

Informe sobre el 39º Aniversario del Accidente Nuclear de Chernóbil: La Mayor Catástrofe Nuclear de la Historia

Introducción:

El 26 de abril de 2025 se conmemora el 39º aniversario del accidente nuclear de Chernóbil, un suceso que permanece grabado en la historia como la catástrofe nuclear más grave jamás ocurrida.¹ Este evento, cuyas repercusiones se extendieron mucho más allá de las fronteras de su emplazamiento, tuvo consecuencias devastadoras para la salud humana y el medio ambiente a escala global.² A lo largo de las décadas transcurridas desde aquel fatídico día, las investigaciones han profundizado en las causas subyacentes, los efectos inmediatos y a largo plazo, los esfuerzos de contención y las lecciones cruciales que se han extraído para fortalecer la seguridad nuclear a nivel mundial.⁵ El presente informe tiene como objetivo ofrecer una visión integral de este accidente trascendental, abordando sus múltiples dimensiones y su perdurable legado en el ámbito de la energía nuclear y la seguridad global.

Fecha y Hora Exactas del Accidente:

El accidente nuclear de Chernóbil ocurrió el sábado 26 de abril de 1986, a las 01:23:58 de la madrugada, hora estándar de Moscú (MSD), que corresponde a UTC+04:00.⁷ El suceso tuvo lugar en la Unidad 4 de la Central Nuclear de Chernóbil, situada cerca de la ciudad de Pripyat, en la República Socialista Soviética de Ucrania, que entonces formaba parte de la Unión Soviética y actualmente pertenece a Ucrania.⁸ La precisión en el registro de la fecha y la hora del accidente por diversas fuentes independientes subraya la exactitud con la que se documentó este momento crítico desde sus inicios.⁷ La coincidencia de esta información en archivos atómicos, enciclopedias, agencias internacionales y cronologías históricas refleja un consenso global sobre este detalle fundamental del desastre.⁷

Causas Principales del Accidente:

El desastre de Chernóbil no fue el resultado de un único factor, sino de una compleja interacción entre un diseño de reactor defectuoso y errores significativos cometidos por el personal operativo.³ En el momento del accidente, se estaba llevando a cabo una prueba de seguridad en el reactor número 4, justo antes de una parada programada para mantenimiento rutinario.³ El reactor utilizado en Chernóbil era del tipo RBMK-1000, que presentaba una característica de diseño intrínsecamente peligrosa conocida como coeficiente de vacío positivo.³ Este fenómeno provocaba

que un aumento en la formación de burbujas de vapor dentro del núcleo del reactor, en lugar de reducir la reactividad, la incrementara, generando una retroalimentación positiva que podía conducir a una rápida y descontrolada escalada de potencia.³

A este defecto de diseño se sumaron una serie de errores graves por parte de los operadores.¹⁰ Entre ellos se incluyen la desactivación del sistema de regulación de potencia, lo que hizo que el reactor fuera inestable y difícil de controlar.¹¹ También se inhabilitaron los sistemas de seguridad de emergencia, incluido el sistema de refrigeración de emergencia del núcleo (ECCS), eliminando salvaguardias cruciales que podrían haber prevenido el accidente.¹⁰ Además, se retiró la mayoría de las barras de control del núcleo del reactor, violando los protocolos de seguridad establecidos.¹⁰ Estas barras son fundamentales para regular la velocidad de la fisión nuclear, y su extracción excesiva permitió que la potencia del reactor aumentara peligrosamente.¹⁰ Otro factor contribuyente fue la operación del reactor a un nivel de potencia muy bajo, lo que lo hizo más susceptible a aumentos repentinos de potencia.¹⁰ Los operadores también incumplieron el mantenimiento del margen mínimo de reactividad operativa³ y demostraron una comprensión insuficiente de las características de reactividad del reactor a baja potencia.³

La secuencia de eventos que culminó en las explosiones comenzó con un inesperado aumento de potencia y la consiguiente acumulación de vapor.³ Cuando se intentó una parada de emergencia insertando las barras de control, estas se atascaron, exacerbando aún más la situación.³ Se produjeron dos explosiones: la primera fue una explosión de vapor inicial, seguida unos segundos después por una segunda explosión, probablemente causada por la producción de hidrógeno debido a reacciones entre el vapor y el circonio.³

Inicialmente, la responsabilidad del accidente se atribuyó principalmente a los errores de los operadores.¹⁶ Sin embargo, investigaciones posteriores reconocieron el papel significativo de las deficiencias inherentes al diseño del reactor RBMK.¹⁶ La falta de una cultura de seguridad robusta y la comunicación inadecuada entre diseñadores, ingenieros, operadores y reguladores dentro del programa nuclear soviético, en parte debido al aislamiento de la Guerra Fría, también se identificaron como factores subyacentes importantes.³ La combinación de fallos técnicos, errores humanos y problemas sistémicos creó las condiciones para la mayor catástrofe nuclear de la historia.³

Consecuencias Inmediatas del Accidente:

El accidente en la Unidad 4 de la Central Nuclear de Chernóbil tuvo consecuencias

inmediatas y devastadoras.³ Las explosiones destruyeron el edificio del reactor y liberaron una enorme cantidad de radiación a la atmósfera.³ Inicialmente, dos trabajadores perdieron la vida en la explosión.² En los tres meses siguientes, 28 bomberos y trabajadores de emergencia que participaron en las labores de extinción y limpieza fallecieron a causa del síndrome de radiación aguda (ARS), y uno más murió por un paro cardíaco.² En total, se diagnosticó ARS a 134 personas.²

La magnitud de la liberación de radiación fue sin precedentes para un accidente nuclear civil, estimándose en al menos el 5% del núcleo radiactivo del reactor.² Esto incluyó la totalidad de los gases nobles de xenón, aproximadamente la mitad del yodo y el cesio, y otros materiales radiactivos.² Se estima que se liberaron alrededor de 14 EBq (14×10^{18} Bq) de radiactividad, aunque más de la mitad correspondía a gases nobles biológicamente inertes.³ Otra estimación sitúa la liberación en 5,2 EBq equivalentes a yodo-131.³ Más de 100 elementos radiactivos fueron dispersados a la atmósfera, siendo el yodo-131, el estroncio-90 y el cesio-137 los más peligrosos debido a sus propiedades y vidas medias.³

En los primeros momentos posteriores al accidente, se realizaron esfuerzos de contención iniciales, como el lanzamiento desde helicópteros de boro, dolomita, arena, arcilla y plomo sobre el núcleo en llamas.³ El 27 de abril, aproximadamente 36 horas después del accidente, se inició la evacuación de la ciudad de Pripyat.² Posteriormente, se amplió la zona de exclusión a un radio de 30 kilómetros, lo que llevó a la evacuación de alrededor de 116.000 personas en 1986 y de más en años posteriores.²

La siguiente tabla resume el número inicial de fallecidos según diferentes fuentes:

Fuente	Fallecidos por Explosión	Fallecidos por ARS (primeros 3 meses)	Total Inicial de Fallecidos
IAEA	2	28	30
World Nuclear Association	2	28	30
UNSCEAR	2	28	30
NRC	2	28 (en los primeros cuatro meses)	30

Wikipedia	2	28	30
-----------	---	----	----

Efectos a Largo Plazo en la Salud Humana:

El accidente de Chernóbil tuvo efectos duraderos en la salud de las poblaciones afectadas, siendo el aumento significativo en la incidencia de cáncer de tiroides entre niños y adolescentes expuestos a yodo radiactivo (yodo-131) en el momento del accidente el efecto a largo plazo más claramente documentado.² Se han reportado miles de casos, una cifra muy superior a lo normal, aunque la mayoría han sido tratables.² La glándula tiroides de los niños es particularmente susceptible a la captación de yodo radiactivo, especialmente a través de la leche contaminada.²

En cuanto a otros tipos de cáncer, algunos estudios sugieren un posible aumento en la incidencia de leucemia y cataratas entre los trabajadores de limpieza ("liquidadores") que estuvieron altamente expuestos a la radiación.² Sin embargo, en la población general, aparte del cáncer de tiroides, los estudios no han demostrado un aumento significativo en la incidencia o mortalidad general por cáncer atribuible a la exposición a la radiación de Chernóbil.²

Un efecto a largo plazo significativo del desastre ha sido el impacto psicológico en las poblaciones afectadas, que incluye ansiedad, depresión, estrés y una autoevaluación negativa de la salud.² Las estimaciones sobre el número total de muertes a largo plazo relacionadas con la radiación varían considerablemente, desde unos pocos miles hasta decenas de miles, con una estimación de la ONU de alrededor de 4.000.² Es importante destacar que no se ha encontrado evidencia de efectos transgeneracionales de la exposición a la radiación en los hijos de los liquidadores.²⁵ La disparidad en las estimaciones de mortalidad a largo plazo refleja la complejidad de predecir las consecuencias de la exposición a la radiación en grandes poblaciones durante décadas.²

Impacto Ambiental del Desastre:

El desastre de Chernóbil provocó una contaminación radiactiva generalizada del suelo, el agua y el aire en gran parte de Europa, siendo las áreas más afectadas Bielorrusia, Rusia y Ucrania.² La distribución de la contaminación fue desigual debido a los patrones climáticos, especialmente las lluvias que arrastraron los radionúclidos del aire.³³ Se contaminaron tierras agrícolas, bosques y cuerpos de agua con radionúclidos como el cesio-137, el estroncio-90 y el plutonio.³

Ciertos radionúclidos, como el cesio-137 y el estroncio-90, persisten en el medio

ambiente durante largos períodos debido a sus prolongadas vidas medias.³ El impacto inicial en la vida silvestre fue significativo, incluyendo la muerte de pinos en el "Bosque Rojo" y efectos adversos en mamíferos e invertebrados.⁵⁹ Sin embargo, sorprendentemente, en la zona de exclusión se ha observado un resurgimiento de la vida silvestre en ausencia de actividad humana, con un aumento en las poblaciones de animales como lobos, jabalíes, ciervos, alces, lince e incluso osos.³ Existe un debate científico en curso sobre la salud a largo plazo de esta vida silvestre, con estudios que informan tanto de efectos negativos de la radiación (mutaciones, deformidades, disminución de la población en ciertas especies) como de poblaciones prósperas.⁵⁹ Se ha establecido la Reserva de la Biosfera Ecológica y de Radiación de Chernóbil.⁶⁵ El impacto en los organismos del suelo parece ser menos significativo que en los animales más grandes.⁷⁰ También se produjo la contaminación de los ecosistemas de agua dulce, con posibles vías de propagación a un entorno más amplio a través de las aguas subterráneas.³

La siguiente tabla resume la magnitud de la liberación de radiación según diferentes fuentes:

Fuente	Estimación de Radioactividad Liberada	Porcentaje del Núcleo Liberado	Radionúclidos Específicos (Ejemplos)
World Nuclear Association	14 EBq (5.2 EBq eq. I-131)	Al menos 5%	Xenón, Yodo-131, Cesio-137
OECD-NEA	1-2 EBq (estimación inicial)	3 ± 1.5% (combustible)	Xenón, Criptón, Yodo, Telurio, Cesio-137 (85 ± 26 PBq)
UNSCEAR	Considerable cantidad	No especificado	Yodo-131, Cesio-134, Cesio-137

Esfuerzos de Contención Después del Accidente:

En los meses inmediatamente posteriores al accidente, se construyó el "Sarcófago" original (Estructura de Refugio) sobre el destruido Reactor 4, entre junio y noviembre de 1986.¹² Esta estructura masiva de acero y hormigón se erigió rápidamente en condiciones extremadamente peligrosas para limitar la contaminación radiactiva.¹² La construcción se realizó con grandes desafíos debido a los altos niveles de radiación, lo que requirió el uso de métodos remotos y robots en la medida de lo posible.⁷¹ El

sarcófago original se consideró una medida temporal y sufrió un deterioro estructural con el tiempo.¹²

Posteriormente, se desarrolló y construyó el Nuevo Confinamiento Seguro (NSC), una estructura de acero en forma de arco mucho más grande, diseñada para encerrar el sarcófago original.³ El propósito del NSC es confinar los restos radiactivos durante 100 años, permitir el desmantelamiento seguro del sarcófago original y del reactor, y prevenir futuras liberaciones de radiactividad.³ Esta estructura es una de las mayores construcciones terrestres móviles jamás realizadas.³ Su construcción implicó la colaboración y financiación internacional.³ El NSC se completó en 2016 y se deslizó sobre la Unidad 4.³ La edificación de ambas estructuras representa logros de ingeniería notables en condiciones extremadamente peligrosas.³ El NSC no solo contiene la radiación, sino que también proporciona un entorno seguro para el futuro desmantelamiento de los materiales peligrosos en su interior.³

Estado Actual de la Zona de Exclusión de Chernóbil:

La Zona de Exclusión de Chernóbil, que abarca un radio de 30 kilómetros alrededor de la planta, se considera en gran medida deshabitada.¹² Aunque persisten isótopos radiactivos como el estroncio-90 y el cesio-137, sus niveles de exposición son tolerables durante períodos limitados.¹² Algunos antiguos residentes, en su mayoría ancianos, han regresado voluntariamente a vivir en la zona.¹² El acceso a la zona sigue siendo estrictamente restringido, generalmente limitado al personal autorizado y, antes de la invasión de 2022, a turistas.¹²

En la central nuclear se siguen realizando trabajos, incluyendo los esfuerzos de desmantelamiento y el mantenimiento del NSC.³ La zona se ha convertido en un importante centro para la investigación científica, donde se estudian los efectos de la radiación en el medio ambiente y la vida silvestre.⁵² Se ha establecido la Reserva de la Biosfera Ecológica y de Radiación de Chernóbil, destacando los esfuerzos de conservación.⁶⁵ La invasión rusa de 2022 tuvo un impacto significativo, con combates en la zona de exclusión y la suspensión del turismo.³ Dentro de la zona de exclusión también funciona una planta de energía solar.⁹⁵ La zona de exclusión ha pasado de ser un lugar de tragedia humana a un entorno único para el estudio científico y un sorprendente refugio para la vida silvestre, aunque con restricciones continuas y la persistente amenaza de la radiación.⁵² La reanudación del turismo después del desastre inicial indicó un cambio gradual en la percepción y gestión de la zona de exclusión, aunque el reciente conflicto ha detenido temporalmente esta actividad.⁹⁸

Lecciones Aprendidas y su Influencia en las Regulaciones de Seguridad Nuclear

a Nivel Mundial:

Aunque el accidente de Chernóbil fue un evento único debido al diseño específico del reactor RBMK, tuvo un impacto significativo en la cultura y las regulaciones de seguridad nuclear a nivel mundial.³ Se produjo un aumento de la cooperación internacional en seguridad nuclear, incluyendo revisiones por pares, mejoras de seguridad e intercambio de información entre países del Este y del Oeste.³ Se implementaron mejoras en todos los reactores RBMK operativos para abordar las deficiencias de diseño.³ Se hizo mayor hincapié en la "cultura de seguridad" dentro de las instalaciones nucleares, destacando la importancia de los factores humanos y organizacionales.³

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) desempeñó un papel crucial en el fortalecimiento de las normas de seguridad nuclear a nivel mundial, incluyendo el desarrollo de convenios sobre notificación temprana y asistencia en caso de accidentes nucleares, así como la Convención sobre Seguridad Nuclear.¹ En las filosofías de seguridad se hizo hincapié tanto en la prevención de accidentes como en la mitigación de sus consecuencias.¹⁰⁸ También se reconoció la importancia de la transparencia y la supervisión pública en la industria de la energía nuclear.⁵ Las regulaciones de seguridad nuclear comenzaron a considerar la vulnerabilidad al terrorismo y la violencia.⁵ Finalmente, se aprendieron lecciones importantes sobre la preparación y respuesta ante emergencias.⁴⁶ Chernóbil actuó como un punto de inflexión crítico en la industria nuclear mundial, impulsando un cambio fundamental hacia una mayor cooperación internacional, normas de seguridad mejoradas y un mayor énfasis en la cultura de seguridad.³ Aunque los fallos de diseño específicos del reactor RBMK fueron únicos, el accidente subrayó principios universales de seguridad nuclear, como la importancia de sistemas de seguridad robustos, procedimientos operativos rigurosos y una sólida cultura de seguridad.³

Conclusión:

El accidente nuclear de Chernóbil, ocurrido hace 39 años, sigue siendo la catástrofe nuclear más grave de la historia, cuyas causas se debieron a una combinación letal de un diseño de reactor defectuoso y errores humanos críticos. Las consecuencias inmediatas incluyeron la pérdida de vidas y una masiva liberación de radiación que afectó a miles de personas y vastas extensiones de territorio. Los efectos a largo plazo en la salud, especialmente el aumento del cáncer de tiroides en niños, y el impacto ambiental duradero, con la persistencia de la contaminación radiactiva, continúan siendo motivo de preocupación. Los esfuerzos de contención, desde la construcción del sarcófago original hasta la finalización del Nuevo Confinamiento

Seguro, representan logros de ingeniería notables en condiciones extremas. La zona de exclusión, aunque restringida, se ha convertido en un laboratorio natural único, donde la vida silvestre ha experimentado un sorprendente resurgimiento. Las lecciones aprendidas de Chernóbil han tenido un profundo impacto en la seguridad nuclear a nivel mundial, lo que ha llevado a una mayor cooperación internacional, normas de seguridad más estrictas y un mayor énfasis en la cultura de seguridad. A medida que conmemoramos este aniversario, es crucial recordar las trágicas consecuencias de Chernóbil y reafirmar el compromiso global con la vigilancia y la mejora continua de la seguridad nuclear para evitar que se repitan desastres similares.

Obras citadas

1. Moments in NRC History - Chernobyl, April 26, 1986 [Refresh 2024] - YouTube, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://m.youtube.com/watch?v=Sch6lGRVbFo>
2. The Chornobyl Accident - the UNSCEAR, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.unscear.org/unscear/en/chernobyl.html>
3. Chernobyl Accident 1986 - World Nuclear Association, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident>
4. Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1239_web.pdf
5. Chernobyl 25 years later: Many lessons learned - Bulletin of the Atomic Scientists, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://thebulletin.org/archive/chernobyl-25-years-later-many-lessons-learned/>
6. 30 Years After Chernobyl – Nuclear Safety and Security | Peace Palace Library, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://peacepalacelibrary.nl/blog/2016/30-years-after-chernobyl-nuclear-safety-and-security>
7. www.atomicarchive.com, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.atomicarchive.com/science/power/chernobyl-timeline.html#:~:text=April%2026%2C%201986%2C%201%3A23%3A58%20a.m.,and%20radiation%20begins%20spewing%20out.>
8. Chernobyl disaster - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_disaster
9. Chernobyl: Timeline of Events - Atomic Archive, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.atomicarchive.com/science/power/chernobyl-timeline.html>
10. Chernobyl Timeline: How a Nuclear Accident Escalated to a Historic ..., fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.history.com/articles/chernobyl-disaster-timeline>
11. Chernobyl disaster | Causes, Effects, Deaths, Videos, Location ..., fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.britannica.com/event/Chernobyl-disaster>

12. Frequently Asked Chernobyl Questions | IAEA, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl/faqs>
13. Chernobyl: Executive summary - Nuclear Energy Agency (NEA), fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_28265/chernobyl-executive-summary
14. Sequence of Events – Chernobyl Accident Appendix 1 - World Nuclear Association, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://world-nuclear.org/information-library/appendices/chernobyl-accident-appendix-1-sequence-of-events>
15. What are the effects of nuclear accidents?, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/what-are-the-effects-of-nuclear-accidents>
16. Investigations into the Chernobyl disaster - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Investigations_into_the_Chernobyl_disaster
17. The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1 - Scientific, technical publications in the nuclear field | IAEA, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub913e_web.pdf
18. Backgrounder On Chernobyl Nuclear Power Plant Accident | NRC.gov, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/chernobyl-bg.html>
19. The 1986 Chornobyl nuclear power plant accident | IAEA, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.iaea.org/topics/chornobyl>
20. The Chernobyl accident: Causes and consequences - IAEA INIS, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://inis.iaea.org/records/g6y5w-p6113>
21. www.iaea.org, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl/faqs#:~:text=The%20initial%20explosion%20resulted%20in,and%20one%20of%20cardiac%20arrest.>
22. The True Cost of the Chernobyl Disaster Has Been Greater Than It Seems - Time, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://time.com/5255663/chernobyl-disaster-book-anniversary/>
23. What was the death toll from Chernobyl and Fukushima? - Our World in Data, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://ourworldindata.org/what-was-the-death-toll-from-chernobyl-and-fukushima>
24. Conflicting Casualties: Counting the Victims of the Chernobyl Nuclear Disaster - The Reactor Room - Swarthmore College, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://ds-pages.swarthmore.edu/reactor-room/projects/conflicting-casualties/>
25. Deaths due to the Chernobyl disaster - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Deaths_due_to_the_Chernobyl_disaster
26. Health Effects of the Chernobyl Accident - Canadian Nuclear Safety Commission, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/resources/health/health-effects-chernobyl-accident/>
27. Whats the scariest fact about the chernobyl disaster? - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,

- https://www.reddit.com/r/chernobyl/comments/18b8qyv/whats_the_scariest_fact_about_the_chernobyl/
28. Effects of the Chernobyl disaster - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Effects_of_the_Chernobyl_disaster
 29. Immediate medical consequences of nuclear accidents. Lessons from Chernobyl - PubMed, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3112420/>
 30. Health consequences of the Chernobyl accident, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41801/1/9241561815_eng.pdf
 31. Chernobyl: Chapter V. Health impact - Nuclear Energy Agency (NEA), fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_28342/chernobyl-chapter-v-health-impact
 32. Economic and Social Consequences of the Chernobyl Accident, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://soviethistory.msu.edu/1985-2/meltdown-in-chernobyl/meltdown-in-chernobyl-texts/economic-and-social-consequences-of-the-chernobyl-accident/>
 33. Chernobyl: Chapter II. The release ... - Nuclear Energy Agency (NEA), fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_28292/chernobyl-chapter-ii-the-release-dispersion-deposition-and-behaviour-of-radionuclides
 34. Radiation levels now | The Chernobyl Gallery, fecha de acceso: abril 26, 2025, <http://www.chernobylgallery.com/chernobyl-disaster/radiation-levels/>
 35. Comparison of Chernobyl and other radioactivity releases - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_Chernobyl_and_other_radioactivity_releases
 36. Chernobyl Accident 1986 - World Nuclear Association, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx>
 37. The Chernobyl accident — an epidemiological perspective - PMC - PubMed Central, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3107017/>
 38. 30 years After the Chernobyl Nuclear Accident: Time for Reflection and Re-evaluation of Current Disaster Preparedness Plans, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4899336/>
 39. Health effects of the Chernobyl accident: an overview, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.who.int/docs/default-source/documents/publications/health-effects-of-the-chernobyl-accident.pdf>
 40. Chernobyl: a 35 year follow up on long-term health effects - The Cancer Letter, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://cancerletter.com/guest-editorial/20210423_3/
 41. Chernobyl at 35 Years An Oncologist's Perspective - The ASCO Post, fecha de acceso: abril 26, 2025,

<https://ascopost.com/issues/may-25-2021/chernobyl-at-35-years-an-oncologist-s-perspective/>

42. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, Russia, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl.pdf>
43. The Chernobyl Accident 20 Years On: An Assessment of the Health Consequences and the International Response, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1570049/>
44. Radiation Exposure to the Thyroid After the Chernobyl Accident - Frontiers, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2020.569041/full>
45. Chernobyl: the true scale of the accident - World Health Organization (WHO), fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.who.int/news/item/05-09-2005-chernobyl-the-true-scale-of-the-accident>
46. Chernobyl Accident and Its Consequences - Nuclear Energy Institute, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.nei.org/resources/fact-sheets/chernobyl-accident-and-its-consequences>
47. Mental Health and Neuropsychiatric Aftermath 35 Years After the Chernobyl Catastrophe: Current State and Future Perspectives - PubMed Central, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8629042/>
48. The Enduring Lessons of Chernobyl | IAEA, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.iaea.org/newscenter/statements/enduring-lessons-chernobyl>
49. Comparison of the accident process, radioactivity release and ground contamination between Chernobyl and Fukushima-1 - PMC, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4732534/>
50. Chernobyl: Chapter IV. Dose estimates - Nuclear Energy Agency (NEA), fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_28312/chernobyl-chapter-iv-dose-estimates
51. Environmental contamination and other consequences of the Chernobyl reactor accident, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.bfs.de/EN/topics/ion/accident-management/emergency/chernobyl/environmental-consequences.html>
52. Chernobyl nuclear catastrophe: lessons for sustainability and UNSDGs in health, energy, and environmental recovery - PubMed Central, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11896848/>
53. 3. How has the environment been affected by the Chernobyl accident? - GreenFacts, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.greenfacts.org/en/chernobyl/i-2/3-chernobyl-environment.htm>
54. Chernobyl: Chapter VI. Agricultural and environmental impacts, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_28351/chernobyl-chapter-vi-agricultural-and-environmental-impacts

55. Chernobyl 30 years on: Environmental and health effects | Think Tank, fecha de acceso: abril 26, 2025, [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2016\)581972](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2016)581972)
56. Chernobyl groundwater contamination - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_groundwater_contamination
57. Chernobyl & the marine environment: The radiological impact in context, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull38-1/38106081822.pdf>
58. Chernobyl, Ukraine - :: WorstPolluted.org : Projects Reports, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www.worstpolluted.org/projects_reports/display/44
59. Scientists can't agree about Chernobyl's impact on wildlife - Knowable Magazine, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://knowablemagazine.org/content/article/food-environment/2022/scientists-cant-agree-about-chernobyls-impact-wildlife>
60. 10. Chernobyl's radioactive impact on fauna - PubMed, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20002052/>
61. What happened to wildlife after Chernobyl? - Understanding Animal Research, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.understandinganimalresearch.org.uk/news/what-happened-to-wildlife-after-chernobyl>
62. The wildlife of Chernobyl: 30 years without man - The Biologist, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://thebiologist.rsb.org.uk/biologist/158-biologist/features/1493-out-of-the-ashes>
63. Four Legs Good, Two Legs Bad: Animals Return to the Chernobyl Exclusion Zone, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.environmentandsociety.org/arcadia/four-legs-good-two-legs-bad-animals-return-chernobyl-exclusion-zone-0>
64. Long-term wildlife impacts at Chornobyl, Fukushima may yield 'a new ecology' - Mongabay, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://news.mongabay.com/2023/12/long-term-wildlife-impacts-at-chornobyl-fukushima-may-yield-a-new-ecology/>
65. How Chernobyl has become an unexpected haven for wildlife - UNEP, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-chernobyl-has-become-unexpected-haven-wildlife>
66. Investigation into ecological impact of Chernobyl wildfires, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.ceh.ac.uk/news-and-media/news/investigation-ecological-impact-chernobyl-wildfires>
67. What is known about Chernobyl today in 2024? - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www.reddit.com/r/chernobyl/comments/1ffwit0/what_is_known_about_chernobyl_today_in_2024/

68. From disaster zone to living laboratory: Chernobyl provides test bed for UGA researchers, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://research.uga.edu/news/from-disaster-zone-to-living-laboratory-chernobyl-provides-test-bed-for-uga-researchers/>
69. Inside Chornobyl exclusion zone during war | Dare to Ukraine - YouTube, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=3azuigLn1Bc>
70. Current Chernobyl radiation levels do not directly impact soil organisms, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.ceh.ac.uk/current-chernobyl-radiation-levels-do-not-directly-impact-soil-organisms>
71. Chernobyl Nuclear Power Plant sarcophagus - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_Nuclear_Power_Plant_sarcophagus
72. Chernobyl: Chapter VII. Potential residual risks - Nuclear Energy Agency (NEA), fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_28363/chernobyl-chapter-vii-potential-residual-risks
73. Sarcophagus - The Chernobyl Gallery, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<http://www.chernobylgallery.com/chernobyl-disaster/sarcophagus/>
74. How did they build the first Sarcophagus working so close to the core? : r/chernobyl - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/chernobyl/comments/lz9n09/how_did_they_build_the_first_sarcophagus_working/
75. How did they manage to build the Roof of the old Sarcophagus? : r/chernobyl - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/chernobyl/comments/1fdhulv/how_did_they_manage_to_build_the_roof_of_the_old/
76. Chernobyl Sarcophagus: The Most Complex Structure Ever Built? | Chornobyl Uncharted Ep 12, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.youtube.com/watch?v=wqOb-DdNVqQ>
77. PNNL: EED - Steel Structure Shelters Sarcophagus at Chernobyl - Sustainable Energy, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://energyenvironment.pnnl.gov/projects/project_description.asp?id=397
78. Chernobyl gets six-year extension for work on original shelter - World Nuclear News, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Chernobyl-s-original-shelter-gets-six-year-extension>
79. Extreme Construction: The New Chernobyl Shelter | FD Engineering - YouTube, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.youtube.com/watch?v=fScXvnDpb-w&pp=0gcJCdgAo7VqN5tD>
80. en.wikipedia.org, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_Nuclear_Power_Plant_sarcophagus#:~:text=Built%20in%20the%20aftermath%20of,protecting%20it%20from%20climate%20exposure.
81. Chernobyl Sarcophagus: The Most Complex Structure Ever Built | Chornobyl

- Uncharted Ep 12 - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/chernobyl/comments/1hk2vxj/chernobyl_sarcophagus_the_most_complex_structure/
82. Nuclear Safety - EBRD, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.ebrd.com/home/what-we-do/focus-areas/nuclear-safety.html>
 83. Chernobyl New Safe Confinement - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_New_Safe_Confinement
 84. Chernobyl New Safe Confinement - Institution of Civil Engineers, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.ice.org.uk/what-is-civil-engineering/infrastructure-projects/chernobyl-new-safe-confinement>
 85. Chernobyl New Safe Confinement - Bechtel, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.bechtel.com/projects/chornobyl-new-safe-confinement/>
 86. New Safe Confinement | The Chernobyl Gallery, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<http://www.chernobylgallery.com/chernobyl-disaster/new-safe-confinement/>
 87. New phase in safety work on Chernobyl's original shelter - World Nuclear News, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.world-nuclear-news.org/articles/new-phase-in-safety-work-on-chernobyls-original-shelter>
 88. Safe Confinement at Chernobyl Nuclear Power Plant - Case Study - Lucideon, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.lucideon.com/case-studies/safe-confinement-chernobyl>
 89. Chernobyl New Safe Confinement (NSC), Ukraine - Power Technology, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.power-technology.com/projects/chernobyl-new-safe-confinement-nsc/>
 90. Installation of New Safe Confinement in Chernobyl completed - Mammoet, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.mammoet.com/news/mammoet-completes-installation-of-new-safe-confinement-in-chernobyl/>
 91. The story of Chernobyl's New Safe Confinement - YouTube, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=mdnutU2m71o>
 92. Chernobyl entombed: new sarcophagus aims to make site safe for 100 years - The Ecologist, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://theecologist.org/2016/apr/26/chernobyl-entombed-new-sarcophagus-aims-to-make-site-safe-100-years>
 93. Why is the Chernobyl New Safe Confinement dome only good for 100 years? - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/askscience/comments/hnr2r5/why_is_the_chernobyl_new_safe_confinement_dome/
 94. The New Safe Confinement at Chernobyl Nuclear Power Plant in its final position over the damaged reactor 4 in October 2017 - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/CatastrophicFailure/comments/r8gvle/the_new_safe_confinement_at_chernobyl_nuclear/

95. Forty-three years after meltdown in Chernobyl, social and economic resilience help drive recovery, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://globalresilience.northeastern.edu/fourty-three-years-after-meltdown-in-chnobyl-social-and-economic-resilience-help-drive-recovery/>
96. Status of exclusion zone - chernobyl - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/chernobyl/comments/1abmivn/status_of_exclusion_zone/
97. Chernobyl exclusion zone - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_exclusion_zone
98. What is the Chernobyl Exclusion Zone? - Live Science, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.livescience.com/chernobyl-exclusion-zone>
99. Chernobyl exclusion zone - Wikipedia, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_Exclusion_Zone
100. Visiting Chernobyl exclusion zone - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/chernobyl/comments/1i50uv8/visiting_chernobyl_exclusion_zone/
101. Chernobyl – Travel guide at Wikivoyage, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://en.wikivoyage.org/wiki/Chernobyl>
102. Rules — About us — Real Chernobyl, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://realchernobyl.com/en/rules>
103. Your guide to visiting the Chernobyl Exclusion Zone | Blog - Explore Worldwide, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.exploreworldwide.com/blog/guide-to-visiting-the-chernobyl-exclusion-zone>
104. Penalty for illegally trespassing / entering the zone : r/chernobyl - Reddit, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/chernobyl/comments/1dmhd24/penalty_for_illegally_trespassing_entering_the/
105. 'This is my home': Life inside Chernobyl's exclusion zone | VOA News - YouTube, fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.youtube.com/watch?v=MokT_YOYDhw
106. 'This is my home': Life inside Chernobyl's exclusion zone - VOA, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.voanews.com/a/this-is-my-home-life-inside-chernobyl-s-exclusion-zone/7585823.html>
107. Chernobyl: Chapter IX. Lessons learnt - Nuclear Energy Agency (NEA), fecha de acceso: abril 26, 2025,
https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_28391/chernobyl-chapter-ix-lessons-learnt
108. Lessons of Chernobyl - International Atomic Energy Agency, fecha de acceso: abril 26, 2025,
<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull28-3/28302793839.pdf>
109. Lessons learned from Chernobyl | Republican Center for State Environmental Expertise, Training, Advanced Training and Retraining of Personnel of the Ministry of Natural Resources, fecha de acceso: abril 26, 2025,

- <https://www.oos.by/en/lessons-learned-from-chernobyl/>
110. Lessons Learned: Nuclear Safety Culture - NCBI, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK253947/>
 111. NSIAD-88-131BR Nuclear Power Safety: International Measures in Response to Chernobyl Accident - GAO, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.gao.gov/assets/nsiad-88-131br.pdf>
 112. 3 lessons from Chernobyl for high reliability organizations - Press Ganey, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://info.pressganey.com/press-ganey-blog-healthcare-experience-insights/3-lessons-from-chernobyl-for-high-reliability-organizations>
 113. How Chernobyl Jump-Started the Global Nuclear Safety Regime | U.S. GAO, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.gao.gov/blog/2019/09/12/how-chernobyl-jump-started-the-global-nuclear-safety-regime>
 114. How the Chernobyl Disaster Transformed Nuclear Safety and Regulations, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://national.nhd.org/api/FileApi/View/9f566358-ecb6-484c-8bd8-e1a697dba5be/1f40e11d-cb0d-478e-ba18-f5da3cb76b83/00000000-0000-0000-0000-000000000000/d7b5ba6d-c2e5-44db-a3f0-d6f86a94eb2d>
 115. 30 Years after Chernobyl: IAEA Continues to Support Global Efforts to Help Affected Regions, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.iaea.org/newscenter/news/30-years-after-chernobyl-iaea-continues-to-support-global-efforts-to-help-affected-regions>
 116. The post-Chernobyl outlook for nuclear power - International Atomic Energy Agency, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.iaea.org/sites/default/files/28304780912.pdf>
 117. Safety of Nuclear Power Reactors - World Nuclear Association, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/safety-of-nuclear-power-reactors>
 118. International Nuclear Law in the Post-Chernobyl Period, fecha de acceso: abril 26, 2025, https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_14152/international-nuclear-law-in-the-post-chernobyl-period?details=true
 119. NUREG-1251, Vol. I, "Implications of the Accident at Chernobyl for Safety Regulation of Commercial Nuclear Power Plants in, fecha de acceso: abril 26, 2025, <https://www.nrc.gov/docs/ML0820/ML082030501.pdf>