de dicho recinto no supera la temperatura inicial supuesta en el análisis del accidente de rotura de la línea de vapor principal.

3/4.6.1.7 INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONTENCION

Está limitación asegura que la integridad estructural de la contención se mantendrá comparable a las normas del proyecto original durante la vida de la instalación. La integridad estructural es necesaria para asegurar que la contención resistirá la presión máxima de 3,66 Kg/cm² en el caso de un accidente de pérdida de refrigerante. La medida de la fuerza de despegue de una muestra representativa de los tendones del sistema de postensado de la contención, los ensayos de rotura de determinados alambres de los mismos, el análisis químico de la grasa de relleno anticorrosivo y el examen visual de los alambres, grasa de relleno, anclajes, hormigón próximo a los anclajes y la superficie interior y exterior de la Contención y el ensayo de fugas de Tipo A son suficientes para demostrar esta capacidad.

3/4.7.4 SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS DE SALVAGUARDIAS

La OPERABILIDAD del sistema de agua de servicios de salvaguardias asegura que se dispone de capacidad de refrigeración suficiente para la operación continuada de los equipos relacionados con la seguridad durante condiciones normales y de accidente. La capacidad de refrigeración redundante de este sistema, suponiendo un solo fallo, está de acuerdo con las hipótesis usadas en las condiciones de accidente dentro de límites aceptables.

El sistema de agua de servicios de salvaguardias refrigera al sistema de agua de refrigeración de salvaguardias y al sistema de agua de refrigeración del generador diesel.

La limitación de nivel y temperatura en el pozo de la torre de refrigeración se basa en asegurar, junto a la balsa de agua de reposición de las salvaguardias tecnológicas, el inventario de refrigeración a largo plazo de los sistemas anteriores.

Dado que existe margen entre el volumen requerido y el útil disponible, es necesario fijar un nivel mínimo en los pozos de las torres que garantice dicha condición ya que la ETF 3/4.7.5 tan sólo vigila el volumen requerido de la balsa. Así, conservadoramente se considera que para cumplir la función de seguridad es requerido un nivel mínimo correspondiente a una elevación de 49,400 m., 3 metros por encima de la cota mínima de sumergencia (46,400 m.) de las bombas de agua de servicios de salvaguardias tecnológicas.

Para comprobar la capacidad del sistema de agua de servicios de salvaguardias, se incluye en esta ETF el requisito de vigilancia periódico para comprobación trimestral del caudal mínimo requerido por el sistema para cumplir su función de seguridad.

3/4.7.5 <u>SUMIDERO FINAL DE CALOR (BALSA DE AGUA DE REPOSICIÓN DE LAS SALVAGUARDIAS TECNOLÓGICAS)</u>

El Sumidero Final de Calor está constituido por la balsa de agua de reposición de las salvaguardias tecnológicas y las torres de refrigeración de salvaguardias tecnológicas, así como los canales que conexionan ambas estructuras.

Las limitaciones de temperatura y nivel del sumidero final de calor aseguran que se dispone de capacidad de refrigeración suficiente para 1) suministrar refrigeración suficiente para la instalación ó 2) mitigar los efectos de las condiciones de accidente dentro de límites aceptables.

Las limitaciones de nivel mínimo de agua y temperatura máxima, junto con el correcto funcionamiento de las torres de refrigeración de salvaguardias tecnológicas, se



ANEXO II

PAGINAS MODIFICADAS RESPECTO A LAS PROPUESTAS DE CAMBIO A097 DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD DE CN. ASCÓ I Y CN. ASCÓ II

<u>Páginas</u>

Ascó I	Ascó II
2.3.19	2.3.19
6.2-1	6.2-1
6.2-2	6.2-2
6.2-6	6.2-6
6.2-7	6.2-7
6.2-11	6.2-11
6.2-12	6.2-12
6.2-37	6.2-13
6.2-38	6.2-39
6.2-53	6.2-55
6.2-54	6.2-57
6.2-116	6.2-120
Tabla 6.2-2 (hoja 1de 2)	Tabla 6.2-2 (hoja 1 y 2 de 2)
Tabla 6.2-5	Tabla 6.2-5
Tabla 6.2-5a	Tabla 6.2-5a
Tabla 6.2-6	Tabla 6.2-6
9.2-5	9.2-5 γ 9.2-6
9.2-25	9-2-26
9.2-50	9.2-52
9.2-51	9.2-53
Tabla 9.2-5 (hojas 4 y 6/6)	Tabla 9.2-5 (hojas 4 y 6/6)
Tabla 9.2-10	Tabla 9.2-10
Tabla 9.2-11	Tabla 9.2-11

funcionamiento de las Torres, para lo cual se deben dar las condiciones meteorológicas exigidas en el proyecto, y en el mantenimiento de la reserva de agua necesaria.

Para el funcionamiento normal de las Torres, las condiciones de proyecto exigen una temperatura del termómetro húmedo máxima de 27,8°C (82°F) y la condición exigida a la balsa es que no experimente pérdidas apreciables en el agua almacenada (Tabla 9.2-3).

En la Tabla 2.3-10 (hojas 2 a 2) se reflejan los valores medios y extremos de la temperatura del termómetro húmedo, registrados en el emplazamiento durante el período 1988-1999. En ella se comprueba que dichos valores medios son inferiores a los 20°C y que la temperatura húmeda media de las máximas más alta es de 22,2 °C. La temperatura húmeda máxima absoluta registrada ha sido de 26,9 °C, inferior a los 27,8 °C adoptados en el proyecto de las tomas de refrigeración de salvaguardias.

Las pérdidas por evaporación de agua de la balsa se han estimado con las fórmulas empíricas de Christriansen y Hargreaves (Referencia 4), en función de los parámetros climatológicos del emplazamiento referentes a temperatura, humedad, viento e insolación y de sus coordenadas geográficas (latitud y altitud). Para los meses de verano (de Junio a Septiembre) se han estimado unas evaporaciones medias de 154, 187, 155 y 118 mm de agua/mes, respectivamente. Adoptando el valor más alto como evaporación previsible para un período cualquiera de 30 días, ello se traduciría en un descenso de nivel en la balsa de 187 mm. Este descenso de nivel corresponde a 1001 m3, si la balsa está llena al nivel mínimo requerido por las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, y a 257 m3 si la balsa está en su nivel mínimo en cuanto a volumen disponible. Consecuentemente, y dada la forma geométrica (tronco de pirámide invertida) de la balsa, se considera que el volumen consumido a considerar por evaporación en el escenario de 30 días sin aporte exterior resultaría de 629 m3, obtenido como media aritmética de los valores antes reseñados. Adicionalmente, las pérdidas por filtraciones se estiman que equivalen a un inventario de 30 m3. Las pérdidas por filtraciones se ha estimado que equivalen a un descenso de nivel de 13 mm/mes.

Las pérdidas totales de la balsa, evaporación más filtraciones, supondría por consiguiente un descenso de nivel de 200 mm equivalentes a 1.152 m³ ó el 4,4 % del volumen total de agua embalsada.

Esta estimación se ha realizado aplicando hipótesis conservadoras y está referida al mes más desfavorable del año, por lo tanto es poco probable que pueda ser rebasada.

2.3-19 Rev.39

6.2. SISTEMAS DE LA CONTENCION

Los sistemas de la contención incluyen la contención, los sistemas de extracción de calor de la contención, los sistemas de limpieza y purificicación de aire de la contención, el sistema de aislamiento de la misma, y el sistema de control de gas combustible de la contención.

Se define el accidente base de diseño (DBA) como el más grave de un espectro de accidentes de pérdida de refrigerante del reactor (LOCA) y rotura de líneas de vapor principal (MSLB) hipotéticos que genere una mayor presión en contención. La capacidad de los sistemas de contención para mitigar las consecuencias de un DBA depende de la alta fiabilidad de estos sistemas. Esta sección facilita los criterios de diseño y las evaluaciones para demostrar que estos sistemas funcionan dentro de los límites especificados a lo largo de la vida de la central.

6.2.1. Diseño funcional de la contención

Una descripción física de la contención y de los criterios de diseño relacionados con técnicas de construcción, cargas estáticas y cargas sísmicas, aparece en la Sección 3.8. Esta sección hace referencia a aquellos aspectos del diseño de la contención, pruebas y evaluación en relación con la función de una mitigación del accidente.

6.2.1.1. Bases de diseño

La estructura de la contención debe ser capaz de soportar, sin pérdida de funcionalidad, las condiciones de presión y temperatura resultantes de accidentes postulados de pérdida de refrigerante y roturas de las líneas de vapor o agua de alimentación. La estructura de la contención también debe mantener la integridad funcional durante el largo plazo que sigue al accidente postulado.

Los criterios generales de diseño se recogen en la IS-27, y los requisitos para cumplirlos son los siguientes:

1) Para cumplir los requisitos de los Criterios Generales de Diseño 16 y 50, los picos calculados de presión y temperatura en contención después de un accidente con pérdida de refrigerante, o de una rotura de la línea de vapor o agua de alimentación, deben ser menores que sus respectivos valores de diseño de la contención.

6.2-1 Rev.39

- 2) Para cumplir los requisitos del Criterio General de Diseño 38, la presión y temperatura de contención deben reducirse a un valor menor del 50% de los respectivos picos calculados de presión y temperatura, para un accidente base de diseño con pérdida de refrigerante, dentro de las 24 horas después del accidente postulado.
- 3) Para cumplir los requisitos de los Criterios Generales de Diseño 38 y 50, el análisis del accidente con pérdida de refrigerante debe basarse en la hipótesis de pérdida de energía externa y se identificará la hipótesis de operabilidad de los sistemas de salvaguardias que produzca mayores picos de presión y temperatura en contención.

Las consecuencias radiológicas del DBA aparecen en la Sección 15.4.1.3.

6.2.1.1.1. Accidentes postulados

El edificio de contención se diseña para que, junto con el funcionamiento de los Sistemas de Salvaguardias Tecnológicas, pueda soportar las condiciones de presión y temperatura resultantes de la liberación de masa y energía asociada a un accidente de pérdida de refrigerante primario o secundario, supuesto el núcleo funcionando a una potencia de 2.958 MWt (1,006 x potencia nominal del núcleo), y para limitar la correspondiente dosis en el radio de exclusión a valores por debajo de los establecidos en la norma 10CFR100 apartado 11.

Se supone que el accidente base de diseño se produce como consecuencia de la rotura de una tubería del Sistema Refrigerante del Reactor. En el caso peor se postula una rotura circunferencial completa de la mayor de tales tuberías. Las bases de diseño incluyen asimismo la pérdida de alimentación eléctrica exterior y el fallo de uno de los componentes de los Sistemas de Salvaguardias Tecnológicas simultánea con el accidente de pérdida de refrigerante.

Se entiende por rama caliente el tramo de tubería del Sistema Refrigerante del Reactor comprendida entre la vasija y el Generador de Vapor, por rama intermedia el tramo comprendido entre el Generador de Vapor y la bomba y por rama fría el tramo comprendido entre la bomba y la vasija.

Las roturas consideradas en el Sistema Refrigerante del Reactor son:

1. Rotura circunferencial completa con separación de extremos del tramo

6.2-2 Rev.39

tales sucesos pudieran afectar a la descarga de masa-y energía a la contención.

6.2.1.1.2. Fuentes de energía posteriores al accidente

El suministrador del reactor ha calculado las fuentes de energía que se producen como consecuencia de una rotura en las tuberías de refrigerante primario, con objeto de predecir conservadoramente la presión máxima en la contención después de un accidente. Tales fuentes de energía incluyen el calor almacenado en el refrigerante del reactor, en el agua de inyección de seguridad, en el combustible, en las vainas, en los elementos internos de la vasija del reactor, en la vasija de reactor, en las tuberías del refrigerante del reactor, y en el lado secundario y en los componentes metálicos de los Generadores de Vapor.

Se considera también como fuente de energía el calor generado en el interior del núcleo por desintegración radiactiva de los productos de fisión. La energía disponible por este concepto se va añadiendo a la del refrigerante del reactor en el transcurso del tiempo.

También se tiene en cuenta en los cálculos de LOCA la descarga de nitrógeno a contención procedente de los acumuladores de inyección de seguridad después de que todo el líquido de los mismos se haya vaciado. Al no estar incluida esta fuente entre las descargas calculadas por el suministrador en el análisis de licencia, se calcula de forma analítica con hipótesis conservadoras:

- La descarga de nitrógeno se inicia a partir del instante de finalización de la descarga de agua del acumulador e indistintamente para los 3 acumuladores.
- Las propiedades del nitrógeno en el acumulador, de forma instantánea, se rigen por la ley de gases ideales:

$$PV = nRT$$

• El vaciado de agua del acumulador genera una expansión de la masa de nitrógeno presente en el mismo, la cual, se considera isentrópica pura:

$$PV'' = ete$$
 siendo $\gamma = 1.4$

 Para calcular la masa de nitrógeno descargada se asume que la expansión del nitrógeno en el acumulador es efectiva hasta que se iguala con la contrapresión en contención. Se asume una contrapresión en contención fija y mínima durante todo el periodo de descarga del nitrógeno. Para fijar ese valor de contrapresión se realiza un cálculo previo con GOTHIC que analiza la evolución de presión en contención durante todo el periodo de duración de la descarga de nitrógeno y a partir del instante de inicio de la misma. No se da crédito a la descarga de la masa de nitrógeno restante, una vez pasado el pico de presión y reducida ésta a valores por debajo del valor fijo de contrapresión.

6.2.1.1.3. Contribución de las salvaguardias tecnológicas

Después de un accidente, el conjunto de salvaguardias tecnológicas, junto con la contención y los diferentes Sistemas de Agua de Refrigeración, proporcionan, tanto al personal de la central como a la población en general, una protección suficiente contra posibles emisiones de productos radiactivos.

La función de las salvaguardias tecnológicas de limitar, controlar y mitigar las consecuencias de todos los accidentes postulados, está dirigida a mantener las dosis en el límite del emplazamiento dentro de los limites establecidos en la Norma 10 CFR 100..11

Se supone que, consecuentemente con la ausencia de alimentación eléctrica exterior y con el fallo simple coincidente con el accidente los Sistemas de Eliminación de Calor de la Contención y/o el Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo no funcionan al máximo de su capacidad. No obstante, dada la redundancia de tales sistemas, queda asegurada suficientemente la extracción de calor del núcleo del reactor de forma que se garantice su integridad. El funcionamiento del Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo y de la contención se basan en la operación del Sistema de Aislamiento de la Contención, tal como se describe en la Sección 6.2.4. donde se discuten las operaciones de aislamiento supuestas en la evaluación del diseño de la contención.

Los Sistemas de Inyección de Seguridad de Alta y Baja Presión inyectan agua borada en el Sistema Refrigerante del Reactor.

Con ello se obtiene la refrigeración capaz de evitar que se produzcan daños en las barras de combustible y en el núcleo del reactor, con lo que se minimiza la liberación de productos de fisión. El Sistema de Inyección de Seguridad proporciona también una refrigeración del núcleo del reactor, a largo plazo después del accidente, recirculando agua borada desde el sumidero de la contención al Sistema Refrigerante del Reactor.

El edificio de contención está provisto de dos Sistemas Independientes de Remoción del Calor de la Atmósfera, cada uno de ellos formado por dos trenes independientes, de modo que la capacidad combinada de estos sistemas es suficiente para extraer el calor generado en la contención manteniéndola dentro de sus limites de diseño, incluso si se

6.2-7 Rev.39

máxima permitida por las Especificaciones Técnicas de Funcionamientoatmosférica y que las temperaturas del aire en el interior y en el exterior son las máximas de diseño, con objeto de minimizar la transferencia de calor durante el accidente.

En las Tablas 6.2-3 y 6.2-4 se describen los datos relativos a sumideros de calor de la contención.:

- -En la Tabla 6.2-3 se especifica la geometría de cada sumidero de calor y el modelo geométrico utilizado en el análisis. La distribución de los nodos es suficientemente fina como para asegurar una buena representación del gradiente térmico en cada sumidero. Se supone una resistencia de 1,0 ft.hrºF/Btu (0,015 m.hºC/kcal) para el aire existente entre el revestimiento metálico y el muro de hormigón de la contención. No se supone ninguna interfase entre el acero de la cavidad de recarga y el hormigón.
- En la Tabla 6.2-4 se dan las propiedades y los coeficientes de transmisión del calor de los materiales que se usan en el análisis. Las propiedades de los revestimientos son las suministradas por el fabricante. Las de acero y el hormigón son las típicas para el rango de temperatura esperadas. No se tiene en cuenta el acero embebido en el hormigón. Se supone una resistencia de 1,0 ft.hr°F/Btu (0,672 m.h°C/kcal) para el aire existente entre el revestimiento metálico y el muro de hormigón de la contención.

En la Figura 6.2-1 se muestra la eficacia de los enfriadores del aire de la contención en función de la temperatura de saturación de dicho aire para una familia de temperaturas en el agua de refrigeración. A las curvas de extracción de calor de los CAC proporcionadas por el fabricante, se introduce un conservadurismo de las mismas de un 2%.

En la Figura 6.2-2 se representa la eficacia del rociado en función de la relación vapor de agua/aire, existente en la atmósfera de la contención.

-La Figura 6.2-3 muestra el ritmo de extracción de calor en el cambiador de calor del RHR durante el accidente base de diseño y las correspondientes variaciones en la temperatura del agua de refrigeración y la temperatura del agua del sumidero.

Las condiciones iniciales y datos de partida utilizados en los análisis con metodología GOTHIC se detallan en las Referencias 40 y 41.

3. Identificación del accidente y resultados.

En la Referencia 23 se muestran los gráficos de presión y temperatura en función del tiempo, para los 11 casos analizados durante el proyecto de sustitución de los generadores de vapor (PSGV), citados en la sección 6.2.1.1.1., así como las tablas de resultados de los análisis de presión y temperatura en la contención, para el espectro de roturas citado en la Sección 6.2.1.1.1.

De los resultados obtenidos con GOTHIC y mostrados en las Tablas 6.2-5 y 6.2-5(a) correspondientes al caso 1 de LOCA (DEPSG, con Salvaguardias mínimas), que se ha identificado como accidente base de diseño para la contención, según lo indicado en la Sección 3 de la Referencia 24 y en la Referencia 25, se deduce que tal accidente da lugar a un pico de presión de 52,05 psig (3,66 kg/cm²), lo cual queda por debajo de la presión de diseño del edificio de contención de 54 psig (3,8 kg/cm²). Este valor limitante es el resultado de penalizar el pico de presión obtenido de la simulación con GOTHIC, 46,2 psig (3,25 kg/cm²), con lo descrito en las NSAL 06-06, 2,1 psig (0,15 kg/cm²), NSAL 11-05, 3,45 psig (0,24 kg/cm²) y NSAL 14-2, 0,3 psig (0,02 kg/cm²) (Referencias 42, 44 y 45).

En la Tabla 6.2-5 se da la presión máxima, el tiempo en que se produce, y el balance de energía en el momento en el que se alcanza el pico de presión. Asimismo, en la Tabla 6.2-5(a) se da el pico de temperatura en la contención y en el sumidero y los tiempos en los cuales se producen.

En las Figuras 6.2-4 y 6.2-5 se muestran los gráficos de presión y temperatura en atmósfera y sumidero de la contención en función del tiempo correspondientes a la rotura limitante reanalizada a la potencia nominal del núcleo de 2.900 MWt, en los análisis realizados con metodología GOTHIC. De las gráficas mostradas se deduce que se satisfacen los criterios de aceptación de este análisis: el valor máximo no supera la presión de diseño de contención, así como se reducen, dentro de las 24 horas desde el inicio del accidente, los valores de presión y temperatura por debajo del 50% del valor de pico.

En la Tabla 6.2-5 se da la presión máxima, el tiempo en que se produce, y el balance de energía en el momento en el que se alcanza el pico de presión. Asimismo, en la Tabla 6.2-5(a) se da el pico de temperatura en la contención y

se resuelven un conjunto distinto de ecuaciones de momento. Se puede añadir o eliminar masa, momento y energía de un volumen mediante una condición de frontera, conectada al mismo por una unión.

6.2.1.3.5. Comportamiento de la contención a largo plazo

Se han evaluado los resultados de un accidente base de diseño a largo plazo para comprobar la capacidad de los Sistemas de Refrigeración de Emergencia y de eliminación de calor para mantener las condiciones de la contención por debajo de las de diseño después de un LOCA. Se ha hecho una evaluación conservadora suponiendo la disponibilidad de un solo tren de salvaguardias tecnológicas.

Las unidades de refrigeración del aire de la contención, son operacionales a los 40 s de producirse una señal de alta presión (Hi-1) en la contención y el Sistema de Rociado de la Contención a los 69 s de producirse una señal de muy muy alta presión (Hi-3). Se supone el funcionamiento de una bomba de rociado (1 tren) y dos enfriadores del aire de la contención (1 tren), que corresponde al DBA.

En la Tabla 6.2-25G se muestra la tasa de calor de desintegración en BTU por BTU a la máxima potencia del NSSS, 2.958 Mwt. Se ha aplicado una incertidumbre dos sigma (dos veces la desviación estándar) al calor de desintegración de los productos de fisión, según el estándar ANS 5.1 aprobado en Septiembre de 1.979 (Referencia 16). Además se ha añadido algún conservadurismo para definir un límite superior para uso genérico (Referencia 13). El calor sensible que queda, tanto en el sistema primario como en el secundario, al final de la fase posterior a la inundación del núcleo, se añade al agua de la vasija del reactor. Estos criterios ayudan a asegurar una predicción conservadora de la presión y la temperatura que se producen durante la fase de recirculación del agua del sumidero y a demostrar que los sistemas disponibles son capaces de mantener efectivamente esta presión muy por debajo del valor alcanzado durante la fase de escape.

En la Figura 6.2-24 puede verse la curva presión-tiempo hasta los 1,0 E+6 s 2,6 E+6 s (30 días), después del accidente base de diseño, supuesto el funcionamiento de un tren de salvaguardias tecnológicas, tal como se establece en la Tabla 6.2-35A. Tras un periodo desde los aproximadamente 280 s. en que la presión oscila entre valores similares a los del pico, Lala presión máxima de 43,1 46,2 psig (sin tener en cuenta la penalización de las NSAL 06-06, NSAL 11-05 y NSAL 14-2) se produce a los 1.040 s.281 s seguida de una plataforma hasta aproximadamente 1.000 s, y a continuación un descenso de presión con una tendencia hacia abajo hasta la terminación del accidente. En la Figura 6.2-25 se refleja la variación con el tiempo de la temperatura de la

6.2-37 Rev.39

atmósfera de la contención y del agua del sumidero. Se produce un pico de temperatura de 268 268,34°F en la atmósfera de la contención a los 281 1.040 s. El pico de temperatura en el agua del sumidero es de 262 259,7°F a los 1.000-1.040 s.

En la Figura 6.2-26 se muestra la distribución de energía en la contención, en función del tiempo. Se incluyen entre los componentes de la energía los siguientes: contenido de energía de la fase de vapor (vapor de agua+aire), contenido de energía del liquido y absorción de energía en las estructuras de la contención. Se muestra también el contenido total de energía del vapor y el líquido. El valor pico de la energía total es de 6,5 E+8 7,2 E+8 Btu, a los 6.500 6.100 s aproximadamente, como consecuencia de la adición de energía a la contención, y después desciende a medida que los enfriadores del aire de la contención y el cambiador de calor residual proporcionan una eliminación neta de calor de la contención. También se muestran en la Figura 6.2-27, las curvas de calor eliminado por los enfriadores, rociado de contención y por el intercambiador de calor residual.

La Tabla 6.2-35B establece una cronología para los sucesos asociados a un accidente base de diseño desde el momento de rotura de la tubería hasta el comienzo de la recirculación.

En la Figura 6.2-28 se ilustra la respuesta de temperaturas de las estructuras internas de la contención, que, como se justifica en la Sección 6.2.1.3.9., resultan envolventes de las obtenidas a las condiciones de aumento de potencia.

6.2.1.3.6. Cronología del accidente

Puede consultarse una cronología de los sucesos siguientes a un accidente base de diseño, en la Tabla 6.2-35B. Se hace corresponder el tiempo 0 con el comienzo del accidente.

6.2.1.3.7. Balances de masa y energía

En la Tabla 6.2-27 se indican los balances de masa y energía para el accidente base de diseño.

6.2.1.3.8. Parámetros para la fase posterior del LOCA

En la Figura 6.2-25 se muestra la variación de la temperatura del sumidero y de la atmósfera de la contención. Las Figuras **15.1.8-1**15.1-5 y 6.2-27 ilustran la tasa de generación del calor por desintegración en el núcleo y el ritmo de eliminación de calor

6.2-38 Rev.39

2940,6 MWt).

5. RESULTADOS PRESION-TIEMPO Y TEMPERATURA-TIEMPO

Los resultados del análisis de presión y temperatura en la contención para el espectro de roturas de MSLB analizado durante el PSGV se resumen en la Referencia 26. Los resultados del análisis de presión y temperatura en la contención para el caso que ha sido reanalizado haciendo uso de la metodología GOTHIC a 2.911,7 MWt NSSS (es decir, caso 4C: rotura pequeña con separación de extremos, con vapor seco a 102% de potencia), se presentan en forma de gráficos en las Figuras 6.2-69 y 6.2-70 y en la Tabla 6.2-70.

De las gráficas mostradas se deduce que se satisface que el pico de presión máximo no supera la presión de diseño de contención, así como se reducen, dentro del periodo de análisis (10,000 s), los valores de presión y temperatura por debajo del 50% del valor de pico, verificándose por tanto el criterio de aceptación (CGD-38) que requiere que esto ocurra dentro de las 24 horas después del accidente postulado. En lo que respecta al pico de temperatura, éste supera al valor de diseño en 6°C y durante un periodo de tiempo de 30s, un tiempo suficientemente pequeño como para no suponer un calentamiento excesivo en los equipos (Análisis de Retardo Térmico –Thermal Lag- realizado con COPATTA sobre equipos relacionados con la seguridad seleccionados como los más representativos respecto de su calificación ambiental).

- 6.2.1.4. Pruebas e inspección de la contención
- 6.2.1.4.1. Pruebas preoperacionales
- 6.2.1.4.1.1. Pruebas integradas

Se realizará una prueba integrada de la tasa de fugas, para comprobar que la tasa potencial de fugas se mantiene dentro de valores aceptables.

La prueba de la tasa integrada de fugas consistió inicialmente, en una prueba preoperacional a la presión de pico en accidente 52 psig (3,65 kg/cm²). Este valor que corresponde al diseño original, es superior y, por tanto, envolvente de los valores de presión de pico con los generadores de vapor de sustitución y las condiciones de potencia aumentada (2.911,7 MWt).

La tasa total permisible de fugas no es mayor del 0,2% en volumen de la atmósfera de la contención, por día, a la presión de 47 psig (3,3 kg/cm²). Se ha demostrado que con

Rev.39

un buen control de calidad durante la construcción éste es un requisito razonable.

Las bases para la realización de la prueba integrada de la tasa de fugas, están en BN-TOP-1 "Testing Criteria for Integrated Leakage Rate Testing of Primary Containment Structures for Nuclear Power Plants", Revisión 1, noviembre de 1.972.

La prueba inicial de tasa de fugas de la contención y sus penetraciones, se hizo a la presión de pico calculada para accidente. Los valores de la temperatura de bulbo seco en el ambiente de la contención y la humedad relativa, se registraron durante el período de pruebas por si se necesitaba corrección de datos. Las pruebas establecen la capacidad de la contención para soportar la presión a la que ha sido diseñada, con unas fugas que no excedan las especificadas.

Estos datos se delinearán para establecer las relaciones iniciales entre la presión interna, la tasa de fugas, la presión y temperatura externas, la humedad relativa, etc.

El sistema de medida utilizado para las pruebas iniciales de fugas en la contención, es una unidad móvil para uso en las dos centrales. Esta unidad móvil se usará también para las pruebas periódicas de fugas. Estos instrumentos se calibran antes de cada prueba periódica y están disponibles durante toda la vida de la central, sin embargo, habrá instrumentos de repuesto de cada tipo.

6.2.1.4.1.2. Pruebas locales

Antes de la puesta en marcha inicial, se hicieron pruebas de las fugas en las penetraciones y las válvulas de aislamiento para comprobar que la fuga potencial se mantenía dentro de valores aceptables.

Las pruebas locales, se realizaron a 52 psig (3,65 kg/cm²).

6.2.1.4.2. Pruebas de fugas después de la operación

Se realizarán pruebas periódicas de fugas en la contención, penetraciones y válvulas de aislamiento, para verificar la integridad continuada de su estanqueidad.

Las pruebas integradas de tasa de fugas después de la operación y las pruebas postoperacionales de las penetraciones y las válvulas de aislamiento se hacen a 52,0547 psig (3,663,3 kg/cm²) presión de pico calculada en accidente, originalmente.

6.2 - 54

6.2.1.4.3. Inspección, pruebas y vigilancia de los materiales de la contención

Rev.39

- 38. Documento soporte licencia DST 2013-030 "Metodología de análisis de la contención para C.N. Ascó", Rev. 4, Octubre 2013
- 39. Documento soporte licencia DST 2013-032 "Análisis del espectro LOCA y MSLB de Contención con GOTHIC 7.2 para C.N. Ascó", Rev. 2, Octubre 2013
- 40. Documento soporte licencia DST 2013-031 "Análisis de contención en caso de LOCA y MSLB para C.N. Ascó", Rev. 5, Octubre 2013
- 41. Informe DST 2010-141 Rev. 2 "Cálculo de parámetros para el modelo de GOTHIC de C.N. Ascó (Rev.3) [ING-07003 Rev.3]", Octubre 2012
- 42. Carta WIN/06/ANAV/074: NSAL-06-06 "LOCA Mass and Energy Release Analysis" (06/06/2006), [Registro de Entrada V16977 26/09/2006]
- 43. NAI 8907-06, EPRI, September 2004, "GOTHIC Containment Analysis Package Technical Manual", Version 7.2, Rev. 15
- 44. Carta WIN/12/1/669: NSAL-11-05 "Análisis de Liberación de Masa y Energía tras un LOCA", [Registro General 032014 07/05/2012]
- 45. Carta WIN/14/1/742: NSAL-14-2 "Análisis de Liberación de Masa y Energía tras un LOCA". Impacto de las propiedades del material de los tubos de los GGVV [Registro General 038313 11/04/2014]

37.

TABLA 6.2-2 (Hoja 1 de 2)

CONDICIONES INICIALES PARA EL ANALISIS DE CONTENCION⁽¹⁾

	CARACTERISTICAS	DATOS	
Sister	na Refrigerante del Reactor		
-	Nivel de potencia del NSSS, Mwt	2.970	
-	Presión del refrigerante, psia	2.280	
-	Temperatura media del refrigerante, °F(°C)	591,0 (310,6)	
-	Masa de líquido y vapor del sistema refrigerante del reactor, Ibm	426,66 E+3	
-	Energía del líquido y del vapor del sistema refrigerante del Reactor, Btu ⁽²⁾	253,6 E+6	
-	Volumen interno de refrigerante, ft ³	10.288	
Conte	ención		
-	Presión, psia	15,714,7	
-	Humedad relativa, %	0 50	
-	Temperatura interior, °F	120,2	
-	Temperatura exterior, °F	90	
-	Temperatura del tanque de almacenamiento de agua de recarga, °F	100	
-	Temperatura del agua de los acumuladores, °F	120	
-	Temperatura del nitrógeno de los acumuladores, °F	60 ⁽³⁾	
Salva	guardias Tecnológicas		
-	Temperatura del agua de refrigeracion, °F	95 96 ⁽⁴⁾	
-	Temperatura del agua de servicio, ºF	95 ⁽⁴³⁾	
-	Temperatura del agua en el pozo de la torre de refrigeración, °F	95 ⁽⁴³⁾	

⁽¹⁾ Las condiciones pueden diferir de los criterios de cálculo de aceptación final (Capítulo 15).

(2) Todas las energías relativas a la temperatura de 0°C (32°F).

⁽³⁾ Las condiciones iniciales del N_2 de los acumuladores son las más conservadoras, según lo indicado en la Tabla 6.3-1.

⁽⁴⁾ Las temperaturas de los sistemas de Agua de Refrigeración y Agua de Servicio varían durante el accidente en función de la carga térmica.

TABLA 6.2-5

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE PRESION DE LA CONTENCION PARA EL CASO 1 DE LOCA (DEPSG, CON SALVAGUARDIAS MÍNIMAS)

Energía Elim nada por	la Refrigeración	(E+6 BTU)	42,46 9,86
Energía en los	sumideros de calor	(E+6 BTU)	100,47 62,64
	Energía en el sumidero	(E+6 BTU) (E+6 BTU)	218,94 96,65
	Energía en el vapor + gotas	(E+6 BTU) (E+6 BTU) (E+6 BTU)	303,422 228,80
	Energía en el Aire	(E+6 BTU)	9,15 17,58
Energía	Total Liberada	(E+6 BTU)	589,32 392,94
	resión ención	(s)	1040 284
	Pico de Presión en Contención	(bsig)	46,2⁽¹⁾ 43,4
	ESF AC/Rociado		1/1
		Rotura/ECCS	DEPSG/min. DBA
		CASO	_

Valor de pico de presión obtenido de la simulación con GOTHIC sin tener en cuenta la penalización asociada con las NSAL 06-06, NSAL 11-05, y NSAL 14-2. E

TABLA 6.2-5 (a)

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE TEMPERATURA DE LA CONTENCION PARA EL CASO 1 DE LOCA (DEPSG, CON SALVAGUARDIAS MÍNIMAS)

Pico de Temperatura en sumidero	(s)	1.0001040
	(°F)	262259,70 4.0001040
Pico de emperatura en Contención	(s)	2841040
Picc Tempera Conte	(aF)	268268,34
ESF AC/Reciado	Tren/Tren	1/1
	Rotura/ECCS	DEPSG/min.DBA
	CASO	-

TABLA 6.2-6

RESULTADOS EN LA CONTENCION DURANTE EL ACCIDENTE BASE DE DISEÑO

PARAMETROS	ANTES DEL LOCA	EN EL PICO DE PRESION		
Tiempo, s		1040281		
Presiones		18. -		
Vapor, psia	0,85 0,93	40,4 40,78		
Aire, psia	13,85 1 4,77	17,4 20,12		
Total psia	14,70 15,70	57,8 60,9		
Temperaturas				
Vapor y aire, ⁰F	120,2	268 268,34		
Agua en el sumidero, ºF		246 259 ,7		
Masa liberada, lbm		a.		
Rotura		6,1141 9,6350 E+5		
Rociado		4 ,3629 2,0220 E+4		
Total		6,5504 1,1657 E+5		
Masas en la contención				
Aire, Ibm	1,4137 E+5 1,6006	1,4137 E+5 5,2064 E+4		
	E+5			
Vapor, Ibm	5,4193-E+3 1,0330	2,0957 E+5 2,5583 E+5 ⁽¹		
	E+4			
Agua en el sumidero, lbm		4 ,5085 E+5 9,5785 E+5		
Total, Ibm ⁽²⁾	1,4679 E+5 1,7039	8,0179 E+5 1,2657 E+6		
	E+5			
Coeficiente de transferencia de calor (Btu/h-ft ^{2 o} F) ⁽³⁾	(Market Street)	115,6 99,91		

⁽¹⁾ Vapor + gotas.(2) Cambio de mas

⁽²⁾ Cambio de masa total en la contención = total de masa liberada.

⁽³⁾ Coeficiente de transferencia de calor por condensación entreEntre la atmósfera y estructura de la contención, en el instante del pico de presión.

de calor de aislamiento de las salvaguardias.

Durante las operaciones indicadas anteriormente para las cuales es necesario poner en funcionamiento el Sistema de Agua de Servicios de Salvaguardias, se pondrán en operación ambos trenes simultáneamente, permaneciendo activos durante todo el tiempo que se requiera, pudiendo el operador poner un tren fuera de servicio a voluntad cuando la situación de emergencia haya sido controlada. En el caso de parada ordenada, podrán pararse ambos trenes tal como se ha indicado en el párrafo anterior y siempre que el Sistema de Agua de Servicios se encuentre disponible.

La filosofía aplicada al sistema se basa en que todos los equipos a refrigerar que lo integran reciben siempre el caudal requerido de agua, tanto si se encuentran en operación como inactivos. De esta forma se eliminan posibles fallos operacionales y se logra una perfecta distribución de caudales en todos sus circuitos. Por tanto, en los ensayos preoperacionales, se fija la posición de las válvulas a la salida de los distintos cambiadores para obtener la correcta distribución del fluido refrigerante mediante las lecturas de pérdidas de presión, medidores de caudal y presión en la descarga de las bombas, procediendo a enclavar las válvulas operadas, una vez obtenido el ajuste.

Como medio final de eliminación de calor se emplean las torres de refrigeración, las cuales transfieren la carga de calor a la atmósfera. Estas son del tipo de tiro inducido con flujo de aire-agua en contracorriente, de forma geométrica circular, dividida en tres celdas independientes y construidas sobre un pozo de hormigón armado, empleado como recipiente almacenador del agua.

La capacidad de eliminación de calor del sistema se ha evaluado mediante el modelo de Contención, Sistemas de Salvaguardias y Sumidero Final de Calor con Gothic (ver sección 6.2), con las hipótesis descritas en la Tabla 9.2-11. De esta evaluación se obtiene que la máxima temperatura alcanzada en el Sistema de Agua de Servicios de las Salvaguardias Tecnológicas es 36,03°C (96,9°F) a los 9301 segundos, lo que supone un ligero incremento por encima del valor de diseño (95°F) que, siendo inferior a 99,2°F, se ha comprobado aceptable para el funcionamiento de los equipos enfriados.

Todos los materiales componentes de las torres son a prueba de incendios. Las torres han sido diseñadas de acuerdo con las CTI Standards, con las placas del relleno y del separador de gotas de amianto-cemento, totalmente no inflamable. Un motoventilador instalado en la parte superior de cada celda aporta caudal de aire inducido necesario para el proceso de refrigeración. La puesta fuera de servicio de uno de ellos no afecta

9.2-5 Rev.39

objeto de dar paso al agua a los primeros y reducir el caudal a los segundos,

En el colector de descarga de las bombas, líneas de salida de las penetraciones y a la salida de algunos de los equipos del sistema, se han instalado medidores de caudal con indicación de alarma de bajo caudal en la sala de control para vigilancia de la buena distribución del caudal.

Excepto en los cambiadores de calor del Sistema de Evacuación de Calor Residual, como ya se ha indicado anteriormente, la filosofía de operación aplicada al sistema se basa en que todos los equipos a refrigerar reciben siempre el caudal de agua requerido, tanto si se encuentran en operación como inactivos. De esta forma, se logra una mejor distribución de caudales con todos los circuitos.

Las cuatro unidades de refrigeración normal y de emergencia de la Contención disponen, cada una de ellas de un by-pass de actuación automática que se abren ante la señal de inyección de seguridad a fin de limitar la capacidad de refrigeración a valores que no superen la capacidad de eliminación de calor del sistema, a la vez que mantiene el balance de caudales. En las operaciones normales de la unidad los "by-pass" permanecen cerrados.

La capacidad de eliminación de calor del sistema se ha evaluado mediante el modelo de Contención, Sistemas de Salvaguardias y Sumidero Final de Calor con Gothic (ver sección 6.2), con las hipótesis descritas en la Tabla 9.2-11. De esta evaluación se obtiene que la máxima temperatura alcanzada en el Sistema de Agua de Refrigeración de Salvaguardias es 45,32°C (113,6°F) a los 6600 segundos, lo que supone un ligero incremento por encima del valor de diseño (105°F) durante un período de aproximadamente 6 horas. En base a las evaluaciones realizadas, dicha evolución de temperatura es aceptable para el funcionamiento de los equipos enfriados.

Las tuberías que refrigeran las barreras térmicas de las bombas de refrigeración del reactor disponen de las adecuadas válvulas para obtener un aislamiento eficaz en caso de fuga de refrigerante primario hacia el sistema de refrigeración de salvaguardias, como consecuencia de la rotura de la barrera térmica de una cualquiera de las bombas indicadas. Alarmas de alta presión y/o exceso de caudal, se darán en la sala de control en el caso de que se produzca dicha rotura. El tramo de tubería comprendido entre las válvulas de aislamiento ha sido diseñado de acuerdo con los requerimientos de las tuberías de los tres lazos del refrigerante primario, además de disponer de dispositivos de alivio de sobrepresiones anormales.

A fin de detectar las posibles fugas de fluidos radiactivos al agua de refrigeración a

9.2 - 25

Rev.39

- El conservadurismo en los sistemas ha tenido en cuenta el maximizar la extracción de energía de la contención.
- Se establecen como parámetros de control ambientales, al objeto de que resulten las máximas pérdidas por evaporación, la temperatura de bulbo húmedo promedio para un periodo característico de 30 días consecutivos y la temperatura de bulbo seco coincidente para ese mismo periodo. Se utilizan los datos meteorológicos registrados en el emplazamiento de C.N. Ascó correspondiente al periodo 1990-2013, por resultar éste el periodo de que se dispone de dichos datos en formato digital (Tabla 9.2-10).
- C) Método de determinación del consumo de agua del Sumidero Final de Calor

El método para determinar el cumplimiento con la normativa aplicable es el siguiente:

- Cálculo del consumo para la unidad en condiciones de LOCA y para la unidad en caso de parada normal con pérdida de potencia exterior.
- Tratamiento de las pérdidas por evaporación de la Balsa de Salvaguardias y por arrastre en las Torres de Refrigeración durante los 30 días de duración del análisis.
- Cálculo del inventario total de agua disponible para mitigar el accidente en las condiciones indicadas sin recibir aporte exterior alguno.
- Se compara finalmente el consumo total calculado por las dos unidades de C.N. Ascó con el volumen total disponible en la misma.

Dado que en el balance de inventario intervienen tanto la Balsa de Salvaguardias como las Torres de Refrigeración y que las condiciones iniciales (temperatura del agua) son diferentes, se ha tenido en cuenta el factor corrector de la densidad en los volúmenes considerados, de tal manera que los inventarios requeridos y disponibles en cada uno de ellos se expresen en unidades de masa.

D) Verificación de las bases de diseño del Sistema de Agua de Reposición a las Torres de Refrigeración

El Sumidero Final de Calor dispone por sí mismo de un volumen de agua, con capacidad suficiente para compensar las pérdidas. Para ello, se dispone de una reserva como mínimo de 3,16E+7 kg, (2,96E+7 kg en la Balsa de Salvaguardias y 2,70E+6 kg en 3 de los 4 pozos de las torres), de los cuales 3,10E+7 kg son requeridos para refrigerar el sistema (volumen termodinámico), 6,26E+5 kg son requeridos para compensar la evaporación de la propia balsa y 6,80E+5 kg para compensar las pérdidas por arrastre.

El inventario disponible garantiza adicionalmente las potenciales fugas por filtraciones.

9.2-51 Rev.39

EFS - C.N.ASCO I

TABLA 9.2-5 (Hoja 4/6)

SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACION DE SALVAGUARDIAS TECNOLOGICAS

REQUERIMIENTOS DE CAUDAL Y CARGA TERMICA PARA UN TREN (1)

POST-LOCA-FASE DE

0 d I n 0 g	A.	ARRANQUE		PARA	PARADA 4 h		RECIRCULACION SEGUNDO ~ 665(LACION (2) ~ 6650 6500
	Gpm (3)	BTU/h (E6)	(王6)	gpm(3)	BTU/h (E6)	(王6)	gpm(3)	BTU/h (E6)
refrigeración del re- Contención	4.000	4,08	7	4.000	4,08	3.200	3.2004.000	90,59105,48
reiilyerance dei reac- a térmica gistoma do omagión	120	2,4		120	8,0		I	ţ
ı sıstema de evacdacıdı residual	3944	0,14		4439	0,14		3944	0,14
Cambiadores del sistema de eva- cuación de calor residual (4) 4.6005.600	05.600	15,7	4.600 5.600	5. 600	77,66	3.200	3.200 5.600	118,74112,06
carga	721440,24 0, 0,2472 0,	40,23		144	0,2472		0,23	144
Bombas de rociado del recinto de la Contención	48	1		48	1		48	60'0
Bombas de agua de refrigeración de salvaguardias	96	0,17		96	0,17		96	0,17
Unidades de refrigeración sala de equipos eléctr. de salvaguardias (5)	390	1,53		390	1,53	W	263 399 1,29 1,53	29 ¹ , 53

TABLA 9.2-5 (Hoja 6/6)

SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACION DE SALVAGUARDIAS TECNOLOGICAS

(1) En el estudio se ha previsto el máximo desequilibrio entre los dos trenes, analizando el más desfavorable.

En el resto de los modos de operación de la planta los requerimientos son notablemente inferiores.

El caudal máximo requerido por las bombas de agua de refrigeración corresponde al arranque, cuyo valor es de **11.920** 12.224 gpm.

Se considera la refrigeración de dos bombas de carga alineadas al mismo tren, aunque tan sólo una en funcionamiento.

Las Unidades de refrigeración de salas eléctricas de salvaguardias y Sala de Control funcionan con el caudal regulado mediante válvulas controladoras de presión.

(2) Datos Post-LOCA a 2.911,7 MWt NSSS. El máximo pico de carga de calor a disipar por el cambiador de calor de las salvaguardias corresponde a la operación en condiciones de LOCA durante la fase de recirculación para el accidente de rotura completa circunferencial con separación de extremos del tramo correspondiente a la aspiración de la bomba de refrigeración del reactor con fallo de un tren del sistema de refrigeración de emergencia del núcleo y un tren completo de salvaguardias. El valor correspondiente de 224,8 233,0-E6 BTU/h se alcanza a los 6.650 6500-segundos después del inicio del accidente.

Aunque el pico de carga de calor excede sensiblemente la carga original de diseño del cambiador (152,97 E6 BTU/h), la carga térmica sólo queda por encima del punto de diseño durante un período de aproximadamente 2,75 menor de 5 horas, que representa una pequeña fracción de la duración del accidente. El impacto del déficit de capacidad de enfriamiento durante este período es producir en la temperatura del agua de refrigeración de salvaguardias un ligero incremento por encima del valor de diseño de 105°F durante una período de aproximadamente 0,14 6,25 horas. El pico de temperatura asciende a 105,11 114,4°F. En base a las evaluaciones realizadas, la temperatura pico de 114,4°F es aceptable para el

funcionamiento de los equipos enfriados.

- (3) Los caudales indicados corresponden a la temperatura de diseño del agua que es de 105°F. Para el caso de POST-LOCA los caudales requeridos han sido calculados teniendo en cuenta el pico de temperatura indicado en el punto (2)
- (4) Se requiere un caudal de agua de refrigeración al cambiador de evacuación de calor residual de 3200 gpm para dar cumplimiento a la función de seguridad consistente en enfriar la Planta hasta Parada Fría (93,3°C; 200 °F) en 30 horas y con un único tren disponible del RHR. Por otro lado, se requiere un caudal de 4600 gpm para dar cumplimiento a los requisitos operativos del RHR, que tiene que ser capaz de aceptar la carga térmica existente 4 horas tras la parada del reactor, con los dos trenes en funcionamiento y reduciendo la temperatura del Refrigerante del Reactor de 175 °C a 60 °C en 16 horas.
- (5) Para poder extraer la carga térmica de la sala de equipos eléctricos de salvaguardias, en condiciones de operación normal, arranques y paradas, el caudal de agua de refrigeración requerido a las unidades HVAC es de 390 gpm, por ser la carga térmica mayor que en condiciones de accidente (LOCA), donde se requiere un caudal de 263 gpm.

TABLA 9.2-10

CONDICIONES METEOROLÓGICAS PARA EL ANÁLISIS DEL SUMIDERO FINAL DE CALOR

Temperatura	Bulbo	Húmedo,	°C		٠.		٠		•		٠	٠		٠	21,	7
Temperatura	Bulbo	Seco (co	oinc	id	en	te	e)	,	٥(C			 		28,	1

EFS - C.N.ASCO I

TABLA 9.2-11

PRINCIPALES HIPÓTESIS DE GOTHIC PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DE TEMPERATURA EN LOS SISTEMAS 43 Y 44

n sepando de la companya de la compa	Análisis P,T en contención	Análisis evaluación temperaturas	n temperaturas	Análisis consumo UHS	
Catatributa	(Sección 6.2)	S-44	S-43	(Sección 9.2.5)	
Duración del análisis	1 día	1 día	œ	30 días	(NOTA 1)
Criterio de fallo único	SÍ	SÍ		ON	(NOTA 2)
Unidades CAC's en funcionamiento	2 unidades	2 unidades	ades	4 unidades	
Descargas de masa y energía	Mínimas Salvaguardias	Mínimas Salvaguardias	vaguardias	Máximas Salvaguardias	
Tiempo para recirculación	3046,8 s.	3046,8 s.	8 s.	1533,7 s.	
Caudal RHR (aspirando desde sumideros)	234,35 kg/s	283,92 kg/s	kg/s	283,92 kg/s	(NOTA 3)
2% conservadurismo en curvas de CAC'S	SÍ	ON		NO	(NOTA 4)
Caudal sistema de agua de servicios de las salvaguardias a:					(NOTA 5)
 Unidades de refrigeración del recinto de la contención 	3200 gpm	4000 gpm	md	3200 gpm	
■ Cambiadores del Sistema de Evacuación de Calor Residual	3200 gpm	5200 gpm	mdi	5600 gpm	
 Unidades de Refrigeración de la Sala de Equipos Eléctricos de Salvaguardias 	263 gpm	429 gpm	md	390 gpm	
 Unidades de Refrigeración de la Sala de Control 	133 gpm	223.3 gpm	gpm	203 gpm	
 Cambiador de calor del Foso de Combustible Gastado 	1100 gpm	1210 gpm	pm	1100 gpm	
 Caudal total correspondiente a las bombas de salvaguardias tecnológicas 	327 gpm	359.7 gpm	gpm	327 gpm	
Reducción de área de intercambio en el cambiador de las salvaguardias	10%	10%	%0	%0	(NOTA 6)
Caudal por el sistema de agua de servicios de las salvaguardias	1233,54 kg/s	1233,54 kg/s	1266,68 kg/s	1266,68 kg/s	(NOTA 6)

- Nota 1 : La duración del análisis se toma igual a 1 día, como en el análisis de respuesta de contención, ya que el periodo de máxima carga térmica se da poco después del cambio a recirculación de los sistemas de salvaguardias, llevando a un pico de temperatura en los sistemas entre los 6000 y 10000 segundos.
- Nota 2 : Se considera un único tren en funcionamiento ya que esta situación es limitante frente a la situación donde la carga térmica se reparte entre los dos trenes.

 Consecuentemente se consideran las siguientes hipótesis:
 - 2 unidades de refrigeración de contención en funcionamiento.
 - descargas de masa y energía asociadas a un único tren en funcionamiento, es decir, Mínimas Salvaguardias.
 - Tiempo de recirculación asociado, de 3046,8 s.
- Nota 3: Dado que el sistema se ajusta en virtud del RV 4.5.2.f.h.2 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento a un valor entre 865 m³/h y 1.022 m³/h y la máxima extracción de calor se alcanza para el caudal más elevado, se selecciona para el análisis el último de los valores, de 1022 m³/h (283,92 kg/s o 4500 gpm).
- Nota 4 : En el análisis de respuesta de contención, al objeto de minimizar la capacidad de extracción de energía por parte de las unidades de refrigeración de contención se penaliza con un 2% sus curvas características. Esta penalización no se considera en el análisis de temperaturas, maximizando por tanto la carga térmica que se les transfiere.
- Nota 5 : Se considera un caudal de refrigeración de 4000 gpm (superior a los 3200 gpm requeridos) a las unidades de refrigeración de contención.

Se considera un caudal de 5200 gpm (superior a los 4600 gpm requeridos) al cambiador de calor del sistema de extracción de calor residual.

Se considera un aumento del 10% en los caudales de refrigeración suministrados por el Sistema de Agua de Refrigeración de las Salvaguardias Tecnológicas a cada uno de estos componentes que realizan funciones de seguridad en caso de accidente (LOCA) sobre los requeridos en Especificaciones Técnicas de Funcionamiento:

- unidad HVAC de salas de equipo eléctrico,
- cambiador de calor del foso de combustible gastado,
- unidad HVAC de la sala de control,
- y, las propias bombas de salvaguardias tecnológicas.
- Nota 6 : Para maximizar la temperatura en el cambiador de calor del Sistema de Agua de Refrigeración de las Salvaguardias Tecnológicas (44E01A/B) se considera, a efectos de minimizar la transferencia de calor hacia el sumidero final (a) una reducción del 10% del área de intercambio de calor y (b) caudal mínimo en el Sistema de Agua de Servicios de las Salvaguardias Tecnológicas (43).

Para maximizar la temperatura en el Sistema de Agua de Servicios de las Salvaguardias Tecnológicas (43) se consideran caudales máximos en el sistema y no se penaliza la reducción de área en el cambiador de calor 44E01A/B.

Para el funcionamiento normal de las Torres, las condiciones de proyecto exigen una temperatura del termómetro húmedo máxima de 27,8°C (82°F) y la condición exigida a la balsa es que no experimente pérdidas apreciables en el agua almacenada (Tabla 9.2-3).

En la Tabla 2.3-10 (hoja 2 de 2) se reflejan los valores medios y extremos de la temperatura del termómetro húmedo, registrados en el emplazamiento durante el período 1988-1999. En ella se comprueba que dichos valores medios son inferiores a los 20°C y que la temperatura húmeda media de las máximas más alta es de 22,2°C. La temperatura húmeda máxima absoluta registrada ha sido de 26,9°C, inferior a los 27,8°C adoptados en el proyecto de las torres de refrigeración de salvaguardias.

Las pérdidas por evaporación de agua de la balsa se han estimado con las fórmulas empíricas de Christriansen y Hargreaves (Referencia 4), en función de los parámetros climatológicos del emplazamiento referentes a temperatura, humedad, viento e insolación y de sus coordenadas geográficas (latitud y altitud). Para los meses de verano (de Junio a Septiembre) se han estimado unas evaporaciones medias de 154, 187, 155 y 118 mm de agua/mes, respectivamente. Adoptando el valor más alto como evaporación previsible para un período cualquiera de 30 días, ello se traduciría en un descenso de nivel en la balsa de 187 mm. Este descenso de nivel corresponde a 1001 m3, si la balsa está llena al nivel mínimo requerido por las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento, y a 257 m3 si la balsa está en su nivel mínimo en cuanto a volumen disponible. Consecuentemente, y dada la forma geométrica (tronco de pirámide invertida) de la balsa, se considera que el volumen consumido a considerar por evaporación en el escenario de 30 días sin aporte exterior resultaría de 629 m3, obtenido como media aritmética de los valores antes reseñados. Adicionalmente, las pérdidas por filtraciones se estiman que equivalen a un inventario de 30 m3. Las pérdidas por filtraciones se ha estimado que equivalen a un descenso de nivel de 13 mm/mes.

Las pérdidas totales de la balsa, evaporación más filtraciones, supondría por consiguiente un descenso de nivel de 200 mm equivalentes a 1.152 m³ ó el 4,4 % del volumen total de agua embalsada.

Esta estimación se ha realizado aplicando hipótesis conservadoras y está referida al mes más desfavorable del año, por lo tanto es poco probable que pueda ser rebasada.

Las pérdidas por arrastre del viento no se toman en consideración, dadas las características constructivas de la balsa.

2.3-19 Rev.43

6.2. SISTEMAS DE LA CONTENCION

Los sistemas de la contención incluyen la contención, los sistemas de extracción de calor de la contención, los sistemas de limpieza y purificicación de aire de la contención, el sistema de aislamiento de la misma, y el sistema de control de gas combustible de la contención.

Se define el accidente base de diseño (DBA) como el más grave de un espectro de accidentes de pérdida de refrigerante del reactor (LOCA) y rotura de líneas de vapor principal (MSLB) hipotéticos que genere una mayor presión en contención. La capacidad de los sistemas de contención para mitigar las consecuencias de un DBA depende de la alta fiabilidad de estos sistemas. Esta sección facilita los criterios de diseño y las evaluaciones para demostrar que estos sistemas funcionan dentro de los límites especificados a lo largo de la vida de la central.

6.2.1. Diseño funcional de la contención

Una descripción física de la contención y de los criterios de diseño relacionados con técnicas de construcción, cargas estáticas y cargas sísmicas, aparece en la Sección 3.8. Esta sección hace referencia a aquellos aspectos del diseño de la contención, pruebas y evaluación en relación con la función de una mitigación del accidente.

6.2.1.1. Bases de diseño

La estructura de la contención debe ser capaz de soportar, sin pérdida de funcionalidad, las condiciones de presión y temperatura resultantes de accidentes postulados de pérdida de refrigerante y roturas de las líneas de vapor o agua de alimentación. La estructura de la contención también debe mantener la integridad funcional durante el largo plazo que sigue al accidente postulado.

Los criterios generales de diseño se recogen en la IS-27, y los requisitos para cumplirlos son los siguientes:

1. Para cumplir los requisitos de los Criterios Generales de Diseño 16 y 50, los picos calculados de presión y temperatura en contención después de un accidente con pérdida de refrigerante, o de una rotura de la línea

6.2-1 Rev.42

de vapor o agua de alimentación, deben ser menores que sus respectivos valores de diseño de la contención.

- 2) Para cumplir los requisitos del Criterio General de Diseño 38, la presión y temperatura de contención deben reducirse a un valor menor del 50% de los respectivos picos calculados de presión y temperatura, para un accidente base de diseño con pérdida de refrigerante, dentro de las 24 horas después del accidente postulado.
- 3) Para cumplir los requisitos de los Criterios Generales de Diseño 38 y 50, el análisis del accidente con pérdida de refrigerante debe basarse en la hipótesis de pérdida de energía externa y se identificará la hipótesis de operabilidad de los sistemas de salvaguardias que produzca mayores picos de presión y temperatura en contención.

Las consecuencias radiológicas del DBA aparecen en la Sección 15.4.1.3.

6.2.1.1.1. Accidentes postulados

El edificio de contención se diseña para que, junto con el funcionamiento de los Sistemas de Salvaguardias Tecnológicas, pueda soportar las condiciones de presión y temperatura resultantes de la liberación de masa y energía asociada a un accidente de pérdida de refrigerante primario o secundario, supuesto el núcleo funcionando a una potencia de 2.958 MWt (1,006 x potencia nominal del núcleo), y para limitar la correspondiente dosis en el radio de exclusión a valores por debajo de los establecidos en la norma 10CFR100 apartado 11.

Se supone que el accidente base de diseño se produce como consecuencia de la rotura de una tubería del Sistema Refrigerante del Reactor. En el caso peor se postula una rotura circunferencial completa de la mayor de tales tuberías. Las bases de diseño incluyen asimismo la pérdida de alimentación eléctrica exterior y el fallo de uno de los componentes de los Sistemas de Salvaguardias Tecnológicas simultánea con el accidente de pérdida de refrigerante.

Se entiende por rama caliente el tramo de tubería del Sistema Refrigerante del Reactor comprendida entre la vasija y el Generador de Vapor, por rama intermedia el tramo comprendido entre el Generador de Vapor y la bomba y por rama fría el tramo comprendido entre la bomba y la vasija.

6.2-2 Rev.42

temperatura en la contención, después de un accidente de pérdida de refrigerante (LOCA).

EL-LOCA que da lugar a un mayor pico de presión y temperatura, en la contención se define como accidente base de diseño (DBA). Los análisis de respuesta de la contención suponen que, simultáneamente a la rotura de la tubería de refrigerante, se produce una pérdida de alimentación eléctrica exterior y el fallo de un componente activo de los Sistemas de Salvaguardias Tecnológicas.

No se consideran explícitamente en esta sección otros sucesos simultáneos posibles, tales como un terremoto o los efectos locales de la rotura de una tubería, salvo que tales sucesos pudieran afectar a la descarga de masa y energía a la contención.

6.2.1.1.2. Fuentes de energía posteriores al accidente

El suministrador del reactor ha calculado las fuentes de energía que se producen como consecuencia de una rotura en las tuberías de refrigerante primario, con objeto de predecir conservadoramente la presión máxima en la contención después de un accidente. Tales fuentes de energía incluyen el calor almacenado en el refrigerante del reactor, en el agua de inyección de seguridad, en el combustible, en las vainas, en los elementos internos de la vasija del reactor, en la vasija de reactor, en las tuberías del refrigerante del reactor, y en el lado secundario y en los componentes metálicos de los Generadores de Vapor.

Se considera también como fuente de energía el calor generado en el interior del núcleo por desintegración radiactiva de los productos de fisión. La energía disponible por este concepto se va añadiendo a la del refrigerante del reactor en el transcurso del tiempo.

También se tiene en cuenta en los cálculos de LOCA la descarga de nitrógeno a contención procedente de los acumuladores de inyección de seguridad después de que todo el líquido de los mismos se haya vaciado.

Al no estar incluida esta fuente entre las descargas calculadas por el suministrador en el análisis de licencia, se calcula de forma analítica con hipótesis conservadoras:

• La descarga de nitrógeno se inicia a partir del instante de finalización de la

6.2-6 Rev.42

descarga de agua del acumulador e indistintamente para los 3 acumuladores.

 Las propiedades del nitrógeno en el acumulador, de forma instantánea, se rigen por la ley de gases ideales:

$$PV = nRT$$

• El vaciado de agua del acumulador genera una expansión de la masa de nitrógeno presente en el mismo, la cual, se considera isentrópica pura:

$$PV^{\gamma} = cte$$
 siendo $\gamma = 1.4$

• Para calcular la masa de nitrógeno descargada se asume que la expansión del nitrógeno en el acumulador es efectiva hasta que se iguala con la contrapresión en contención. Se asume una contrapresión en contención fija y mínima durante todo el periodo de descarga del nitrógeno. Para fijar ese valor de contrapresión se realiza un cálculo previo con GOTHIC que analiza la evolución de presión en contención durante todo el periodo de duración de la descarga de nitrógeno y a partir del instante de inicio de la misma. No se da crédito a la descarga de la masa de nitrógeno restante, una vez pasado el pico de presión y reducida ésta a valores por debajo del valor fijo de contrapresión.

6.2.1.1.3. Contribución de las salvaguardias tecnológicas

Después de un accidente, el conjunto de salvaguardias tecnológicas, junto con la contención y los diferentes Sistemas de Agua de Refrigeración, proporcionan, tanto al personal de la central como a la población en general, una protección suficiente contra posibles emisiones de productos radiactivos.

La función de las salvaguardias tecnológicas de limitar, controlar y mitigar las consecuencias de todos los accidentes postulados, está dirigida a mantener las dosis en el límite del emplazamiento dentro de los límites establecidos en la Norma 10 CFR 100 apartado 11.

Se supone que, consecuentemente con la ausencia de alimentación eléctrica exterior y con el fallo simple coincidente con el accidente, los Sistemas de Eliminación de Calor de la Contención y/o el Sistema de Refrigeración de Emergencia del Núcleo no funcionan al máximo de su capacidad. No obstante, dada la redundancia de tales sistemas, queda asegurada suficientemente la extracción de

6.2-7 Rev.42

compatibilidad de los generadores de vapor de sustitución se consideró un espectro de roturas de tuberías, tanto de refrigerante primario como secundario. En todos los casos se supuso el reactor funcionando a plena potencia. Entre todos los accidentes postulados, se elige el más severo de ellos (desde el punto de vista de presión y temperatura en la contención) como accidente base de diseño (DBA) del edificio.

2. Condiciones iniciales y datos de partida:

Los datos de partida utilizados en el análisis de presiones en el interior de la contención, se basan en el diseño definitivo de la planta. Se han determinado los parámetros geométricos y termodinámicos asociados a las condiciones iniciales esperadas, con objeto de poder realizar de forma conservadora una predicción de las consecuencias de un posible LOCA.

A continuación se presenta una discusión de los datos de partida.

En la Tabla 6.2-1 se dan los parámetros de diseño de la contención que determinan el volumen libre interno neto, la geometría y los valores de presión y temperatura de diseño.

Las condiciones iniciales en el Sistema Refrigeración del Reactor y en la contención, antes de producirse el accidente, figuran en la Tabla 6.2-2. Se estudia el caso más limitante, descrito en la Sección 6.2.1.1.1., con la actuación del mínimo de las salvaguardias tecnológicas que equivale al fallo de un tren de Generadores Diesel. Se supone que la presión inicial en la contención es la máxima permitida por las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento atmosférica y que las temperaturas del aire en el interior y en el exterior son las máximas de diseño, con objeto de minimizar la transferencia de calor durante el accidente.

En las Tablas 6.2-3 y 6.2-4 se describen los datos relativos a sumideros de calor de la contención:-

En la Tabla 6.2-3 se especifica la geometría de cada sumidero de calor y el modelo geométrico utilizado en el análisis. La distribución de los nodos es suficientemente fina como para asegurar una buena representación del gradiente térmico en cada sumidero. Se supone una resistencia de 1,0 ft.hrºF/Btu (0,015 m.hºC/kcal) para el aire existente entre el revestimiento metálico y el muro de hormigón de la contención. No se supone ninguna interfase entre el acero de la cavidad de recarga y el hormigón.

- En la Tabla 6.2-4 se dan las propiedades y los coeficientes de transmisión del calor de los materiales que se usan en el análisis. Las propiedades de los revestimientos son las suministradas por el fabricante. Las de acero y el hormigón son las típicas para el rango de temperatura esperadas. No se tiene en cuenta el acero embebido en el hormigón. Se supone una resistencia de 1,0 ft.hrºF/Btu (0,672 m.hºC/kcal) para el aire existente entre el revestimiento metálico y el muro de hormigón de la contención.

-En la Figura 6.2-1 se muestra la eficacia de los enfriadores del aire de la contención en función de la temperatura de saturación de dicho aire para una familia de temperaturas en el agua de refrigeración. A las curvas de extracción de calor de los CAC proporcionadas por el fabricante, se introduce un conservadurismo de las mismas de un 2%.

En la Figura 6.2-2 se representa la eficacia del rociado en función de la relación vapor de agua/aire, existente en la atmósfera de la contención.

-La Figura 6.2-3 muestra el ritmo de extracción de calor en el cambiador de calor del RHR durante el accidente base de diseño y las correspondientes variaciones en la temperatura del agua de refrigeración y la temperatura del agua del sumidero.

Las condiciones iniciales y datos de partida utilizados en los análisis con metodología GOTHIC se detallan en las Referencias 40 y 41.

3. Identificación del accidente y resultados.

En la Referencia 23 se muestran los gráficos de presión y temperatura en función del tiempo, para los 11 casos analizados durante el proyecto de sustitución de los generadores de vapor (PSGV), citados en la sección 6.2.1.1.1., así como las tablas de resultados de los análisis de presión y temperatura en la contención, para el espectro de roturas citado en la Sección 6.2.1.1.1.

De los resultados obtenidos con GOTHIC y mostrados en las Tablas 6.2-5 y 6.2-5(a) correspondientes al caso 1 de LOCA (DEPSG, con Salvaguardias mínimas), que se ha identificado como accidente base de

diseño para la contención, según lo indicado en la Sección 3 de la Referencia 24 y en la Referencia 25, se deduce que tal accidente da lugar a un pico de presión de 52,05 psig (3,66 kg/cm²), lo cual queda por debajo de la presión de diseño del edificio de contención de 54 psig (3,8 kg/cm²). Este valor limitante es el resultado de penalizar el pico de presión obtenido de la simulación con GOTHIC, 46,2 psig (3,25 kg/cm²), con lo descrito en las NSAL 06-06, 2,1 psig (0,15 kg/cm²), NSAL 11-05, 3,45 psig (0,24 kg/cm²) y NSAL 14-2, 0,3 psig (0,02 kg/cm²) (Referencias 42, 44 y 45).

En la Tabla 6.2-5 se da la presión máxima, el tiempo en que se produce, y el balance de energía en el momento en el que se alcanza el pico de presión. Asimismo, en la Tabla 6.2-5(a) se da el pico de temperatura en la contención y en el sumidero y los tiempos en los cuales se producen.

En las Figuras 6.2-4 y 6.2-5 se muestran los gráficos de presión y temperatura en atmósfera y sumidero de la contención en función del tiempo correspondientes a la rotura limitante reanalizada a la potencia nominal del núcleo de 2.900 MWt, en los análisis realizados con metodología GOTHIC. De las gráficas mostradas se deduce que se satisfacen los criterios de aceptación de este análisis: el valor máximo no supera la presión de diseño de contención, así como se reducen, dentro de las 24 horas desde el inicio del accidente, los valores de presión y temperatura por debajo del 50% del valor de pico.

En la Tabla 6.2-5 se da la presión máxima, el tiempo en que se produce, y el balance de energía en el momento en el que se alcanza el pico de presión. Asimismo, en la Tabla 6.2-5(a) se da el pico de temperatura en la contención y en el sumidero y los tiempos en los cuales se producen.

En la Referencia 23 se muestran los gráficos de presión y temperatura en función del tiempo, para los 11 casos analizados durante el proyecto de sustitución de los generadores de vapor (PSGV), citados en la Sección 6.2.1.1.1., así como las tablas de resultados de los análisis de presión y temperatura en la contención, para el espectro de roturas citado en la Sección 6.2.1.1.1.

En las Figuras 6.2-6 y 6.2-7 se muestran las temperaturas en función del tiempo durante el DBA (Caso 1) en los sistemas de agua de refrigeración de salvaguardias y agua de servicio para salvaguardias.

Rev.42

En la Tabla 6.2-25G se muestra la tasa de calor de desintegración en BTU por BTU a la máxima potencia del NSSS, 2.958 Mwt. Se ha aplicado una incertidumbre dos sigma (dos veces la desviación estándar) al calor de desintegración de los productos de fisión, según el estándar ANS 5.1 aprobado en Septiembre de 1.979 (Referencia 16). Además se ha añadido algún conservadurismo para definir un límite superior para uso genérico (Referencia 13). El calor sensible que queda, tanto en el sistema primario como en el secundario, al final de la fase posterior a la inundación del núcleo, se añade al agua de la vasija del reactor. Estos criterios ayudan a asegurar una predicción conservadora de la presión y la temperatura que se producen durante la fase de recirculación del agua del sumidero y a demostrar que los sistemas disponibles son capaces de mantener efectivamente esta presión muy por debajo del valor alcanzado durante la fase de escape.

En la Figura 6.2-24 puede verse la curva presión-tiempo hasta los 2,6 E+6 1,0 E+6 s (30 días), después del accidente base de diseño, supuesto el funcionamiento de un tren de salvaguardias tecnológicas, tal como se establece en la Tabla 6.2-35A. Tras un periodo desde los aproximadamente 280 s. en que la presión oscila entre valores similares a los del pico, la La presión máxima de 43,1 46,2 psig (sin tener en cuenta la penalización de las NSAL 06-06, NSAL 11-05 y NSAL 14-2) se produce a los 1040 s. 281 s seguida de una plataforma hasta aproximadamente 1.000 segundos, y a continuación un descenso de presión con una tendencia hacia abajo hasta la terminación del accidente. En la Figura 6.2-25 se refleja la variación con el tiempo de la temperatura de la atmósfera de la contención y del agua del sumidero. Se produce un pico de temperatura de 268 268,34°F en la atmósfera de la contención a los 281 1.040 s. El pico de temperatura en el agua del sumidero es de 262 259,7°F a los 1.040 s.

En la Figura 6.2-26 se muestra la distribución de energía en la contención, en función del tiempo. Se incluyen entre los componentes de la energía los siguientes: contenido de energía de la fase de vapor (vapor de agua+aire), contenido de energía del liquido y absorción de energía en las estructuras de la contención. Se muestra también el contenido total de energía del vapor y el líquido. El valor pico de la energía total es de 6,5 7,2 E+8 Btu, a los 6.500 6.100 s aproximadamente, como consecuencia de la adición de energía a la contención, y después desciende a medida que los enfriadores del aire de la contención y el cambiador de calor residual proporcionan una eliminación neta de calor de la contención. También se muestran en la Figura 6.2-27, las curvas de calor eliminado por los enfriadores, rociado de contención y por el intercambiador de calor residual.

6.2-39 Rev.42

correspondientes siguen siendo envolventes cuando se aumenta el nivel de potencia nominal del núcleo en 1,4% (esto es, a un nivel de potencia nominal del núcleo de 2940,6 MWt).

5. RESULTADOS PRESION-TIEMPO Y TEMPERATURA-TIEMPO

Los resultados del análisis de presión y temperatura en la contención para el espectro de roturas de MSLB analizado durante el PSGV se resumen en la Referencia 26. Los resultados del análisis de presión y temperatura en la contención para el caso que ha sido reanalizado haciendo uso de la metodología GOTHIC a 2.911,7 MWt NSSS (es decir, caso 4C: rotura pequeña con separación de extremos, con vapor seco a 102% de potencia), se presentan en forma de gráficos en las Figuras 6.2-69 y 6.2-70 y en la Tabla 6.2-70.

De las gráficas mostradas se deduce que se satisface que el pico de presión máximo no supera la presión de diseño de contención, así como se reducen, dentro del periodo de análisis (10,000 s), los valores de presión y temperatura por debajo del 50% del valor de pico, verificándose por tanto el criterio de aceptación (CGD-38) que requiere que esto ocurra dentro de las 24 horas después del accidente postulado. En lo que respecta al pico de temperatura, éste supera al valor de diseño en 6°C y durante un periodo de tiempo de 30s, un tiempo suficientemente pequeño como para no suponer un calentamiento excesivo en los equipos (Análisis de Retardo Térmico --Thermal Lag- realizado con COPATTA sobre equipos relacionados con la seguridad seleccionados como los más representativos respecto de su calificación ambiental).

- 6.2.1.4. Pruebas e inspección de la contención
- 6.2.1.4.1. Pruebas preoperacionales
- 6.2.1.4.1.1. Pruebas integradas

Se realizará una prueba integrada de la tasa de fugas, para comprobar que la tasa potencial de fugas se mantiene dentro de valores aceptables.

La prueba de la tasa integrada de fugas consistió inicialmente, en una prueba preoperacional a la presión de pico en accidente 52 psig (3,65 kg/cm²). Este valor que corresponde al diseño original, es superior y, por tanto, envolvente de los valores de presión de pico con los generadores de vapor de sustitución y las

6.2-55 Rev.42

Las pruebas integradas de tasa de fugas después de la operación y las pruebas postoperacionales de las penetraciones y las válvulas de aislamiento se hacen a 52,0547 psig (3,663,3 kg/cm²) presión de pico calculada en accidente, originalmente.

6.2.1.4.3. Inspección, pruebas y vigilancia de los materiales de la contención

Se realizarán las siguientes pruebas para asegurar la integridad del revestimiento:

- a. Pruebas de construcción durante la instalación del revestimiento de la contención.
- b. Pruebas preoperacionales después de la construcción completa de la contención y del revestimiento, las penetraciones eléctricas y tuberías, y las compuertas de personal y de equipo, pero antes de la operación del reactor.
- c. Pruebas de fugas postoperacionales a intervalos periódicos, durante la vida de la central.

Pruebas del revestimiento durante la construcción

Los procedimientos de inspección empleados durante la construcción para las soldaduras de las uniones, los tensores del revestimiento y las penetraciones circulares consisten en: inspección visual, pruebas en la cámara de vacío con espuma jabonosa, radiografías, pruebas de soldadura con liquido penetrante, e inspección por partículas magnéticas.

a. Inspección visual de las soldaduras.

Todas las soldaduras las inspecciona visualmente un técnico responsable del control de calidad de las soldaduras. Las bases para inspección visual de la calidad son:

1. Cada soldadura es uniforme en anchura y tamaño a lo largo de toda su longitud. Cada lecho de soldadura será liso y estará libre de escorias, virolas, porosidades, y estará completamente soldado al lecho adyacente de soldaduras y el metal base.

Además, cada cordón de soldadura cubierto deberá estar libre de ondulaciones bruscas, superficies irregulares, gránulos, cráteres, surcos profundos o valles entre los lechos. Se permite el biselado de

6.2-57 Rev.42

- 38. Documento soporte licencia DST 2013-030 "Metodología de análisis de la contención para C.N. Ascó", Rev. 4, Octubre 2013
- 39. Documento soporte licencia DST 2013-032 "Análisis del espectro LOCA y MSLB de Contención con GOTHIC 7.2 para C.N. Ascó", Rev. 2, Octubre 2013
- 40. Documento soporte licencia DST 2013-031 "Análisis de contención en caso de LOCA y MSLB para C.N. Ascó", Rev. 5, Octubre 2013
- 41. Informe DST 2010-141 Rev. 2 "Cálculo de parámetros para el modelo de GOTHIC de C.N. Ascó (Rev.3) [ING-07003 Rev.3]", Octubre 2012
- 42. Carta WIN/06/ANAV/074: NSAL-06-06 "LOCA Mass and Energy Release Analysis" (06/06/2006), [Registro de Entrada V16977 26/09/2006]
- 43. NAI 8907-06, EPRI, September 2004, "GOTHIC Containment Analysis Package Technical Manual", Version 7.2, Rev. 15
- 44. Carta WIN/12/1/669: NSAL-11-05 "Análisis de Liberación de Masa y Energía tras un LOCA", [Registro General 032014 07/05/2012]
- 45. Carta WIN/14/1/742: NSAL-14-2 "Análisis de Liberación de Masa y Energía tras un LOCA". Impacto de las propiedades del material de los tubos de los GGVV [Registro General 038313 11/04/2014]

37.

TABLA 6.2-2 (Hoja 1 de 2)

CONDICIONES INICIALES PARA EL ANALISIS DE CONTENCION *

	CARACTERISTICAS	DATOS
Sist	ema Refrigerante del Reactor	
-	Nivel de potencia del NSSS, Mwt	2.970
-	Presión del refrigerante, psia	2.280
-	Temperatura media del refrigerante, °F(°C)	591,0 (310,6)
-	Masa de líquido y vapor del sistema refrigerante del reactor, Ibm	426,66 E+3
-	Energía del líquido y del vapor del sistema refrigerante del Reactor, Btu **	253,6 E+6
-	Volumen interno de refrigerante, ft ³	10.288
Con	tención	
-	Presión, psia	15,7 14,7
-	Humedad relativa, %	0 50
-	Temperatura interior, °F	120,2
_	Temperatura exterior, °F	90
-	Temperatura del tanque de almacenamiento de agua de recarga, °F	100
-	Temperatura del agua de los acumuladores, ºF	120
-	Temperatura del nitrógeno de los	
	acumuladores, °F	60***
Salv	aguardias Tecnológicas	
-	Temperatura del agua de refrigeracion, ºF	95 ≈ 96 ****
-	Temperatura del agua de servicio	95 ****
-	Temperatura del agua en el pozo de la torre de refrigeración, °F	95 ****
	diciones Meteorológicas (para calcular el rendimiento a torre de refrigeración)	
-	24 horas iniciales	
	- Bulbo seco, °F	97
	- Bulbo húmedo, °F	84,2

TABLA 6.2-2 (Hoja 2 de 2)

CONDICIONES INICIALES PARA EL ANALISIS DE CONTENCION

CARACTERISTICAS	DATOS
- Restante 29 días (temperaturas	
variables según ciclo diurno)	
- Bulbo seco, pico °F/rango °F	92,3/28,44
 Bulbo húmedo, pico °F/rango °F 	79/18
Agua almacenada	
 Tanque de almacenamiento de 	252.300
agua de recarga, gal	
 Acumuladores, ft³ total 	3.123,6

Las condiciones pueden diferir de los criterios de cálculo de aceptación final (Capítulo 15)

^{**} Todas las energías relativas a la temperatura de 0°C (32°F)

^{***} Las condiciones iniciales del N2 de los acumuladores son las más conservadoras, según lo indicado en la Tabla 6.3-1.

^{****} Las temperaturas de los sistemas de Agua de Refrigeración y Agua de Servicio varían durante el accidente en función de la carga térmica.

TABLA 6.2-5

RESULTADOS DE LOS ANALÍSIS DE PRESION DE LA CONTENCION PARA EL CASO 1 DE LOCA (DEPSG, CON SALVAGUARDIAS MÍNIMAS)

w l	i i	İ	
Energía Eliminada por la Refrigeración	(E+6 BTU)	42,46	98 ['] c
Energía en los sumideros de calor	(E+6 BTU) (E+6 BTU) (E+6 BTU)	100,47	62,64
Energía en el sumidero	(E+6 BTU)	218,94	96,65
Energía en el vapor	(E+6 BTU)	303,422	228,90
Energía en el Aire	(E+6 BTU) (E+6 BTU) (E+6 BTU)	9,15	47,58
Energía Total Liberada	(E+6 BTU)	589,32	392,94
resión nción	(s)	1040	284
Pico de Presión en Contención	(psig)	46,2 ⁽¹⁾	43,4
ESF AC/Rociado Tren/Tren		1/1	
Rotura/ECCS		DEPSG/min. DBA	
CASO		~	

Valor de pico de presión obtenido de la simulación con GOTHIC sin tener en cuenta la penalización asociada con las NSAL 06-06, NSAL 11-05, y NSAL 14-2. \mathcal{E}

EFS - C. N. ASCO II

TABLA 6.2-5 (a)

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE TEMPERATURA DE LA CONTENCION PARA

	Pico de Temperatura en	sumidero		(s)	1.0001040
MAS)	Pico de Ten	mns		(°F)	262259,70
RDIAS MÍNI	Pico de	Temperatura en	Contención	(s)	2841040
ON SALVAGUA	Picc	Тетреп	Conte	(aF)	268 268,34
CASO 1 DE LOCA (DEPSG, CON SALVAGUARDIAS MÍNIMAS)	ESF	AC/Rociado	Tren/Tren		1/1
EL CASO 1 D	Rotura/ECCS				DEPSG/min.DBA
	CASO				_

TABLA 6.2-6

RESULTADOS EN LA CONTENCION DURANTE EL ACCIDENTE BASE DE DISEÑO

PARAMETROS	ANTES DEL LOCA	EN EL PICO DE PRESION
Tiempo, s	-10	1040 281
Presiones		**
Vapor, psia	0,85 0,93	40,78 40,4
Aire, psia	13,85 14,77	20,12 17,4
Total psia	14,70 15, 70	60,9 57,8
Temperaturas		
Vapor y aire, °F	120,2	268,34 268
Agua en el sumidero, ºF		259 ,7 246
Masa liberada, lbm		٠.
Rotura	-	9,6350 E+5 6,1141 E+5
Rociado		2,0220 E+4 4,3629 E+4
Total		1,1657 E+5 6,5504 E+5
Masas en la contención		'
Aire, Ibm	1,6006 E+5 1,4137 E+5	5,2064 E+4 1,4137 E+5
Vapor, Ibm	1,0330 E+4 5,4193 E+3	2,5583 E+5* 2.0957 E+5
Agua en el sumidero, lbm	***	9,5785 E+5 4 ,5085 E+5
Total, Ibm **	1,7039 E+5 1,4679 E+5	1,2657 E+6 8.0179 E+5
Coeficiente de transferencia	2202	
de calor (Btu/h-ft ² ºF) ***		99,91 115,6

[★] Vapor + gotas

^{**} Cambio de masa total en la contención = total de masa liberada

^{***} Coeficiente de transferencia de calor por condensación entreEntre la atmósfera y estructura de la contención, en el instante del pico de presión.

Durante la parada ordenada de la planta y a partir de la hora 20 de iniciada ésta, el operador podrá transferir la refrigeración del Sistema de Agua de Servicios de las Salvaguardias al Agua de Servicios de Componentes, poniendo en servicio el cambiador de calor de aislamiento y previa comprobación de que la carga de calor manejada no supera la de diseño del mencionado cambiador, pudiendo por tanto parar el Sistema de Agua de Servicios de Salvaguardias. En el caso de fallo o pérdida del Sistema de Agua de Servicios de Componentes, el Sistema de Agua de Servicios de Salvaguardias se vuelve a poner en servicio de forma automática a los 35 segundos de detectarse baja presión en la caja de aguas, lado tubos, de entrada de los cambiadores de calor de aislamiento de las salvaguardias.

Durante las operaciones indicadas anteriormente para las cuales es necesario poner en funcionamiento el Sistema de Agua de Servicios de Salvaguardias, se pondrán en operación ambos trenes simultáneamente, permaneciendo activos durante todo el tiempo que se requiera, pudiendo el operador poner un tren fuera de servicio a voluntad cuando la situación de emergencia haya sido controlada. En el caso de parada ordenada, podrán pararse ambos trenes tal como se ha indicado en el párrafo anterior y siempre que el Sistema de Agua de Servicios se encuentre disponible.

La filosofía aplicada al sistema se basa en que todos los equipos a refrigerar que lo integran reciben siempre el caudal requerido de agua, tanto si se encuentran en operación como inactivos. De esta forma se eliminan posibles fallos operacionales y se logra una perfecta distribución de caudales en todos sus circuitos. Por tanto, en los ensayos preoperacionales, se fija la posición de las válvulas a la salida de los distintos cambiadores para obtener la correcta distribución del fluido refrigerante mediante las lecturas de pérdidas de presión, medidores de caudal y presión en la descarga de las bombas, procediendo a enclavar las válvulas operadas, una vez obtenido el ajuste.

Como medio final de eliminación de calor se emplean las torres de refrigeración, las cuales transfieren la carga de calor a la atmósfera. Estas son del tipo de tiro inducido con flujo de aire-agua en contracorriente, de forma geométrica circular, dividida en tres celdas independientes y construidas sobre un pozo de hormigón armado, empleado como recipiente almacenador del agua.

La capacidad de eliminación de calor del sistema se ha evaluado mediante el modelo de Contención, Sistemas de Salvaguardias y Sumidero Final de Calor con Gothic (ver sección 6.2), con las hipótesis descritas en la Tabla 9.2-11. De

esta evaluación se obtiene que la máxima temperatura alcanzada en el Sistema de Agua de Servicios de las Salvaguardias Tecnológicas es 36,03°C (96,9°F) a los 9301 segundos, lo que supone un ligero incremento por encima del valor de diseño (95°F) que, siendo inferior a 99,2°F, se ha comprobado aceptable para el funcionamiento de los equipos enfriados.

Todos los materiales componentes de las torres son a prueba de incendios. Las torres han sido diseñadas de acuerdo con las CT Standards, con las placas del relleno y del separador de gotas de amianto-cemento, totalmente no inflamable. Un motoventilador instalado en la parte superior de cada celda aporta caudal de aire inducido necesario para el proceso de refrigeración. La puesta fuera de servicio de uno de ellos no afecta en el funcionamiento del resto, aunque si disminuye la capacidad total de intercambio de calor de la torre.

Las bombas de agua de servicios de salvaguardias tecnológicas son del tipo vertical, de pozo húmedo y flujo mixto. Cada una de ellas tiene plena capacidad para cumplir los requisitos de caudales y altura del circuito, capaces de arrancar con el circuito abierto, vacío o lleno, de metalurgia especial, todas las partes en contacto con el fluido circulante son de acero inoxidable y con unos circuitos auxiliares de lubricación simples y de alto grado de fiabilidad operacional.

Las bombas van alojadas en la parte superior del pozo de las torres de refrigeración, disponiendo cada torre de dos bombas, una para operación normal y otra en reserva. Para su mantenimiento se han previsto unas chimeneas construidas en las mismas torres, por donde pueden ser extraídas.

El paso del agua de servicios impulsada por las bombas se realiza a través del lado tubos de todos los cambiadores de calor del circuito, permitiendo de este modo un mejor mantenimiento, puesto que este es el fluido con tendencia mayor al ensuciamiento.

Por razones similares, la presión de operación de este sistema es inferior al del agua de refrigeración de salvaguardias, a fin de evitar que las fugas provocadas por fallo de un tubo del cambiador de calor contaminen el circuito de agua de refrigeración.

La alimentación de energía eléctrica al Sistema de Agua de Servicios de Salvaguardias Tecnológicas está constituido por dos circuitos de emergencia independientes entre sí y del sistema convencional de la planta. En el caso de un cero de tensión con pérdida de potencia del alternador, arrancan automáticamente

En el colector de descarga de las bombas, líneas de salida de las penetraciones y a la salida de algunos de los equipos del sistema, se han instalado medidores de caudal con indicación de alarma de bajo caudal en la sala de control para vigilancia de la buena distribución del caudal.

Excepto en los cambiadores de calor del Sistema de Evacuación de Calor Residual, como ya se ha indicado anteriormente, la filosofía de operación aplicada al sistema se basa en que todos los equipos a refrigerar reciben siempre el caudal de agua requerido, tanto si se encuentran en operación como inactivos. De esta forma, se logra una mejor distribución de caudales con todos los circuitos.

Las cuatro unidades de refrigeración normal y de emergencia de la Contención disponen, cada una de ellas de un by-pass de actuación automática que se abren ante la señal de inyección de seguridad a fin de limitar la capacidad de refrigeración a valores que no superen la capacidad de eliminación de calor del sistema, a la vez que mantiene el balance de caudales. En las operaciones normales de la unidad los "by-pass" permanecen cerrados.

La capacidad de eliminación de calor del sistema se ha evaluado mediante el modelo de Contención, Sistemas de Salvaguardias y Sumidero Final de Calor con Gothic (ver sección 6.2), con las hipótesis descritas en la Tabla 9.2-11. De esta evaluación se obtiene que la máxima temperatura alcanzada en el Sistema de Agua de Refrigeración de Salvaguardias es 45,32°C (113,6°F) a los 6600 segundos, lo que supone un ligero incremento por encima del valor de diseño (105°F) durante un período de aproximadamente 6 horas. En base a las evaluaciones realizadas, dicha evolución de temperatura es aceptable para el funcionamiento de los equipos enfriados.

Las tuberías que refrigeran las barreras térmicas de las bombas de refrigeración del reactor disponen de las adecuadas válvulas para obtener un aislamiento eficaz en caso de fuga de refrigerante primario hacia el sistema de refrigeración de salvaguardias, como consecuencia de la rotura de la barrera térmica de una cualquiera de las bombas indicadas. Alarmas de alta presión y/o exceso de caudal, se darán en la sala de control en el caso de que se produzca dicha rotura. El tramo de tubería comprendido entre las válvulas de aislamiento ha sido diseñado de acuerdo con los requerimientos de las tuberías de los tres lazos del refrigerante primario, además de disponer de dispositivos de alivio de sobrepresiones anormales.

A fin de detectar las posibles fugas de fluidos radiactivos al agua de refrigeración a través de los cambiadores de calor del sistema, se instalan detectores de radiación

- Las opciones de modelo definidas para los sumideros pasivos de calor minimizan la capacidad de absorción de calor de la atmósfera de la contención, de manera que sea conservador para la evaluación de energía en el interior de la atmósfera de la contención y, por tanto, para el consumo. Como mecanismo de transferencia de calor por condensación se utiliza el paquete de correlaciones de Tagami hasta el instante del primer pico de presión en contención. Para etapas posteriores a la descarga se emplea la correlación de condensación de Uchida.
- El conservadurismo en los sistemas ha tenido en cuenta el maximizar la extracción de energía de la contención.
- Se establecen como parámetros de control ambientales, al objeto de que resulten las máximas pérdidas por evaporación, la temperatura de bulbo húmedo promedio para un periodo característico de 30 días consecutivos y la temperatura de bulbo seco coincidente para ese mismo periodo. Se utilizan los datos meteorológicos registrados en el emplazamiento de C.N. Ascó correspondiente al periodo 1990-2013, por resultar éste el periodo de que se dispone de dichos datos en formato digital (Tabla 9.2-10).
- C) Método de determinación del consumo de agua del Sumidero Final de Calor

El método para determinar el cumplimiento con la normativa aplicable es el siguiente:

- Cálculo del consumo para la unidad en condiciones de LOCA y para la unidad en caso de parada normal con pérdida de potencia exterior.
- Tratamiento de las pérdidas por evaporación de la Balsa de Salvaguardias y por arrastre en las Torres de Refrigeración durante los 30 días de duración del análisis.
- Cálculo del inventario total de agua disponible para mitigar el accidente en las condiciones indicadas sin recibir aporte exterior alguno.
- Se compara finalmente el consumo total calculado por las dos unidades de C.N. Ascó con el volumen total disponible en la misma.

9.2-52 Rev.42

Dado que en el balance de inventario intervienen tanto la Balsa de Salvaguardias como las Torres de Refrigeración y que las condiciones iniciales (temperatura del agua) son diferentes, se ha tenido en cuenta el factor corrector de la densidad en los volúmenes considerados, de tal manera que los inventarios requeridos y disponibles en cada uno de ellos se expresen en unidades de masa.

D) Verificación de las bases de diseño del Sistema de Agua de Reposición a las Torres de Refrigeración

El Sumidero Final de Calor dispone por sí mismo de un volumen de agua, con capacidad suficiente para compensar las pérdidas. Para ello, se dispone de una reserva como mínimo de 3,16E+7 kg, (2,96E+7 kg en la Balsa de Salvaguardias y 2,70E+6 kg en 3 de los 4 pozos de las torres), de los cuales 3,10E+7 kg son requeridos para refrigerar el sistema (volumen termodinámico), 6,26E+5 kg son requeridos para compensar la evaporación de la propia balsa y 6,80E+5 kg para compensar las pérdidas por arrastre.

El inventario disponible garantiza adicionalmente las potenciales fugas por filtraciones.

Rev.42

EFS - C. N. ASCO II

TABLA 9.2-5 (Hoja 4/6)

SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACION DE SALVAGUARDIAS TECNOLOGICAS REQUERIMIENTOS DE CAUDAL Y CARGA TERMICA PARA UN TREN *

-	-			_		_			-
POST-LOCA-FASE DE RECIRCULACION ** SEGIINDO © 66506500	* BTU/h (E6)	3.2004.00090,59	I	0,14	3.200 5.6 00	0,240,23	60'0	0,17	1,294,53
POST-	apm***mdg	3.200	1	3944	3.200	14472	48	96	263390
PARADA 4h	BTU/h (E6)	4,08	8'0	0,14	4.6005 .60099,77	0,240,23	E	0,17	1,53
0.]	***mdb	4.000	120	3944	4.600	14472	48	96	390
ARRANQUE	BTU/h (E6)	4,08	2,4	0,14	4.600 5.600 15,7 IB	0,240,23	Ī	0,17	1,53
7	gpm***	4.000	120	3944	4.600 5. 118,74112,96	14472	84	96	390
	EQUIPO	Unidades de refrigeración del re- cinto de la Contención 105,48	Bombas del refrigerante del reac- tor. Barrera térmica	Bombas del sistema de evacuación de calor residual	Cambiadores del sistema de eva- cuación de calor residual****	Bombas de carga	Bombas de rociado del recinto de la Contención	Bombas de agua de refrigeración de salvaguardias	Unidades de refrigeración sala de equipos eléctr. de salvaguardias****

TABLA 9.2-5 (Hoja 6/6)

SISTEMA DE AGUA DE REFRIGERACION DE SALVAGUARDIAS TECNOLOGICAS

* En el estudio se ha previsto el máximo desequilibrio entre los dos trenes, analizando el más desfavorable.

En el resto de los modos de operación de la planta los requerimientos son notablemente inferiores.

El caudal máximo requerido por las bombas de agua de refrigeración corresponde al arranque, cuyo valor es de 11.92013.224 gpm.

Se considera la refrigeración de dos bombas de carga alineadas al mismo tren, aunque tan sólo una en funcionamiento.

Las Unidades de refrigeración de salas eléctricas de salvaguardias y Sala de Control funcionan con el caudal regulado mediante válvulas controladoras de presión.

** Datos Post-LOCA a 2.911,7 MWt NSSS. El máximo pico de carga de calor a disipar por el cambiador de calor de las salvaguardias corresponde a la operación en condiciones de LOCA durante la fase de recirculación para el accidente de rotura completa circunferencial con separación de extremos del tramo correspondiente a la aspiración de la bomba de refrigeración de reactor con fallo de un tren del sistema de refrigeración de emergencia del núcleo y un tren completo de salvaguardias. El valor correspondiente de 224,8 233,0 E6 BTU/h se alcanza a los 6.650 6.500 s después del inicio del accidente.

Aunque el pico de carga de calor excede sensiblemente la carga original de diseño del cambiador (152,97 E6), la carga térmica sólo queda por encima del punto de diseño durante un período **de aproximadamente 2,75** menor de 5—h,P03653 que representa una pequeña fracción de la duración del accidente. El impacto del déficit de capacidad de enfriamiento durante este período es producir en la temperatura del agua de refrigeración de salvaguardias un ligero incremento por encima del valor de diseño de 105 °F durante un período de aproximadamente **0,14** 6,25 h. El pico de temperatura asciende a **105,11** 114,4 °F., En base a las evaluaciones realizadas, la

- temperatura pico de 114,4°F es aceptable para el funcionamiento de los equipos enfriados.
- *** Los caudales indicados corresponden a la temperatura de diseño del agua que es de 105 °F Para el caso de POST-LOCA los caudales requeridos han sido calculados teniendo en cuenta el pico de temperatura indicado en el punto (**).
- **** Se requiere un caudal de agua de refrigeración al cambiador de evacuación de calor residual de 3200 gpm para dar cumplimiento a la función de seguridad consistente en enfriar la Planta hasta Parada Fría (93,3°C; 200 °F) en 30 horas y con un único tren disponible del RHR. Por otro lado, se requiere un caudal de 4600 gpm para dar cumplimiento a los requisitos operativos del RHR, que tiene que ser capaz de aceptar la carga térmica existente 4 horas tras la parada del reactor, con los dos trenes en funcionamiento y reduciendo la temperatura del Refrigerante del Reactor de 175 °C a 60 °C en 16 horas.
- ***** Para poder extraer la carga térmica de la sala de equipos eléctricos de salvaguardias, en condiciones de operación normal, arranques y paradas, el caudal de agua de refrigeración requerido a las unidades HVAC es de 390 gpm, por ser la carga térmica mayor que en condiciones de accidente (LOCA), donde se requiere un caudal de 263 gpm.

TABLA 9.2-10

CONDICIONES METEOROLÓGICAS PARA EL ANÁLISIS DEL SUMIDERO FINAL DE CALOR

Temperatura	Bulbo	Húmed	lo, °C			21,7
Temperatura	Bulbo	Seco	(coincidente),	°C	202 202 202 2	28,1

EFS - C. N. ASCO II

TABLA 9.2-11

PRINCIPALES HIPÓTESIS DE GOTHIC PARA ESTIMAR LA EVOLUCIÓN DE TEMPERATURA EN LOS SISTEMAS 43 Y 44

	Análisis P,T en contención	Análisis evaluación temperaturas	aturas Análisis consumo UHS	SHO
Caracteristica	(Sección 6.2)	S-44 S-43	3 (Sección 9.2.5)	5)
Duración del análisis	1 día	1 día	30 días	(NOTA 1)
Criterio de fallo único	js	SÍ	ON	(NOTA 2)
Unidades CAC's en funcionamiento	2 unidades	2 unidades	4 unidades	
Descargas de masa y energía	Mínimas Salvaguardias	Mínimas Salvaguardias	Máximas Salvaguardias	a S
Tiempo para recirculación	3046,8 s.	3046,8 s.	1533,7 s.	
Caudal RHR (aspirando desde sumideros)	234,35 kg/s	283,92 kg/s	283,92 kg/s	(NOTA 3)
2% conservadurismo en curvas de CAC'S	SÍ	ON	ON	(NOTA 4)
Caudal sistema de agua de servicios de las salvaguardias a:				(NOTA 5)
■ Unidades de refrigeración del recinto de la contención	3200 gpm	4000 gpm	3200 gpm	
 Cambiadores del Sistema de Evacuación de Calor Residual 	3200 gpm	5200 gpm	5600 gpm	
 Unidades de Refrigeración de la Sala de Equipos Eléctricos de Salvaguardias 	263 gpm	429 gpm	390 gpm	
 Unidades de Refrigeración de la Sala de Control 	133 gpm	223.3 gpm	203 gpm	
 Cambiador de calor del Foso de Combustible Gastado 	$1100~\mathrm{gpm}$	1210 gpm	1100 gpm	
 Caudal total correspondiente a las bombas de salvaguardias tecnológicas 	327 gpm	359.7 gpm	327 gpm	
Reducción de área de intercambio en el cambiador de las salvaguardias	10%	10% 0%	%0	(NOTA 6)
Caudal por el sistema de agua de servicios de las salvaguardias	1233,54 kg/s	1233,54 kg/s 1266,68 kg/s	kg/s 1266,68 kg/s	s (NOTA 6)

- Nota 1 : La duración del análisis se toma igual a 1 día, como en el análisis de respuesta de contención, ya que el periodo de máxima carga térmica se da poco después del cambio a recirculación de los sistemas de salvaguardias, llevando a un pico de temperatura en los sistemas entre los 6000 y 10000 segundos.
- Nota 2 : Se considera un único tren en funcionamiento ya que esta situación es limitante frente a la situación donde la carga térmica se reparte entre los dos trenes. Consecuentemente se consideran las siguientes hipótesis:
 - 2 unidades de refrigeración de contención en funcionamiento.
 - descargas de masa y energía asociadas a un único tren en funcionamiento, es decir, Mínimas Salvaguardias.
 - Tiempo de recirculación asociado, de 3046,8 s.
- Nota 3 : Dado que el sistema se ajusta en virtud del RV 4.5.2.f.h.2 de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento a un valor entre 865 m³/h y 1.022 m³/h y la máxima extracción de calor se alcanza para el caudal más elevado, se selecciona para el análisis el último de los valores, de 1022 m³/h (283,92 kg/s o 4500 gpm).
- Nota 4: En el análisis de respuesta de contención, al objeto de minimizar la capacidad de extracción de energía por parte de las unidades de refrigeración de contención se penaliza con un 2% sus curvas características. Esta penalización no se considera en el análisis de temperaturas, maximizando por tanto la carga térmica que se les transfiere.
- Nota 5 : Se considera un caudal de refrigeración de 4000 gpm (superior a los 3200 gpm requeridos) a las unidades de refrigeración de contención.

Se considera un caudal de 5200 gpm (superior a los 4600 gpm requeridos) al cambiador de calor del sistema de extracción de calor residual.

Se considera un aumento del 10% en los caudales de refrigeración suministrados por el Sistema de Agua de Refrigeración de las Salvaguardias Tecnológicas a cada uno de estos componentes que realizan funciones de seguridad en caso de accidente (LOCA) sobre los requeridos en Especificaciones Técnicas de Funcionamiento:

- unidad HVAC de salas de equipo eléctrico,
- cambiador de calor del foso de combustible gastado,
- unidad HVAC de la sala de control,
- y, las propias bombas de salvaguardias tecnológicas.
- Nota 6 : Para maximizar la temperatura en el cambiador de calor del Sistema de Agua de Refrigeración de las Salvaguardias Tecnológicas (44E01A/B) se considera, a efectos de minimizar la transferencia de calor hacia el sumidero final (a) una reducción

del 10% del área de intercambio de calor y (b) caudal mínimo en el Sistema de Agua de Servicios de las Salvaguardias Tecnológicas (43).

Para maximizar la temperatura en el Sistema de Agua de Servicios de las Salvaguardias Tecnológicas (43) se consideran caudales máximos en el sistema y no se penaliza la reducción de área en el cambiador de calor 44E01A/B.