



Autoridad Regulatoria Nuclear

DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

AR 10.10.1.

Evaluación del emplazamiento de reactores nucleares de potencia

REVISIÓN 0

Aprobada en la Resolución del Directorio de la Autoridad
Regulatoria Nuclear Nº 175/15 (Boletín Oficial 8/4/15)

EVALUACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE REACTORES NUCLEARES DE POTENCIA

A. OBJETIVO

1. Establecer los requisitos para la evaluación de emplazamiento de reactores nucleares de potencia en relación a su seguridad radiológica y nuclear en situaciones operacionales y en condiciones de accidente.

B. ALCANCE

2. La presente norma se aplica a la evaluación del emplazamiento de reactores nucleares de potencia.

El cumplimiento de esta norma, así como de las normas y requerimientos establecidos por la Autoridad Regulatoria, no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos no relacionados con la seguridad radiológica y nuclear o con la protección física, establecidos por otras autoridades competentes.

C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS

3. **Accidente:** Suceso de carácter aleatorio que puede ocurrir en una Instalación, cuyas consecuencias reales o potenciales son significativas desde el punto de vista de la seguridad radiológica y nuclear.
4. **Central Nuclear:** Uno o más reactores nucleares de potencia ubicados en el mismo emplazamiento.
5. **Emplazamiento:** Sitio dentro del cual está ubicada ó se prevé ubicar una instalación Clase I.
6. **Evaluación del Emplazamiento:** Análisis de las características de un emplazamiento que puedan afectar significativamente la seguridad de un reactor nuclear de potencia que se prevé instalar en el mismo, así como la protección radiológica de las personas y del ambiente en la zona del emplazamiento.
7. **Evento Externo:** Suceso no intencional, de origen natural o inducido por la acción humana, externo al reactor nuclear de potencia, considerado como significativo desde el punto de vista de la seguridad nuclear de la instalación o la protección radiológica de las personas y del ambiente.
8. **Instalación Clase I:** Instalación o práctica que requiere un proceso de licenciamiento de más de una etapa.
9. **Reactor nuclear:** Instalación Clase I donde se produce, mantiene y controla una reacción nuclear en cadena.
10. **Reactor nuclear de potencia:** Reactor nuclear cuyo principal objetivo es la generación de energía eléctrica.
11. **Vida Útil:** Período que comprende la etapa de servicio establecida por diseño y su eventual extensión.

- 12. Zona de Emplazamiento:** Área circundante al emplazamiento en la que se implementa o se prevé implementar el plan de emergencia de la Instalación.
- 13. Plan de Emergencia:** Conjunto de acciones planificadas para mitigar las consecuencias radiológicas de un accidente en una Instalación Clase I.

D. REQUISITOS

D1. REQUISITOS GENERALES

- 14.** Las características del emplazamiento y de la zona de emplazamiento del reactor nuclear de potencia deben permitir el cumplimiento, por parte del Titular de Licencia, de las normas establecidas por la Autoridad Regulatoria, durante la puesta en marcha, la vida útil y la etapa de retiro de servicio.
- 15.** Las características del emplazamiento que puedan afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia deben ser evaluadas.
- 16.** Las características del entorno natural de la zona de emplazamiento que pueda verse afectado por los posibles efectos radiológicos durante los diferentes estados operacionales y en condiciones de accidente deben ser evaluadas.
- 17.** Las características mencionadas en los requisitos 14 y 15, y en particular el crecimiento y distribución de la población, deben vigilarse durante la puesta en marcha, la vida útil y la etapa de retiro de servicio del reactor nuclear de potencia, a los fines de garantizar que los niveles de riesgo asociados sean tan bajos como sea razonable alcanzar.
- 18.** El emplazamiento que se proponga para un reactor nuclear de potencia debe evaluarse considerando la frecuencia y severidad de los eventos externos, tanto naturales como inducidos por la acción humana, así como una combinación posible de dichos eventos, que puedan afectar la seguridad del reactor. La información sobre la frecuencia y severidad de dichos eventos, incluyendo sus incertezas, debe utilizarse para establecer el nivel de riesgo de la base de diseño y en las evaluaciones de seguridad del reactor nuclear de potencia.
- 19.** Los riesgos asociados con eventos externos deben ser considerados en combinación con las condiciones hidrológicas, hidrogeológicas, meteorológicas y cualquier otra condición ambiental que corresponda.
- 20.** La evaluación de un emplazamiento debe incluir las implicancias en la seguridad del almacenamiento y transporte de combustible nuevo y gastado, y de los residuos radiactivos.
- 21.** El impacto radiológico ambiental debe ser evaluado considerando todos los estados de operación y condiciones de accidente, incluyendo aquellos casos que puedan conducir a la toma de medidas de emergencia.
- 22.** La evaluación del emplazamiento debe tener en cuenta el diseño del reactor nuclear de potencia a instalarse y debe formar parte de la documentación técnica a ser presentada a la Autoridad Regulatoria Nuclear durante el proceso de licenciamiento de la instalación.
- 23.** La evaluación del emplazamiento debe ser actualizada cada vez que haya modificaciones significativas a las condiciones y características que le sirvieron de base y para la renovación de la Licencia de Operación.
- 24.** El resultado de la evaluación del emplazamiento debe ser descrito de manera adecuada para los fines de diseño del reactor nuclear de potencia, incluyendo la probabilidad de exceder ciertos valores preestablecidos para los parámetros de diseño. La evaluación debe tener en cuenta las incertezas en los datos y derivar las bases de diseño correspondientes.

25. La evaluación del emplazamiento debe considerar los cambios previsibles en el uso de la tierra en el emplazamiento y en la zona del emplazamiento, tales como la expansión de instalaciones existentes y de actividades humanas o la construcción de instalaciones de alto riesgo.

D2. REQUISITOS ASOCIADOS A LOS EFECTOS DEL REACTOR NUCLEAR DE POTENCIA EN LA ZONA DEL EMPLAZAMIENTO

26. Para evaluar el emplazamiento, deben efectuarse estimaciones de las descargas de efluentes radiactivos, teniendo en cuenta el diseño del reactor nuclear de potencia y sus características de seguridad, así como la existencia de otras instalaciones nucleares en el emplazamiento. Estas estimaciones deberán ser confirmadas cuando se haya ratificado el diseño y sus características de seguridad.
27. La evaluación del emplazamiento debe identificar y analizar las vías directas e indirectas por las que el material radiactivo puede llegar al público y al ambiente, para determinar el impacto radiológico potencial de las instalaciones nucleares en la zona de emplazamiento.
28. El emplazamiento y el diseño del reactor nuclear de potencia deben ser evaluados en forma conjunta para garantizar que el riesgo radiológico para el público y el ambiente sea tan bajo como sea razonable alcanzar.

D3. REQUISITOS ASOCIADOS AL PÚBLICO Y A LA PLANIFICACIÓN DE LA EMERGENCIA

29. Se debe evaluar el área geográfica circundante considerando las características presentes y futuras previsibles y la distribución de la población, incluyendo los usos presentes y futuros de la tierra y el agua, y toda otra característica que pueda afectar a las posibles consecuencias de las emisiones radiactivas sobre el público y el ambiente.
30. En relación con las características y distribución de la población, los efectos combinados del emplazamiento y el reactor nuclear de potencia deberán ser tales que:
- a. Se demuestre el cumplimiento de las restricciones de dosis en el público para las descargas de efluentes radiactivos. Dichas restricciones son 0,3 mSv / año debido a las descargas individuales de un reactor y 0,5 mSv / año considerando las descargas de los otros reactores ubicados en el emplazamiento.
 - b. El riesgo radiológico para el público resultante de condiciones de accidente, incluyendo aquellas que pudieran conducir a la adopción de medidas de emergencia, sea tan bajo como sea razonable alcanzar.
31. La aptitud de la zona de emplazamiento del reactor nuclear de potencia para la aplicación del plan de emergencias, deberá ser evaluada considerando las otras posibles instalaciones nucleares existentes, los factores climatológicos y geográficos que caracterizan a la región, sus actividades, sus vías de comunicación, así como el crecimiento y distribución de la población durante la puesta en marcha, la vida útil y la etapa de retiro de servicio.

D4. REQUISITOS RELATIVOS A EVENTOS EXTERNOS

32. La información de los eventos externos recopilada, tanto la histórica como la registrada con instrumentos, debe ser fidedigna y exhaustiva.
33. La determinación de los riesgos debe ser realizada con datos específicos del emplazamiento. De no ser posible, podrán emplearse datos de otras regiones asimilables a la región del emplazamiento.

34. Los riesgos asociados deben ser inferidos y expresados en términos de parámetros adecuados para propósitos de diseño del reactor nuclear de potencia.

D4.1. Terremotos y fallas superficiales

Terremotos

35. Las condiciones sismológicas y geológicas de la región del emplazamiento propuesto deben ser evaluadas juntamente con los aspectos de ingeniería geológica y geotécnica.
36. La información sobre terremotos ocurridos en la región, tanto histórica como la registrada por instrumentos, debe ser recopilada y documentada. En caso de no disponer de registros suficientes, se deben realizar estudios paleosismológicos a fin de contar con una base de datos adecuada.
37. El riesgo sísmico del emplazamiento debe ser calculado considerando todas las estructuras sismogénicas que puedan contribuir significativamente al movimiento del suelo y al desplazamiento de fallas.
38. Los riesgos causados por movimientos del terreno en el emplazamiento inducidos por terremotos deben ser evaluados teniendo en cuenta las características sismotectónicas de la región del emplazamiento. Los parámetros empleados para caracterizar el movimiento del suelo deben ser consistentes con los requerimientos del enfoque adoptado en la determinación de la amenaza sísmica del sitio (determinístico – probabilístico).
39. Se debe llevar a cabo un análisis de incertezas como parte de la evaluación de los riesgos sísmicos. De existir incertezas que no puedan reducirse por medio de evaluaciones del sitio, debe postularse un valor mínimo envolvente de riesgo sísmico, y derivarse las bases de diseño correspondientes.

Fallas Superficiales

40. El potencial de fallas superficiales que puedan afectar el emplazamiento debe ser evaluado considerando los datos geológicos, geofísicos, geodésicos y sismológicos, a fin de demostrar si una o más de las siguientes condiciones son aplicables:
- Existen indicios de movimientos (deformaciones y/o desplazamientos importantes) anteriores o de carácter recurrente que permitan deducir que podrían ocurrir nuevos movimientos en la superficie o cerca de ella. En zonas muy activas, en las que tanto los datos de terremotos como los geológicos revelen sistemáticamente intervalos cortos de recurrencia de terremotos, deben utilizarse períodos de decenas de miles de años para evaluar la posibilidad de fallas. En las zonas menos activas, serán necesarios períodos más prolongados.
 - Se haya demostrado una relación estructural con una falla conocida, de tal forma que el movimiento de una placa pueda dar lugar al movimiento de otra en la superficie o cerca de ella.
 - La magnitud y profundidad del terremoto potencial máximo asociado a una estructura sismogénica, permite deducir que, en el contexto geodinámico del emplazamiento, podría ocurrir un movimiento en la superficie o cerca de ella.

D4.2. Fenómenos meteorológicos

Valores extremos de los fenómenos meteorológicos

41. Los valores extremos de variables meteorológicas y de fenómenos meteorológicos excepcionales deben ser evaluados, así como las características meteorológicas y climato-

lógicas para la región del emplazamiento. Según corresponda y para un período de tiempo apropiado, se deben documentar los parámetros de viento, precipitaciones, nieve, temperatura, niveles de cursos de agua y mareas debidas a tormentas, para evaluar sus posibles valores extremos.

42. El potencial de ocurrencia de descargas eléctricas en el emplazamiento se debe evaluar, juntamente con su frecuencia y severidad y, derivar las bases de diseño correspondientes.
43. La potencialidad de ocurrencia de tornados en el emplazamiento y en la zona de emplazamiento debe ser evaluada en base a la información histórica y a datos registrados con instrumentos. En la evaluación del riesgo también deben considerarse los proyectiles que puedan asociarse con los tornados, y derivarse las bases de diseño correspondientes.

Inundaciones/bajantes

44. La zona de emplazamiento debe ser evaluada para determinar el potencial de inundaciones o bajantes debido a causas naturales. En el caso de inundaciones se deben considerar, según corresponda, causas tales como escurrimiento debido a precipitaciones o derretimiento de nieve, marea alta, elevación del nivel de agua debido a tormentas y olas producidas por viento o la posible combinación de ellas que puedan afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia. En el caso de existir dicho potencial, se deben recopilar y evaluar todos los datos pertinentes, inclusive los históricos, meteorológicos e hidrológicos.
45. El riesgo para el emplazamiento debido a inundaciones y bajantes debe ser evaluado considerando los datos meteorológicos e hidrológicos disponibles y, en el caso que corresponda, todos los cambios que se hayan producido en las características de la región para proveer soluciones técnicas adecuadas y derivar las bases de diseño correspondientes.
46. El potencial de inestabilidad del área costera o del cauce de ríos debe ser evaluado considerando el efecto de la erosión y/o sedimentación.
47. La zona de emplazamiento debe ser evaluada para determinar el potencial de seiches que puedan influir en la seguridad del reactor nuclear de potencia. De existir dicho potencial, deben recopilarse y evaluarse los datos históricos disponibles, teniendo en cuenta los fenómenos de amplificación debidos a la configuración de la costa en el lugar del emplazamiento, y derivar las bases de diseño correspondientes.

Fallas de estructuras de regulación de aguas

48. La información relativa a estructuras de regulación de aguas que puedan influir sobre el emplazamiento deben ser analizadas para determinar si el reactor nuclear de potencia puede soportar los efectos resultantes de la falla de dichas estructuras. Si los efectos resultan considerables, se deberán evaluar los riesgos asociados con el reactor nuclear de potencia incluyendo todos los efectos concebibles, y derivarse las bases de diseño correspondientes.
49. Debe evaluarse la posibilidad de que se forme un embalse en la zona del emplazamiento como resultado del bloqueo temporal del curso de agua, tal como el causado por deslizamiento de tierra o hielo, que pueda ocasionar inundaciones/bajantes y otros fenómenos conexos en el emplazamiento.

D4.3. Riesgos geotécnicos

50. La zona de emplazamiento debe ser evaluada para determinar el potencial de inestabilidad de laderas y taludes que puedan afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia. De existir tal potencial, deberá ser evaluado el riesgo utilizando parámetros y valores específicos del movimiento de suelo, y derivarse las bases de diseño correspondientes.

51. A los efectos de evaluar el potencial de derrumbe, descenso o elevación de la superficie del emplazamiento, se deberá determinar la eventual existencia de formaciones naturales como cavernas y formaciones cársticas, así como modificaciones del suelo de origen humano como minas, pozos de agua y pozos de petróleo que pudieran afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia y, derivarse las bases de diseño correspondientes.
52. El potencial de licuefacción de los materiales subsuperficiales del emplazamiento debe ser evaluado utilizando los parámetros y valores aplicables al terreno. En caso de existir dicho potencial que pueda afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia, se deberá evaluar el riesgo y derivarse las bases de diseño correspondientes.
53. Para propósitos de diseño se deben analizar las características geotécnicas de los materiales del subsuelo, el perfil de suelo, el régimen de aguas subterráneas y sus propiedades químicas en el emplazamiento. Se deberá evaluar la estabilidad de los materiales de cimentación en condiciones de carga estática y sísmica.

D4.4. Eventos externos inducidos por acción humana

54. El potencial de impacto de aeronaves en el emplazamiento debe ser evaluado teniendo en cuenta, en lo posible, las características presentes y futuras del tráfico aéreo, incluyendo la creación de un área de exclusión de vuelos. De existir tal potencial de accidente que pueda afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia deben ser evaluados los riesgos asociados, incluyendo los efectos del impacto, posibles incendios y explosiones, y derivarse las bases de diseño correspondientes.
55. En el emplazamiento y en la zona de emplazamiento deben ser identificadas las actividades en las que haya manipulación, tratamiento, transporte y almacenamiento de productos químicos que puedan producir explosiones o nubes de gases capaces de provocar una deflagración o detonación. Los riesgos asociados con explosiones químicas deberán expresarse en términos de sobrepresión y toxicidad (si es aplicable), teniendo en cuenta el efecto de la distancia, y derivarse las bases de diseño correspondientes.
56. Deben ser identificadas las actividades en el emplazamiento y en la zona de emplazamiento, en las que haya manipulación, tratamiento, transporte o almacenamiento de material inflamable, explosivo, asfixiante, tóxico, corrosivo o radiactivo que, de ser liberado, pueda afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia. También deben ser consideradas las instalaciones que puedan generar proyectiles y afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia.

D4.5. Otros aspectos importantes

57. Deben evaluarse los datos históricos referentes a fenómenos que puedan afectar la seguridad del reactor nuclear de potencia, tales como vulcanismo, precipitaciones copiosas, nieve y hielo. Si existe tal potencial, deberá evaluarse el riesgo y considerarlo en las bases de diseño correspondientes.
58. En el diseño de los sistemas para la extracción a largo plazo del calor del núcleo se tendrán en cuenta parámetros relacionados con el emplazamiento tales como temperatura y humedad del aire, temperaturas del agua, flujo de agua disponible, nivel mínimo del agua disponible e intervalo de tiempo para el cual las fuentes de agua fría relacionadas con la seguridad se encuentran en un nivel mínimo, teniendo en cuenta en aquellos casos que corresponda, las probabilidades de falla de las estructuras de regulación de aguas.
59. Se deben determinar los posibles eventos naturales e imputables a la acción humana que puedan causar una pérdida de función de los sistemas necesarios para la extracción del calor a largo plazo del núcleo, tales como bloqueo o desviación de un río, agotamiento o bloqueo de

un embalse, cantidad excesiva de organismos acuáticos, bloqueo de torres de enfriamiento por congelamiento o formación de hielo, colisiones de buques, derrames de petróleo e incendios. Las probabilidades y consecuencias de dichos eventos deben ser consideradas según lo establece la Norma AR 3.1.3. "Criterios Radiológicos Relativos a Accidentes en Reactores Nucleares de Potencia" y, derivarse las bases de diseño correspondientes.

D5. REQUISITOS RELATIVOS A LAS CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO Y A LOS POSIBLES EFECTOS DEL REACTOR NUCLEAR DE POTENCIA EN LA ZONA DEL EMPLAZAMIENTO

D5.1. Dispersión atmosférica de materiales radiactivos

60. Debe elaborarse una descripción meteorológica de la región, que comprenda los parámetros meteorológicos básicos, la orografía y fenómenos tales como velocidad y dirección de viento, temperatura del aire, precipitaciones, humedad, parámetros de estabilidad atmosférica e inversiones prolongadas.
61. Debe elaborarse un programa de mediciones meteorológicas para ejecutar en la zona del emplazamiento la medición y el registro de los principales parámetros meteorológicos. Para la evaluación del emplazamiento deberán utilizarse por lo menos los datos correspondientes a un año entero.
62. A partir de los datos obtenidos debe ser evaluada la dispersión atmosférica del material radiactivo descargado considerando la topografía de la zona del emplazamiento y las características del reactor nuclear de potencia que puedan influir en la dispersión atmosférica.

D5.2. Dispersión de materiales radiactivos en las aguas superficiales y subterráneas

63. Una descripción de las características hidrológicas superficiales de la región debe ser elaborada, incluyendo las características principales de las masas de aguas naturales y artificiales, las principales estructuras de regulación del agua, la situación de las estructuras de toma de agua y datos sobre los usos del agua en la región.
64. Debe ser implementado un programa de mediciones hidrológicas de superficie para determinar las características de dilución y dispersión de las masas de agua, la capacidad de reconcentración de los sedimentos y de la biota, así como los mecanismos de transferencia de radionucleidos en la hidrosfera y las vías de exposición.
65. Deben ser evaluados los posibles efectos sobre el público debido a la dispersión de materiales radiactivos, tanto en las aguas superficiales como en las aguas subterráneas, utilizando los datos e información recopilados.
66. Debe describirse la hidrología subterránea de la región, incluyendo las características principales de las formaciones acuíferas, su interacción con las aguas superficiales, y la información sobre la utilización de las aguas subterráneas.
67. Debe ser analizado el comportamiento de las aguas subterráneas, de modo que permita evaluar el movimiento de los radionucleidos en formaciones hidrogeológicas. Este análisis debe incluir las características de migración y de retención de los suelos, las características de dilución y dispersión de los acuíferos, y las propiedades físicas y fisicoquímicas de los materiales subterráneos, principalmente relacionadas con los mecanismos de transferencia de radionucleidos en aguas subterráneas y sus vías de exposición.

D5.3. Distribución de la población

68. Debe determinarse la distribución de la población en la zona del emplazamiento. La información sobre la distribución actual y proyectada de la población en la misma, incluyendo las poblaciones residentes y, en la medida posible las transitorias, deberá recopilarse y mantenerse actualizada durante la puesta en marcha, vida útil y, hasta que se retire todo el combustible gastado y los residuos radiactivos almacenados, durante el retiro de servicio del reactor nuclear de potencia.

D5.4. Usos de la tierra y el agua de la zona del emplazamiento

69. Deben caracterizarse los usos de la tierra y el agua para evaluar los efectos del reactor nuclear de potencia sobre la zona del emplazamiento y para preparar los planes de emergencia. La evaluación debe incluir las masas de tierra y agua que puedan ser usadas por el público o puedan servir como hábitat para organismos presentes en la cadena alimenticia.

D5.5. Radiactividad ambiental

70. Antes de poner en servicio al reactor nuclear de potencia deberá determinarse la radioactividad ambiental de la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biota de la zona del emplazamiento, para poder evaluar los efectos de la operación del reactor nuclear de potencia. Los datos obtenidos constituirán la línea de base radiológica ambiental y deberán ser recolectados periódicamente durante un lapso de por lo menos un año, antes de la puesta en servicio

D6. SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

71. Debe establecerse un sistema de gestión de la calidad que sea adecuado para controlar la ejecución de los análisis y evaluaciones del emplazamiento del reactor nuclear de potencia y las actividades técnicas que se realicen. Este sistema debe incluir la organización, planificación, control del trabajo, calificación y capacitación del personal, así como la verificación y documentación de las actividades, para alcanzar la calidad de trabajo requerida.
72. Debe aplicarse un programa de garantía de calidad para controlar todas las actividades que puedan influir en la seguridad o en la determinación de los parámetros para la base de diseño del emplazamiento.
73. Deben mantenerse registros de los trabajos realizados durante la evaluación del emplazamiento para el reactor nuclear de potencia.