

evaluación de la zona de emplazamiento y del área de influencia del centro nuclear de investigaciones del Perú

RESUMEN

C.N.E.A.

**Comisión Nacional de
Energía Atómica**

REPUBLICA ARGENTINA

I.P.E.N.

**Instituto Peruano de
Energía Nuclear**

REPUBLICA PERUANA

evaluación de la zona de emplazamiento y del área de influencia del centro nuclear de investigaciones del Perú

RESUMEN

C.N.E.A.

**Comisión Nacional de
Energía Atómica**

REPUBLICA ARGENTINA

I.P.E.N.

**Instituto Peruano de
Energía Nuclear**

REPUBLICA PERUANA

EVALUACION DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO Y
DEL AREA DE INFLUENCIA DEL
CENTRO NUCLEAR DE INVESTIGACIONES DEL PERU

RESUMEN

1. Este informe presenta una evaluación de la zona de emplazamiento y del área de influencia del Centro Nuclear de Investigaciones del Perú (CNIP), que fue llevada a cabo en relación con la decisión de instalar ese Centro en la región de Huarangal, Departamento de Lima, Perú. Los objetivos fundamentales de la evaluación, presentados en el prólogo que antecede al Capítulo 1, son: (i) disponer de datos para evaluar el impacto del Centro sobre la zona de emplazamiento; (ii) proporcionar parámetros para evaluar las bases de diseño teniendo en cuenta la potencialidad del emplazamiento para afectar la seguridad de las instalaciones; y (iii) capacitar a personal peruano. La realización de la evaluación se halla contemplada en el contrato suscripto entre la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), en el que se establecieron las condiciones para realizar en forma conjunta el proyecto, construcción y puesta en marcha del CNIP. La dirección general de los estudios fue llevada a cabo por la Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad de la CNEA, formando un equipo de trabajo en el que participaron especialistas argentinos y peruanos en diferentes disciplinas científicas.
2. El presente informe requirió una amplia recopilación de datos ambientales del área Huarangal-Lima, que fueron procesados y estudiados mediante el empleo, en lo posible, de técnicas de computación. Muchos de estos datos fueron obtenidos gracias a la desinteresada colaboración de instituciones peruanas y argentinas. Algunas de estas instituciones fueron las siguientes: Instituto Geográfico Militar del Perú; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú; Biblioteca Nacional de Lima, Perú; Servicio Meteorológico Nacional, Argentina; Universidad Nacional de San Juan, Argentina; etc.

3. La evaluación de la zona de emplazamiento y del área de influencia del CNIP esta compuesta de 13 Capítulos y 15 Anexos y se presenta dividida en 5 partes. En cada una de esas partes se agrupan varios capítulos afines. En la primera parte se hace una descripción del emplazamiento y del área de influencia. En la segunda parte se evalúan las características dispersivas del medio ambiente en el emplazamiento. En la tercera parte se estudia la transferencia al hombre. En la cuarta parte se llevan a cabo las evaluaciones radiológicas. En la quinta parte finalmente, se estudian los efectos potenciales del emplazamiento sobre las instalaciones.
4. La primera parte, que realiza la descripción del emplazamiento y del área de influencia, comprende los Capítulos 1, 2 y 3, denominados: "UBICACION"; "GEOLOGIA"; y "ECOLOGIA". El Capítulo 1, "UBICACION" , describe el emplazamiento en forma general, con información sobre la ubicación geográfica, tipo y características de las construcciones vecinas, medios de acceso por tierra, etc. Dada la índole meramente descriptiva de este capítulo, el mismo no presenta conclusiones importantes.
5. El Capítulo 2 "GEOLOGIA" describe los estudios emprendidos sobre la geología, la geofísica y la mecánica de suelos del área de emplazamiento a niveles regional y local. En este Capítulo se presentan los trabajos topográficos realizados, los relevamientos estratigráficos y de estructura, la geomorfología y las condiciones geotécnicas del área de construcción y alrededores. De estos estudios geológicos se desprende que las condiciones litológicas, estratigráficas y estructurales del área de ubicación para la construcción del centro nuclear son adecuadas. Por otra parte, el estudio sísmico del área de emplazamiento requiere como trabajo de base, el cálculo de velocidades sísmicas y de espesores de los medios elásticos atravesados, que se realizan mediante el método geofísico de refracción sísmica. La interpretación de los sismogramas obtenidos determina que bajo el área cubierta con la red de estaciones geofísicas, unas 40 hectáreas en la Pampa de Huarangal, existe un cuadro elástico constituido por cuatro horizontes o estratos cuyas velocidades típicas permiten interpretar la compacidad de los mismos. Finalmente para de-

terminar las condiciones del suelo en las zonas a edificar se desarrolló un estudio de mecánica de suelos cuyos resultados fueron correlacionados con los estudios de geología y geofísica precedentes.

6. El Capítulo 3 "ECOLOGIA" describe en forma general la ecología de la zona de emplazamiento, analizando la flora y fauna naturales del cauce y del monte ribereño del río Chillón, único curso de agua cercano a las instalaciones, en el área comprendida entre el Puente Trapiche y el Puente Chillón. Dicha parte del río está comprendida dentro del área de hipotéticos impactos radiológicos del centro nuclear sobre los recursos de flora y fauna existentes. El estudio realizado permite determinar los componentes del ecosistema de la zona de emplazamiento, identificando las especies vegetales y animales característicos y los factores físicos y sociales intervinientes.
7. En la segunda parte de la evaluación de la zona de emplazamiento del CNIP y su área de influencia, se determinan las características dispersivas del medio ambiente en el sitio. Para ello se evaluaron la capacidad de dispersión tanto de la atmósfera, en el Capítulo 4, Meteorología, como de los cursos de agua superficiales y subterráneos, en el Capítulo 5, Hidrología.
8. El Capítulo 4, "METEOROLOGIA", presenta una evaluación climatológica general y como punto más importante la determinación de las características de dispersión atmosférica en el entorno del CNIP, a través del análisis del factor de dilución utilizado en la evaluación radiológica del emplazamiento. El análisis de las condiciones meteorológicas imperantes en la zona de Huarangal se realizó en base a datos obtenidos in situ por una estación meteorológica instalada con esa finalidad, habiéndose seleccionado a los efectos del estudio los datos correspondientes al período febrero de 1980 a enero de 1981. El acopio de datos se realizó con instrumental micrometeorológico de precisión para medir y registrar en forma continua los principales parámetros meteorológicos, que fueron luego procesados mediante el empleo de técnicas de computación.
9. El Capítulo 5, "HIDROLOGIA", presenta los estudios realizados sobre los recursos hídricos y usos del agua en la región que incluye el emplazamiento del CNIP, así como de las características dispersivas

de la hidrosfera en la zona donde se prevee efectuar descargas de efluentes. También se presentan los resultados obtenidos en los estudios experimentales sobre la capacidad de dilución del río Chillón, a partir del punto de descarga de los efluentes radioactivos de baja actividad y sobre la capacidad de retención de algunos radionucleídos en suelos y sedimentos. Estos estudios suministran información necesaria para la evaluación radiológica del sitio, ya que el uso de agua del río y la proveniente de napas, constituye vías potenciales de transferencia de los radionucleídos a ser eliminados.

10. La tercera parte de este estudio reúne varios capítulos donde se analizan los factores que intervienen en la eventual transferencia de material radioactivo al hombre, tienen el objetivo de identificar y cuantificar las vías posibles de contaminación humana a través de la cadena alimentaria como resultado de la emisión de efluentes radioactivos de baja actividad. Esta parte comprende los Capítulos: 6, Ganadería y Producción Lechera; 7, Agricultura; 8, Población y Vivienda; y 9, Hábitos Dietéticos.
11. El Capítulo 6, "GANADERIA Y PRODUCCION LECHERA", comprende la evaluación de los recursos ganaderos y de la producción lechera en un entorno del CNIP de 10 km de radio. Para ello se hace un relevamiento de la ganadería de la zona, de la producción lechera local y de la ubicación de los campos de pastoreo en relación al centro nuclear.
12. El Capítulo 7, "AGRICULTURA", presenta la información básica sobre el uso de la tierra y producción de alimentos en la zona próxima al CNIP, identificando los cultivos predominantes y el origen del agua empleada para el regadío de estos cultivos.
13. El Capítulo 8, "POBLACION Y VIVIENDA", incluye el estudio de la demografía del área de influencia del CNIP. En el mismo se analiza, ordena y procesa la información sobre la distribución de los habitantes, las densidades de población y el número de viviendas. El estudio se realiza para distancias comprendidas en un radio de 10, 100 y 1000 km, tomando como punto de origen el emplazamiento del CNIP. También se incluye la proyección de las cantidades de población para

años futuros. Esta información es fundamental para calcular el impacto radiológico en la población resultante de la operación normal de las instalaciones del CNIP, así como de situaciones accidentales.

14. El Capítulo 9, "HABITOS DIETETICOS", presenta los resultados del estudio de las costumbres y hábitos alimenticios característicos para distintos grupos de población en el área de influencia del centro nuclear.
15. La cuarta parte de la evaluación de la zona de emplazamiento y área de influencia del CNIP corresponde a las evaluaciones radiológicas, para ello se evaluaron las dosis debidas al fondo natural de radiación en el emplazamiento en el Capítulo 10, Radioactividad Ambiental y los impactos radiológicos esperado y potencial del CNIP en el Capítulo 11, Evaluación Radiosanitaria.
16. El Capítulo 10, "RADIOACTIVIDAD AMBIENTAL", presenta los muestreos y mediciones de exposición realizados para obtener los niveles actuales de radioactividad y del fondo natural de radiación en el sitio. Este monitoreo preoperacional incluye mediciones de radioactividad artificial, de la cual únicamente se detectaron nucleidos provenientes del "fallout" estratosférico. La información obtenida de los niveles actuales de radiación servirá de base para el monitoreo ambiental rutinario a implementarse durante la operación del centro nuclear.
17. El Capítulo 11, "EVALUACION RADIOSANITARIA", presenta la evaluación del impacto radiológico resultante de la operación del CNIP, incluyendo la comparación con fuentes naturales de radiación y la evaluación radiosanitaria referida a una hipotética situación accidental en el reactor RP-10. La operación del reactor RP-10 y de la planta de producción de radioisótopos generará residuos radioactivos líquidos y gaseosos de baja actividad, los cuales serán eliminados al ambiente, mientras que los efluentes líquidos de actividad intermedia serán normalmente semicontenidos en suelos (trincheras), con un impacto radiológico en el medio ambiente despreciable. Utilizando la información obtenida en los capítulos precedentes, se definieron los grupos críticos de población para las descargas gaseosas y líquidas

respectivamente. El movimiento de radionucleídos desde la fuente de emisión hasta los miembros del público es tratado mediante modelos de compartimientos, los que permiten establecer relaciones cuantitativas entre las descargas previstas, los niveles ambientales resultantes y las dosis en el público. Las dosis equivalentes efectivas comprometidas máximas estimadas para los individuos más expuestos son muy inferiores a los límites de dosis recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica, mientras que la dosis equivalente efectiva colectiva comprometida estimada en la población, es varios órdenes de magnitud inferior que las dosis que recibe esa misma población debido a fuentes naturales de radiación. Por otra parte, las evaluaciones referidas a una hipotética situación accidental en el reactor RP-10, muestran que las dosis que recibirían los individuos más expuestos serían de escasa significación radiosanitaria.

18. En la quinta parte son analizados los efectos potenciales del emplazamiento sobre las instalaciones debido tanto a eventos naturales como aquellos inducidos por el hombre. Esta parte comprende los Capítulos: 12, Eventos Naturales; y 13, Eventos Inducidos por el hombre.
19. El Capítulo 12, "EVENTOS NATURALES", analiza el emplazamiento con respecto a los eventos naturales que puedan ocurrir en el área geográfica, clasificándolos de acuerdo a su potencialidad de afectar aspectos de seguridad de las instalaciones. El análisis de las características del sitio y las conclusiones correspondientes a estudios presentados en capítulos anteriores (e.g., Geología, Meteorología, Hidrología), han permitido descartar algunos eventos naturales y determinar la conveniencia de un análisis particular de otros fenómenos naturales significativos para el sitio. Entre los eventos naturales cuya potencialidad se juzga suficientemente severa como para afectar la seguridad de las instalaciones de un modo tal que implique un riesgo radiológico fuera del sitio, se encuentran la potencialidad de inundaciones y el riesgo sísmico en la zona de emplazamiento del CNIP.

20. El estudio de la potencialidad de inundaciones en Huarangal incluyó la determinación de los fenómenos de avenidas, los correspondientes períodos de retorno y los niveles de inundación resultantes. Los resultados obtenidos permiten inferir que aún para la máxima avenida ($157 \text{ m}^3/\text{seg}$) correspondiente a un período de retorno de 100 años, las descargas del río Chillón no afectarán al centro nuclear.
21. La evaluación sísmica de la zona de emplazamiento incluye una investigación geoestructural de las formaciones montañosas de la región ubicada al NNE de Lima, tendiente a la detección de eventuales procesos de reactivación de fracturas. La investigación sobre procesos de neotectónica se basa en la aplicación de técnicas de interpretación de imágenes satelitarias de la serie Landsat, fotointerpretación de fotografías aéreas y análisis de relieve del sitio por medio de comisiones de campaña convencionales. De los resultados obtenidos se infiere que la región en estudio no habría sido afectada por procesos tectónicos en el Cuaternario, es decir en el período de 2 millones de años cubierto por la neotectónica. La zona de Huarangal habría ascendido en bloque, sin que se produjeran dislocaciones posteriores por fallas nuevas o reactivaciones de las fallas antiguas en el interior de dicho bloque. En cambio, se detectaron evidencias de neotectónica (fallas activas) a lo largo de la región costera y el valle intercalado entre el borde Este de la Cordillera Occidental y el borde Oeste de la Cordillera Oriental. También, se concluye que para la zona de Huarangal son bajas las probabilidades que se produzcan fenómenos de remoción en masa (solifluxión) o deslizamientos de faldas aún en el caso de variar el actual régimen pluviométrico.
22. Por otra parte, se llevaron a cabo dos estudios sismológicos independientes (denominados A y B en el texto), con el propósito de evaluar la sismicidad del lugar. En ambos estudios se analizó el riesgo sísmico bajo el enfoque probabilístico-sismotectónico, pero utilizando metodologías y parámetros diferentes en cada uno de ellos. El estudio A adopta el coeficiente sísmico en el sismoscopio como medida de intensidad del movimiento del suelo en un punto, mientras que el estudio B utiliza para ello a la aceleración. El estudio A adopta como sismo de seguridad (SSE) al caracterizado por un período de re-

torno de 10^3 años, y como sismo de operación (OBE) al definido por un período de retorno de 50 años, mientras que el estudio B adopta 10^3 años y 100 años respectivamente. Como fuente de información en ambos estudios se utilizaron los registros de las estaciones sismológicas, los relatos históricos de sismos en la zona y los resultados de los estudios geoestructurales ya mencionados. Del estudio A surge que el valor de la aceleración máxima en la superficie libre del suelo en el emplazamiento (componente horizontal), es de 0,40 g para el sismo SSE y de 0,20 g para el sismo OBE. Del estudio B se deducen valores de 0,54 g y 0,30 g para el sismo SSE y OBE respectivamente. Debido a que los estudios A y B se basaron en metodologías y parámetros diferentes, no resulta posible compatibilizar directamente sus resultados, no obstante se llega a la conclusión que un valor aproximado a 0,50 g para la componente horizontal de la aceleración máxima efectiva puede ser utilizado como base para el diseño seguro de las instalaciones.

23. El Capítulo 13, "EVENTOS INDUCIDOS POR EL HOMBRE", analiza la ubicación geográfica del centro nuclear respecto de instalaciones industriales, comerciales y militares así como de aeropuertos y carreteras cercanas al mismo, a los efectos de determinar la incidencia que sobre el CNIP tendrían posibles eventos debidos a la actividad humana en dichas instalaciones, aeropuertos o carreteras. El estudio establece que la probabilidad de ocurrencia en el CNIP de eventos inducidos por el hombre, es mínima, dado que las instalaciones industriales y comerciales, así como las carreteras y aeropuertos, se encuentran a distancias que pueden considerarse seguras. Otros elementos de juicio considerados en la ponderación de la probabilidad antedicha son la no existencia de instalaciones militares cercanas y las restricciones impuestas a los sobrevuelos en la zona que incluye el emplazamiento del CNIP.

