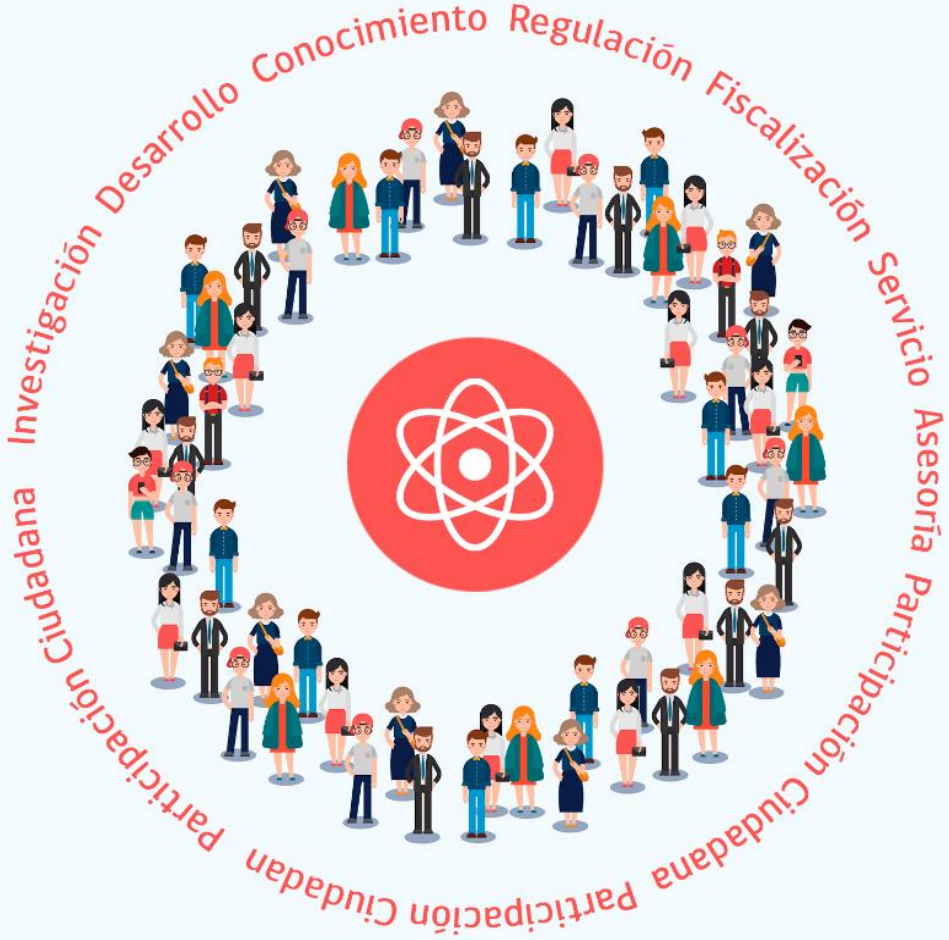
Comisión Chilena de Energía Nuclear

Ministerio de Energía

Gobierno de Chile

Memoria Institucional 2021

Comisión Chilena de Energía Nuclear



Comisión Chilena de Energía Nuclear
Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

ÍNDICE

Introducción Página 03
Investigación y Desarrollo Página 05
Capacidades tecnológicas para la I+D Página 18
Vinculación de la I+D Página 22
Transferencia de conocimiento Página 23
Roles de Autoridad Reguladora Nacional Página 24
Evaluación y fiscalización Página 24
Ámbito nuclear y radiológico Página 24
Control de Ventas de Litio Página 27
Salud Humana Página 32
Disponibilidad de Servicios Página 35
Tecnología con radiación Página 35
Servicios de caracterización química y física Página 40
Gestión de desechos radiactivos Página 41
Capacitaciones en protección radiológica Página 45
Metrología de radiaciones ionizantes Página 47
Nuestro valor: Capital Humano Página 48
Gestión de personas Página 48
Agenda de Género Página 54
Seguridad Integrada Página 57
Sección de Seguridad Nuclear Integrada y Salvaguardias Página 58
Sección Gestión de la Seguridad Página 58
Sección de Seguridad Radiológica Integrada Página 58
Responsabilidades Internacionales Página 79
Aportes al Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares Página 79
Gestipón de la Cooperación Técnica Página 79
Gestión Corporativa Página 82
Ingeniería y mantenimiento de la infraestructura Página 86
Tecnologías de la información y las comunicaciones Página 88
Auditoría Página 91
Adquisición y gestión eficiente Página 93
Planificación y control de la gestión Página 95
Vinculación e integración con la sociedad Página 97
Cierre de la memoria institucional Página 108
Glosario Página 109

Comisión Chilena de Energía Nuclear

Ministerio de Energía

Gobierno de Chile

MEMORIA INSTITUCIONAL CCHEN 2021

Introducción

La Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) es un instituto tecnológico y de investigación público, dependiente del Ministerio de Energía, con 57 años de experiencia y diversas contribuciones al país en el ámbito de las ciencias nucleares, en la generación de conocimiento científico, aplicaciones tecnológicas y desarrollo de productos derivados; en la regulación y fiscalización del uso pacífico y seguro de la energía y tecnología nuclear y las radiaciones ionizantes.

A continuación, les invitamos a recorrer los principales hitos de 2021, tanto aquellos relacionados con nuevos proyectos y sus logros como los que constituyen actividades de continuidad, todo lo cual compone el sello distintivo de una institución altamente comprometida con el propósito de que sus contribuciones impacten en el desarrollo del país y el bienestar de las personas. Las actividades que desarrollamos tienen aplicaciones en diversas áreas de la sociedad; en energía, salud, medioambiente, agricultura, materiales.

Este 2021 fue un año aún marcado por la pandemia. Ello, por supuesto, se vio reflejado en nuestras actividades y nuestras formas de trabajo. Hubo que adaptarse. Gracias a un coordinado trabajo de equipo ello fue posible, aún con las dificultades derivadas de las restricciones, las cuales también impactaron en los recursos financieros. Con todo, nuestra Institución no paró ni un día durante toda la pandemia. Actividades como la operación de nuestro reactor de investigación para la producción de radioisótopos para la salud y otros fines, la síntesis de radiofármacos, la fiscalización a entidades reguladas, la irradiación de productos alimenticios, hemocomponentes y material quirúrgico, el desarrollo de investigaciones y aplicaciones en el cambio climático, materiales para la transición energética, tratamientos para el cáncer con radiación pulsada, propulsión de nanosatélites y ensayos no destructivos de materiales, entre otros, encontraron en conceptos como la innovación su forma de continuidad.

Todo lo anterior, junto con haber sobrellevado la pandemia, con el esfuerzo que significó para nuestros/as funcionarios/as, profesionales, técnicos, administrativos, viene a dar más sentido aún a nuestra labor y a nuestro compromiso como servidores/as públicos/as. Nos sentimos reconocidos y reconocidas por lo que significó este trabajo sin pausa para la salud de muchas personas, para que la actividad industrial y comercial mantuviera el soporte de nuestras tecnologías, para asegurar el incremento del conocimiento y la innovación que el país requiere para construir su futuro. Desde esta responsabilidad directiva, un especial reconocimiento a todas y todos quienes estuvieron detrás de cada tarea, ya sea desde su casa -en modo de teletrabajo- como también de manera presencial, porque es gracias a cada uno y cada una, en un trabajo en equipo, que nuestra Institución pudo entregar, a diario, su contribución de valor público al país.

A través de este documento, buscamos dar cuenta a la ciudadanía de estos logros, que se notará que no son pocos, y de sus proyecciones. La sostenibilidad de la misión de la Comisión Chilena de Energía Nuclear depende de cómo la ciudadanía valore nuestros aportes al país, y ello se deduce del intelecto y corazón que pongamos para enfrentar cada nuevo desafío y de que los resultados sean percibidos por los más diversos sectores del país.

Invito a cada uno y cada una de ustedes a informarse sobre quiénes somos, qué hacemos, y, más importante aún, cómo contribuimos al presente y futuro de nuestro país.

Dr. Luis Huerta Torchio
Director Ejecutivo (S) de la Comisión Chilena de Energía Nuclear

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Como Instituto Tecnológico y de Investigación Público, tenemos el rol de fomentar y ejecutar actividades de investigación y desarrollo, en los diversos dominios de las ciencias y tecnologías nucleares, incluyendo áreas afines.

En esa línea, nuestros investigadores y nuestras investigadoras generan conocimiento y nuevas aplicaciones, con base en políticas de largo plazo. Un área de gestión estratégica y administrativa apoya la formulación y desarrollo de proyectos de I+D, pone sus esfuerzos en mejorar la disponibilidad de infraestructura para las labores investigativas, colabora en procesos de vinculación con grupos de interés, en la transferencia de conocimiento y tecnologías al medio, y en el impulso de iniciativas de divulgación científica-tecnológica.

Hito 2021

1. Consolidación del ecosistema de centros de investigación CCHEN

La CCHEN avanzó en la creación de un ecosistema de I+D institucional, orientado a la generación de conocimiento y desarrollo de tecnología en las áreas de la fisica de plasmas y sus ámbitos derivados, en la ciencia de los ecosistemas, en la física nuclear, en los materiales con aplicación en el almacenamiento y conversión de energía entre otros. En esos dominios, de impacto en problemas nacionales, fueron formalizados los convenios de desempeño de mediano plazo de cuatro de sus cinco centros de investigación institucionales: Centro de Investigación en la Intersección de Física de Plasmas, Materia y Complejidad (P^2mc); Centro de Tecnologías Nucleares en Ecosistemas Vulnerables (CTNEV), Centro de Física Nuclear y Espectroscopía de Neutrones (CEFNEN) y Centro de Materiales para la Transición y Sostenibilidad Energética (METS).

Foto 1: Ceremonia de firma de los convenios de desempeño de mediano plazo de cuatro centros CCHEN-ID.

1.1. Nuestro Ecosistema de I+D

Porcentaje de cumplimiento del Plan de Implementación de los Centros de I+D (CCHEN-ID)

El plan contempló en 2021 formalizar la creación de los cinco centros de investigación (CCHEN-ID) que forman parte del diseño del ecosistema de I+D, cumpliéndose la meta en un 100%. Estos centros están concebidos en torno a las actividades de I+D que ya se realizan en la institución, pero bajo una perspectiva prioritaria, enfocada, y con el objetivo de proyectarlas en todo su potencial, con base en un plan de mediano plazo, establecido de común acuerdo. Cuatro centros convirtieron sus planes en convenios de desempeño de mediano plazo. Con tres directores y una directora liderando estas instancias, se comprometen logros científicos y tecnológicos de impacto en sus respectivas áreas, con objetivos y metas a tres años.

Se realizaron concursos internos en los que investigadores e investigadoras de la Comisión postularon para hacerse cargo, junto a sus equipos, de los compromisos del convenio. Los Centros que ya cuentan con este convenio de desempeño y sus respectivos directores y directora son:

- Centro de Investigación en la Intersección de Física de Plasmas, Materia y Complejidad (P^2mc), liderado por el Dr. Leopoldo Soto Norambuena.
- Centro de Materiales para la Transición y Sostenibilidad Energética (METS), liderado por el Dr. Julio Urzúa Piña.
- Centro de Tecnologías Nucleares en Ecosistemas Vulnerables (CTNEV), liderado por la Dra. Adriana Nario Mouat.
- Centro de Física Nuclear y Espectroscopía de Neutrones (CEFNEN), liderado por el Dr. Francisco Molina Palacios.

No obstante que el proceso para el cargo de dirección y respectivo convenio del quinto centro, el de Investigaciones Nucleares para Aplicaciones en Salud y Biomedicina (CINAS), está en fase de preparación, ya se cuenta con un plan de trabajo de avance en sus líneas de investigación.

1.2. Líneas investigativas incluidas en los convenios de desempeño de los centros CCHEN-ID

- **Conocimiento y aplicación del plasma y la fusión nuclear**

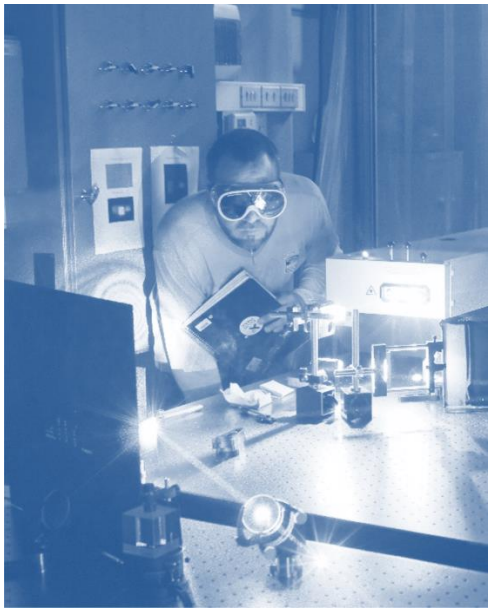


Foto 2: Laboratorio Plasma y Fusión Nuclear.

El **Centro de Investigación en la Intersección de Física de Plasmas, Materia y Complejidad (P^2mc)** se orienta al diagnóstico de los plasmas pulsados y la investigación de los procesos fundamentales que subyacen a su fenomenología; la aplicación de la física de sistemas complejos al estudio del comportamiento y propiedades de esos plasmas y de sus radiaciones; la investigación de la fusión nuclear en dispositivos medianos y pequeños y sus aplicaciones en el estudio de materiales para los futuros reactores nucleares de fusión; el uso de plasmas y radiaciones pulsadas para aplicaciones en energía, salud, vida y medioambiente; y el uso de plasmas de baja temperatura para aplicaciones en la esterilización de material médico y de protección personal, tratamiento y eliminación de residuos intrahospitalarios, en el ámbito de la agricultura y otros.

- **Física nuclear y neutrones para conocer la materia y los materiales**

El núcleo atómico y sus derivaciones es el foco de investigación a cargo del **Centro de Física Nuclear y Espectroscopía de Neutrones (CEFNEN)**, que busca entender la naturaleza del mundo subatómico y contribuir al desarrollo de técnicas de diagnóstico de las propiedades de la materia basadas en el uso de los neutrones, producto de la desintegración nuclear.

Conocer y comprender cómo interactúan los neutrones con la materia permite desarrollar tecnologías de análisis de las propiedades de muchos materiales, con la ventaja de preservar la integridad del material analizado; un área que se conoce como ensayos no destructivos.

Foto 3: Laboratorio Investigaciones Nucleares.

A modo de ejemplo, la neutrografía, esto es, el uso de neutrones para obtener la imagen estructural de una muestra, es una técnica que permite ver el interior de una gran variedad de estructuras sólidas o líquidas, que van desde un motor o un combustible nuclear, hasta fósiles y objetos arqueológicos.

El CEFNEN tiene la capacidad para apoyar las labores de análisis que requiere el reactor nuclear RECH-1 para su operación y, además, agregar nuevos usos en la caracterización y ensayo de materiales, por ejemplo, de manera que esa instalación nuclear de la CCHEN maximice su contribución al conocimiento y desarrollo de tecnologías para el progreso y bienestar del país.

- **El poder del núcleo atómico en la resistencia al cambio climático**

Los efectos del cambio climático y su mitigación es dominio de investigación del **Centro de Tecnologías Nucleares en Ecosistemas Vulnerables (CTNEV)**. La amenaza global del cambio climático que, en el caso de Chile, tiene un impacto visible, entre otros, en el desplazamiento del clima árido hacia el sur, el desequilibrio en la biodiversidad y la aparición de plagas, nos conduce a implementar estrategias para la gestión de los efectos en el medio ambiente, que requiere avanzar en el conocimiento de los fenómenos involucrados y el desarrollo de tecnologías eficaces.

Foto 4: Equipo CTNEV en proyecto de Pelarco.

Basadas en el uso de radiaciones ionizantes, las tecnologías nucleares estudiadas en el CTNEV muestran un poder importante en la mitigación de tales efectos. Es el caso de la radiohormesis y la mutagénesis en especies vegetales, que es parte de los estudios del Centro, o de las técnicas de insecto estéril por irradiación de pupas para combatir plagas con métodos no contaminantes.

En otro dominio relevante para el desarrollo de nuestra economía exportadora, las capacidades de investigación del CTNEV permiten contribuir a transferir tecnologías para asegurar la inocuidad y autenticidad de productos agropecuarios. Un ejemplo es la investigación en producción de miel de abejas, donde la irradiación del producto permite combatir la enfermedad de Loque americana que afecta a esa especie, mientras mantiene intactas las propiedades y sabor del alimento.

- **Materiales para el futuro de la humanidad**

Foto 5: equipo del Centro de Materiales para la Transición y Sostenibilidad Energética (METS).

La necesidad de transitar, urgentemente, a una producción de energía basada en fuentes sustentables y amigables con el medioambiente, ha impulsado la principal preocupación del **Centro de Materiales para la Transición y Sostenibilidad Energética (METS)**: la búsqueda de materiales para las formas de producción de energía no convencionales, como la energía solar térmica o fotovoltaica. Así, alternativas a las tecnologías actuales, como la introducción de líquidos iónicos en vez de sales fundidas en las plantas de energía solar térmica, o el uso de celdas fotovoltaicas orgánicas en paneles solares, son una parte relevante de las investigaciones del METS. Junto a ello, la recuperación de materiales relevantes para la industria energética, como el litio o las tierras raras, alternativa a aquella basada en combustibles fósiles, han significado ensayos experimentales basados en el uso de nanotecnologías, entre otros.

En consecuencia, las actividades de investigación del METS barren un dominio amplio, desde los procesos químicos de obtención de elementos hasta el desarrollo de las bases científicas para la producción de energía.

2. Proyectos de investigación ejecutados

Se ejecutaron ocho proyectos FONDECYT (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico); un FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico); un Anillo; tres de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI), financiados por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID); dos Proyectos Coordinados de Investigación (CRP), apoyados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), además de proyectos internos.

En 2021 la meta de avance del Programa de Proyectos de I+D se fijó en al menos un 85% y el resultado final alcanzó el 93%. El avance efectivo considera el cumplimiento de los hitos en la fecha programada en cada proyecto.

2.1. Proyectos en I+D y ámbitos de trabajo

MULTIDISCIPLINARIO CON APLICACIÓN EN MATERIA VIVA Y MATERIALES

Tipo	Nombre proyecto	Director(a)/ Jefe(a) Proyecto	Fecha inicio/ término
ANILLO ANID	"Plasma physics and pulsed power for energy and life, effects of the applications in living matter and materials"	Leopoldo Soto	31/12/2017 30/06/2021
FONDECYT REGULAR	"Experimental characterization of pulsed radiations and particles generated by low energy plasma focus devices and study of their effects on matter"	José Moreno	01/04/2019 01/04/2023

SALUD HUMANA

Tipo	Nombre proyecto	Director(a)/ Jefe(a) Proyecto	Fecha inicio/ término
FONDECYT POSTDOC	"Rol de los ARNs no codificantes exosomales en la inducción del daño en el ADN, secundario a la radiación ionizantes"	Rodrigo Andaur	15/03/2019 15/03/2023
CRP IAEA	"Estimación de dosis absorbida y daño citogenético en pacientes con cáncer de mama como una herramienta hacia un tratamiento de radioterapia personalizado"	Valentina Verdejo	10/07/2017 31/03/2023

ECOSISTEMAS VULNERABLES

Tipo	Nombre proyecto	Director(a)/ Jefe(a) Proyecto	Fecha inicio/ término
PAI	"Evaluación de la radio-hormesis como metodología para el mejoramiento de parámetros de crecimiento en las especies Eucalyptus nitens y Peumus boldus"	Daniel Villegas	01/03/2019 01/03/2021
PAI	"Bases metodológicas para una evaluación piloto epidemiológica-ambiental, entre anomalías geoquímicas en suelos de la región de O'Higgins y su asociación con la mortalidad por enfermedades crónicas no-transmisibles"	Ana Valdés	01/02/2019 01/02/2021

PAI	"Desarrollo y evaluación de una metodología efectiva de control y prevención de la enfermedad de Loque americana en colmenas chilenas mediante el uso de irradiación gamma para el fortalecimiento de una apicultura nacional sustentable"	Enrique Mejías	15/10/2019 15/10/2021
CRP OIEA	"Use of stable isotopes (cesium and strontium) as monitoring tools to predict radionuclides uptake and optimize remediation of contamination in agriculture"	Adriana Nario	09/07/2019 08/7/2024

DESARROLLO DE MATERIALES

Tipo	Nombre proyecto	Director(a)/ Jefe(a) Proyecto	Fecha inicio/ término
FONDEF ANID	"Synthesis of Li-S-C nanoparticles for high density energy storage devices by supersonic thermal plasma expansion method"	Biswajit Bora	01/12/2019 31/05/2022

AEROESPACIAL

Tipo	Nombre proyecto	Director(a)/ Jefe(a) Proyecto	Fecha inicio/ término
FONDECYT Regular 2021	"Propulsor de plasma miniaturizado para nanosatélites *Cubesat"*	Leopoldo Soto	01/04/2021 31/03/2025

CIENCIAS FÍSICAS

Tipo	Nombre proyecto	Director(a)/ Jefe(a) Proyecto	Fecha inicio/ término
FONDECYT REGULAR	"Maximum Entropy and Maximum Caliber principles in Computational Statistical Mechanics: from fundamentals to applications"	Gonzalo Gutiérrez (investigador principal) Sergio Davis (contraparte CCHEN)	01/04/2017 01/04/2021
FONDECYT REGULAR	"Experimental neutron studies using a wide energy range multipurpose neutron spectrometer system based on Bonner's sphere method and proportional counters detectors"	Francisco Molina	01/04/2017 01/04/2021

FONDECYT POSTDOC 2019	"Optimization and modification of a kilo Joule plasma focus device, pulsed radiation (X-Rays, Neutrons) and charged particle measurements and its applications in organic and inorganic material"	Jalaj Jain	15/03/2019 15/03/2022
FONDECYT Regular 2021	"Zeeman effect spectroscopy measurements for magnetic field characterization of a sub-kJ Plasma Focus discharge".	Gonzalo Avaria	01/04/2021 31/03/2025
FONDECYT Regular 2021	"Investigación fundamental en dispositivos Plasma Focus de baja energía en régimen de alta emisión de neutrones".	Cristian Pavez	01/04/2021 31/03/2025

2.2. Resultados de los proyectos

En 2021, seis proyectos cumplieron su ciclo. Sus principales resultados son:

Nombre del proyecto	Jefe(a) proyecto	Resultados destacados
"Plasma physics and pulsed power for energy and life, effects of the applications in living matter and materials"	Leopoldo Soto	• 27 artículos en revistas internacionales, 1 artículo en prensa, 1 Documento Técnico OIEA, 50 trabajos presentados en conferencias. • Una tesis de doctorado, una tesis de magíster y dos tesis de pregrado. • Organización de diversas conferencias y talleres temáticos relacionados al proyecto. • Se recibieron más de 1.000 visitas en el Laboratorio de Plasmas y Fusión Nuclear de la CCHEN en 2018 y más de 600 en 2019, incluyendo público general, estudiantes y autoridades de gobierno. • Se apoyó la exposición "Tesla, el futuro me pertenece", a la que asistieron más de 50.000 personas. • Durante 2019, el jefe de proyecto participó como panelista permanente en la sección semanal de ciencias del programa "Palabras sacan Palabras" de Radio Futuro. • Se establecieron colaboraciones con instituciones de investigación de Chile y el mundo, con países como Suecia, España y Alemania, entre otros.

"Maximum Entropy and Maximum Caliber principles in Computational Statistical Mechanics: from fundamentals to applications"	Gonzalo Gutiérrez - U. de Chile Contraparte CCHEN: Sergio Davis	• 16 artículos científicos publicados en revistas indexadas. • 11 presentaciones en congresos nacionales e internacionales. • Cuatro tesis: dos de magíster y dos de doctorado.
"Experimental neutron studies using a wide energy range multipurpose neutron spectrometer system based on Bonner's sphere method and proportional counters detectors"	Francisco Molina	• Implementación de espectrómetro y sistema de adquisición de datos. • Caracterización de haces de neutrones del reactor RECH-1. • Análisis de la distribución del "yield" de emisión de neutrones de una descarga de deuterio en dispositivos tipo plasma foco. • Análisis en medidas de fondo de neutrones.
"Evaluación de la radio-hormesis como metodología para el mejoramiento de parámetros de crecimiento en las especies Eucalyptus nitens y Peumus boldus"	Daniel Villegas	• Implementación del Laboratorio de Radiobiología Vegetal. • Protocolo de aplicación de bajas dosis de radiación gamma a semillas de Eucalipto nitens. • Protocolo de aplicación de bajas dosis de radiación gamma a semillas del Peumus boldus. • Protocolo de determinación de DL50 y curva dosimétrica para estudiar efecto hormético en semillas de Eucalipto nitens. • Protocolo de determinación de DL50 y curva dosimétrica para estudiar efecto hormético en semillas de Peumus boldus.
"Bases metodológicas para una evaluación piloto epidemiológica-ambiental, entre anomalías geoquímicas en suelos de la región de O'Higgins y su asociación con la mortalidad por enfermedades crónicas no-transmisibles"	Ana Valdés	• Participación de la jefa de proyecto en la creación y formación del Diplomado en Geoquímica Ambiental de Suelos de la Pontificia Universidad Católica de Chile. • Participación en el Comité Editor de la Ley de Anteproyecto de Suelos. • 21 mapas de distribución de mortalidad acaecidas entre los años 2000 y 2015.

"Desarrollo y evaluación de una metodología efectiva de control y prevención de la enfermedad de Loque americana en colmenas chilenas mediante el uso de irradiación gamma para el fortalecimiento de una apicultura nacional sustentable"	Enrique Mejías	• Postulación a concurso FIC Regional Metropolitano. • Dos capítulos de libros. • Dos artículos científicos. • Visita de Ministros de Energía y Agricultura a la CCHEN. • Participación en un documental de 13C. • 9 ponencias en congresos. • Designación del jefe de proyecto como coordinador científico APIMONDIA CHILE 2023.

3. Publicaciones científicas

Se concretaron **17 publicaciones científicas** en el año 2021. Nueve de ellas corresponden al cuartil 1; y ocho, al cuartil 2. El cuartil es un indicador que sirve para evaluar la importancia relativa de una revista dentro del total de revistas de su área. A continuación, se detallan las publicaciones:

Nombre del artículo: *Shape Changes in the Mirror Nuclei ^{70}Kr and ^{70}Se.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Physical Review Letters / Q1
Fecha de aceptación: 05 de enero de 2021
Palabras clave: Nuclear physical
Autores: K. Wimmer, W. Korten, P. Doornenbal, T. Arici, P. Aguilera, A. Algora, T. Ando, H. Baba, B. Blank, A. Boso, S. Chen, A. Corsi, P. Davies, G. de Angelis, G. de France, J.-P. Delaroche, D.T. Doherty, J. Gerl, R. Gernhäuser, M. Girod, D. Jenkins, S. Koyama, T. Motobayashi, S. Nagamine, M. Niikura, A. Obertelli, J. Libert, D. Lubos, T.R. Rodríguez, B. Rubio, E. Sahin, T.Y. Saito, H. Sakurai, L. Sinclair, D. Steppenbeck, R. Taniuchi, R. Wadsworth, and M. Zielinska.

Nombre del artículo: *Influence of electrode geometry on x-ray emission, plasma inductance, voltage, and current derivative signals obtained from a plasma focus device.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Results in Physics / Q2
Fecha de aceptación: 24 de febrero de 2021
Palabras clave: Plasma focus device; Anode shapes; X-rays emission; Dose measurements
Autores: Jalaj Jain, José Moreno, Biswajit Bora, Leopoldo Soto.

Nombre del artículo: *Uranium Tetrafluoride production using the dropping mercury electrode.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Journal of Fluorine Chemistry / Q2
Fecha de aceptación: 05 de marzo de 2021
Palabras clave: Uranium tetrafluoride; Electrolysis; Dropping mercury electrode
Autores: Munir Dides, José Hernández, Luis Olivares.

Nombre del artículo: *Flash floods controlling Cu, Pb, As and Hg variations in fluvial sediments of a river impacted by metal mining in the Atacama Desert.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Journal of South American Earth Sciences / Q2
Fecha de aceptación: 21 de marzo de 2021
Palabras clave: Flash floods; Atacama Desert; Cu–Pb-AS-Hg concentrations; Metal mining; Fluvial sediments; Copiapó river; Mine tailings.
Autores: Germán Aguilar, Ana Valdés, Albert Cabré, Fernando Galdames.

Nombre del artículo: *In vivo micro computed tomography detection and decrease in amyloid load by using multifunctionalized gold nanorods: a neurotheranostic platform for Alzheimer's disease*. Ver aquí.
Revista / Cuartil: Biomaterials Science / Q2
Fecha de aceptación: 14 de abril de 2021
Palabras clave: Biomedical engineering; materials science
Autores: Francisco Morales, Pedro Jara, David Chamorro, Ana Riveros, América Chandía, Nicole Salgado, Paola Pismante, Ernest Girald, Macarena Sánchez, Eyleen Araya, Rodrigo Vásquez, Gerardo Acosta, Fernando Albericio, Alejandra Alvarez, Marcelo Kogan.

Nombre del artículo: *Multiple metastable states in an off-lattice Potts model.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Physica A / Q1
Fecha de aceptación: 23 de junio de 2021
Palabras clave: Potts model; Microcanonical; Metastability; Maximum entropy inference
Autores: Constanza Farías, Sergio Davis.

Nombre del artículo: *Removal of chloride ions from a copper leaching solution, using electrodialysis, to improve the uranium extraction through ion-exchange.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Journal of Hazardous Materials / Q1
Fecha de aceptación: 02 de julio de 2021
Palabras clave: Chloride; Uranium; Electrodialysis; Ion-exchange
Autores: José Joaquín Hernández, Daniel Ruiz.

Nombre del artículo: *Concurrent Magnesium and Boron Extraction from Natural Lithium Brine and its optimization by Response Surface Methodology.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Desalination / Q1
Fecha de aceptación: 24 de julio de 2021
Palabras clave: Magnesium extraction; Boron extraction; Lithium brine purification; Ionic liquid; Response surface methodology
Autores: Julio Urzúa, María José Inestrosa, Amanda Yáñez F.

Nombre del artículo: *Nitrogen fertilizer efficiency determined by the 15N dilution technique in maize followed or not by a cover crop in Mediterranean Chile.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Agriculture / Q2

Fecha de aceptación: 27 de julio de 2021
Palabras clave: Cover crop; disolved inorganic nitrogen; nitrogen leaching; nitrogen efficiency
Autores: Osvaldo Salazar, Renato Díaz, Adriana Nario, Ximena Videla, María Alonso-Ayuso, Miguel Quemada.

Nombre del artículo: *The environmental geochemical baseline, background and sources of metal and metalloids present in urban, peri-urban and rural soils in the O'Higgins region, Chile.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Environmental Geochemistry and Health / Q1
Fecha de aceptación: 10 de septiembre de 2021
Palabras clave: Geochemistry; soils; pollution; metals; metalloids; environment.
Autores: Ana Valdés, Guillermo Aliaga, Katja Deckart, Cyrus Karas, Dante Cáceres, Adriana Nario.

Nombre del artículo: *Tetra-uranium fluoride electrowinning by electro - electrodialysis cell (EED).* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Separation and Purification Technology / Q1
Fecha de aceptación: 26 de septiembre de 2021
Palabras clave: Electro electrodialysis; Electrowinning; Uranium tetrafluoride.
Autores: Gerardo Cifuentes, Ignacio Germain, Belén Garrido, Magdalena Cifuentes - Cabezas, Pedro Orrego, Iván Gentico, Eduardo Pino, Cristian Calderón.

Nombre del artículo: *Interaction between polychlorinated biphenyls and dissolved organic matter of different molecular weights from natural and anthropic sources.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Journal of Environmental Management / Q1
Fecha de aceptación: 26 de agosto de 2021
Palabras clave: PCBs; DOM; Bioaccumulation; Chlorination; Surface water
Autores: Tatiana Inés Garrido Reyes, Jorge Eugenio Mendoza Crisosto, Paula Stefanie Varela Echeverría, Enrique Gabriel Mejías Barrios, Xosé Antón Álvarez Salgado.

Nombre del artículo: *Calculation of kinetic parameters β_{eff} and Λ with modified open source Monte Carlo code OpenMC (TD).* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Nuclear Engineering and Technology / Q2
Fecha de aceptación: 20 de septiembre de 2021
Palabras clave: OpenMC; Monte Carlo; Kinetic parameters; Open source; Neutron generation time; Effective delayed neutron fraction
Autores: J.Romero-Barrientos, J.I. Márquez Damián, F.Molina, M.Zambra, P.Aguilera, F.López-Usquiano, B.Parra, A.Ruiz.

Nombre del artículo: *Hyper-radiosensitivity in tumor cells following exposure to low dose pulsed x-rays emitted from a kilojoule plasma focus device.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Applied Physics Reviews / Q1
Fecha de aceptación: 05 de octubre de 2021
Palabras clave: Cells; Plasma focus device; radiation therapy; apoptosis; pulse generators

Autores: Jalaj Jain, Hector Araya, Jose Moreno, Sergio Davis, Rodrigo Andaur, Biswajit Bora, Cristian Pavez, Katherine Marcelain, y Leopoldo Soto.

Nombre del artículo: *Fluctuating temperature outside superstatistics: thermodynamics of small systems.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Physica A: Statistical Mechanics and its Applications / Q2
Fecha de aceptación: 19 de noviembre de 2021
Palabras clave: Temperature fluctuations; Superstatistics; Thermodynamics; Small systems
Autores: Sergio Davis.

Nombre del artículo: *Temperature in magnetic systems: evolution towards thermal equilibrium by spin dynamics simulation.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Physica A: Statistical Mechanics and its Applications / Q2
Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2021
Palabras clave: Spin system; Thermal equilibrium; Configurational temperature
Autores: Gonzalo Gutiérrez, Sergio Davis y Carlos Esparza.

Nombre del artículo: *Suitable areas for apiculture expansion determined by antioxidant power, chemical profiles, and pesticide residues in honey and beeswax samples.* Ver aquí.
Revista / Cuartil: Insects / Q1
Fecha de aceptación: 12 de diciembre de 2021
Palabras clave: Honey; beeswax; apiculture; pesticides; antioxidants; phenols
Autores: Enrique Mejías, Carlos Gómez y Tatiana Garrido.

Capacidades tecnológicas para la I+D

- **Plan de Evaluación del Estado de Actualización de las Capacidades Operacionales y Tecnológicas del RECH-1**

El Reactor Nuclear RECH-1 de la CCHEN ha cumplido 46 años de operación desde la primera criticidad. En 2021, se propuso establecer un plan para el aseguramiento de la sostenibilidad de esta capacidad tecnológica única en el país.

Foto 6: Reactor Experimental Chileno (RECH-1) de la CCHEN.

El reactor nuclear RECH-1 es una instalación que ha funcionado de manera segura, eficaz y eficiente por más de 47 años, siendo el motor principal del desarrollo para diversas áreas del quehacer nacional, tales como medicina, agricultura, industria, educación, minería, ciencia y tecnología. A pesar de que las actividades de operación y mantenimiento de la instalación cumplen con los estándares, tanto nacionales como internacionales, es necesario realizar un profundo análisis del estado de los sistemas, estructuras y componentes que conforman a la instalación, así como del modelo con el cual se gestiona, de manera comprehensiva y multidimensional. Así es como durante el año 2021 se realizó un plan de evaluación integral del reactor, el que comprende todos los aspectos que están involucrados en su funcionamiento.

Este plan de evaluación se concretó en sus resultados esperados para 2021: análisis de la utilización del reactor; y análisis desde la perspectiva de sistemas integrados de gestión. Este trabajo continuará durante el año 2022 con intervenciones técnicas profundas, asistidas con la opinión experta de profesionales internacionales que nos acompañarán en este desafío.

Sobre la base del plan, se realizaron algunas mejoras inmediatas. Se partió con la modernización de la vigilancia radiológica de la instalación, lo que ha implicado el reemplazo de todo el equipamiento utilizado en este ámbito. A su vez, se ha invertido en la adquisición de una herramienta de modelación computacional y de la capacitación para su utilización, orientada a la continuidad operacional desde la perspectiva de la gestión del núcleo del reactor.

Foto 7: Visita al RECH-1 durante las misiones OMAR e IRRUR.

- **Impulso al desarrollo del área de combustibles para reactores de investigación, que la posicione, en el mediano o largo plazo, hacia la exportación**

  Para abordar el estudio de posibles usuarios de los elementos combustibles fabricados en Chile, durante el período se determinaron los factores que serán analizados y prospectados, que incluye: tipos de reactores, proveedores, precios y estrategia de acercamiento. Junto con esto, se elaboró una planificación para 2022, siendo parte fundamental el análisis desde la dimensión de derecho internacional, para abordar el estudio de la legislación vigente pertinente a la exportación de material nuclear.

- **Programa de implementación del Laboratorio de I+D en Radiofarmacia (LIDERA)**

  El Programa LIDERA consiste en la implementación de un Laboratorio de Investigación orientado a la radiofarmacia, que libera de esa responsabilidad a las instalaciones de producción, generando una capacidad especializada y acorde a la normativa. En 2021 la meta era concebir el diseño y funcionamiento del LIDERA, siendo elaborados los tres informes preliminares

considerados para el año: identificación de las autorizaciones requeridas por el órgano regulador; oportunidades de capacitación y formación de profesionales; oportunidades de vinculación con otras instituciones y de investigación y desarrollo de radiofármacos, incluyendo una lista de los principales radioisótopos de interés para la comunidad médica.

Una vez implementado, un equipo de trabajo multidisciplinario fomentará la investigación básica y aplicada de nuevas radiomoléculas que vayan en apoyo de líneas prioritarias de las políticas de salud, como es el cáncer. De esta forma, el LIDERA se presenta como un laboratorio destinado a la investigación básica bajo el modelo de trabajo colaborativo, abierto a la academia y al entrenamiento de profesionales del área. Para 2022, contempla el inicio de las obras civiles de remodelación, los estudios radiológicos pertinentes para un laboratorio de estas características, y las primeras actividades de I+D colaborativa con otras instituciones, a la vez que se comenzará el programa de capacitación de los investigadores y colaboradores del centro.

Como parte de su tarea, durante 2021 el equipo del LIDERA aprovechó capacidades existentes para avanzar en la mejora de la metodología analítica requerida para el control de calidad de un radiofármaco para cáncer de próstata, el Flúor 18 PSMA (18F-PSMA-1007), producto que la CCHEN podría sumar en el futuro. Del mismo modo, se logró realizar las primeras pruebas de producción del radiofármaco. El radiofármaco 18F-PSMA-1007 es utilizado para el diagnóstico y evaluación clínica de pacientes que sufren cáncer de próstata, enfermedad que de acuerdo al Observatorio Global de Cáncer de la OMS (GLOBOCAN) se estima que es la neoplasia maligna con mayor incidencia y la que causa mayor cantidad de muertes de varones en nuestro país.

- **Programa de implementación de Instalaciones Tecnológicas Compartidas ('core facilities') CCHEN**

Se entiende por una Instalación Tecnológica Compartida ('core facility') un espacio físico que contiene un conjunto de capacidades tecnológicas basadas en un equipamiento adecuado, capacidades profesionales pertinentes, recursos informáticos y una gestión efectiva que atiende requerimientos de parte de distintos investigadores e investigadoras, tanto internos/as como externos/as. El Programa busca implementar y articular estos core facilities. Las actividades comprometidas para 2021 se concretaron, consistiendo en:

- Diseño del sistema de trabajo, basado en los modelos de procesos, servicios y gobierno, los que dan el soporte al quehacer de las unidades que conforman el Departamento de Recursos Tecnológicos Compartidos (DRTeC).
- Se definieron las unidades y personal que conforma el DRTeC, la infraestructura adecuada que cumpla con los requisitos de operación y seguridad, las brechas de conocimiento que poseen los y las profesionales que integran el departamento y el grado de vinculación existente y necesario con otras instituciones, que permita fortalecer su quehacer.

La siguiente es una lista de determinaciones en química y física que cuatro Recursos Tecnológicos realizaron en 2021 para usuarios dentro y fuera de la CCHEN:

	LABORATORIO				TOTAL 2021
	LCQF	LCQC	LIA	LAAN	
N° Órdenes de trabajo	60	17	2	5	84
N° Muestras Ingresadas	297	165	338	105	905
N° Analitos solicitados	210	42	2	11	265
Total Determinaciones	1593	900	476	125	3094
LCQF : Laboratorio de Caracterización Químico Físico					
LCQC : Laboratorio de Caracterización Químico Convencional					
LIA: Laboratorio de Isótopos Ambientales					
LAAN: Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica					

Tabla 1: Determinaciones en química y física que Recursos Tecnológicos realizó en 2021 para Usuarios/as dentro y fuera de la CCHEN.

Vinculación de la I+D

- **Convenios firmados en 2021**

Institución contraparte	Objetivo(s)	Vigencia
Subsecretaría de Agricultura (Convenio Marco)	Regular la colaboración conjunta de las partes en el diseño, ejecución, estudios y evaluaciones de iniciativas que aborden la aplicación de la energía nuclear, en mejorar y fortalecer la inocuidad y calidad alimentaria, además de propender a la difusión de la vinculación existente entre las técnicas nucleares y la producción de alimentos.	Indefinido
Universidad Mayor (Convenio Marco)	Cooperación mutua para diseñar, ejecutar y evaluar programas, proyectos y acciones tendientes a la colaboración, prácticas profesionales, perfeccionamiento profesional, asesorias especializadas, cooperación técnica, investigación fundamental y/o aplicada, u otras que las partes acuerden expresamente dentro del ámbito de sus lineamientos estratégicos, objetivos específicos y fines propios.	3 años, renovables automáticamente
Universidad Mayor (Convenio Específico)	Implementar las acciones tendientes a desarrollar en forma conjunta el proyecto de investigación denominado "Generación de nanomateriales en base a 198Au para diagnóstico y tratamiento de enfermedades crónicas."	3 años, renovables previo acuerdo de ambas partes
Universidad Bernardo O'Higgins (Convenio Marco)	Cooperación mutua para diseñar, ejecutar y evaluar programas, proyectos y acciones tendientes a la colaboración, prácticas profesionales, perfeccionamiento profesional, asesorías especializadas, cooperación técnica, investigación fundamental y/o aplicada, u otras que las partes acuerden expresamente dentro del ámbito de sus lineamientos estratégicos, objetivos específicos y fines propios.	5 años, renovables automáticamente
Pontificia Universidad Católica de Chile (Convenio Marco)	Diseñar, ejecutar y evaluar programas, proyectos y acciones tendientes a la colaboración, prácticas profesionales, perfeccionamiento profesional, asesorías especializadas, cooperación técnica, investigación fundamental y/o aplicada, u otras que las partes acuerden expresamente dentro del ámbito de sus lineamientos estratégicos, objetivos específicos y fines propios.	5 años, renovables automáticamente

Tabla 2: Convenios institucionales firmados en 2021.

Transferencia de conocimiento

- El sistema de bibliotecas de la CCHEN es una de las vías por las que la CCHEN comparte el conocimiento con la comunidad. Los principales resultados de su labor fueron:

  - 183 publicaciones ingresadas al catálogo.
  - Se atendieron 1778 solicitudes de información de usuarios y usuarias internas y externas, nacionales e internacionales y 1681 para préstamo de material bibliográfico.
  - Se continuó el proceso de digitalización de los informes técnicos de la CCHEN. En 2021 se digitalizaron 406 informes, 130 de ellos incluyendo planos. Así, la Biblioteca de Lo Aguirre ya cuenta con una colección de 733 informes. Complementariamente, se han incluido informes de otras instituciones como, por ejemplo: Sernageomin, Enami, Corfo, PNUD y Geodatos entre otros, relacionados a temas nucleares.
  - La CCHEN mantiene la vinculación con distintos sistemas de publicaciones online: Consorcio para el Acceso a la Información Científica Electrónica (CINCEL) programa BEIC (Biblioteca Electrónica de Información Científica); convenios de cooperación con la mayoría de la Universidades Chilenas y con Instituciones afines; INIS (International Nuclear Information Systems), con sede en Viena, Austria; Red de bibliotecas del área nuclear de América Latina y el Caribe (RRIAN), que provee acceso en línea gratuito a la Base de Datos del INIS a partir del año 1991, mediante un host regional.

ROLES DE AUTORIDAD REGULADORA NACIONAL: EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN

Ámbito Nuclear y Radiológico

En este ámbito, ejecutamos las funciones de evaluación, control y fiscalización de las instalaciones, actividades y personas que se encuentran bajo el ámbito de responsabilidad que el marco jurídico asigna a la CCHEN. Además, la institución se ocupa de proponer, para resolución de la Autoridad Reguladora Nuclear y Radiológica de primera categoría, las diversas autorizaciones que el marco jurídico le faculta otorgar, así como acciones relacionadas con las funciones indicadas, y proponer los cuerpos normativos requeridos en el ejercicio de las funciones de la Autoridad Reguladora señalada, para su resolución.

Hito 2021

1. Modernización de la fiscalización

Se fortalece el rol fiscalizador de la CCHEN, mediante el desarrollo de un plan de modernización y una guía de criterios y orientaciones para funciones de fiscalización de instalaciones nucleares y radiactivas de primera categoría, así como también, a través de la constante evaluación de la efectividad del proceso de inspección y la trazabilidad alcanzada de hallazgos identificados.

Como parte de ese proceso, se implementó un Nuevo Modelo de Regulación y Fiscalización, de Inspección Activa, que pasó de un enfoque de participación pasiva justamente a uno activo en su interacción con los entes regulados para la operación de instalaciones nucleares y radiactivas, mediante el desarrollo de un plan de fiscalización activa y la puesta en marcha -para su visualización en línea- de notificación de usuarios, incidentes y preguntas al regulador.

2. Metas alcanzadas en el ámbito de la Regulación Nuclear y Radiológica

- Los avances del plan de trabajo colaborativo con el Ministerio de Salud tuvieron como resultado: se oficializó el Plan de Trabajo 2021-2022 entre CCHEN y MINSAL; y se participó en la elaboración del Plan Nacional de Salud 2021-2030.
- El 17 de septiembre de 2021, la CCHEN puso a disposición, de manera pública, el Portal del Regulador (https://portalregulador.cchen.cl), a usuarios de entidades reguladas y al público general. Incluye información sobre el propósito de la CCHEN, en su calidad de Autoridad Reguladora en el ámbito nuclear y radiológico, y provee contenidos de interés regulatorio y canales de comunicación directa con usuarios para la realización de trámites digitales, así como la notificación de incidentes, emergencias o denuncias, y la atención de consultas ciudadanas.

- Se llevó a cabo el 100% del Plan de Fortalecimiento de Cultura de Seguridad de los regulados, que consiste en promover y desarrollar el conocimiento y la cultura de seguridad en las instituciones supervisadas por la CCHEN. Ello implica el desarrollo de acciones para mejorar la protección de personas y el medioambiente de los efectos negativos de las radiaciones ionizantes.
- En cuanto a las actividades ejecutadas para fortalecer el proceso de fiscalización de la CCHEN, se implementaron 24 indicadores que permiten identificar y cuantificar el rendimiento obtenido por la División de Seguridad Nuclear y Radiológica en sus funciones y tareas de fiscalización y evaluación de instalaciones nucleares y radiactivas.
- En cuanto al cumplimiento de actividades para la actualización de normativa en Protección Radiológica, se entregaron los siguientes requerimientos y documentos normativos:

  - Clasificación de instalaciones nucleares y radiactivas dentro de una instalación nuclear.
  - Guía de criterios y orientaciones para funciones de fiscalización de instalaciones nucleares y radiactivas de primera categoría.
  - Requerimientos de seguridad para instalaciones de gammagrafía y radiografía industrial.
  - Requerimientos de seguridad para laboratorios de alta radiotoxicidad, con fines de medicina nuclear.
  - Requerimientos de seguridad para instalaciones de aceleradores de partículas tipo ciclotrón.
  - Normativa de seguridad de las instalaciones nucleares y radiactivas que se encuentren dentro de la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

Todos ellos se encuentran a disposición en el Portal de Regulador.

Foto 8: gráfica de difusión del nuevo Portal del Regulador.

Actividades de continuidad

1. Plan Nacional del Cáncer

En 2021, la CCHEN efectuó evaluaciones de seguridad e inspecciones conducentes al otorgamiento de cuatro autorizaciones de operación, que permitieron la instalación y operación de nuevas tecnologías en equipos de radioterapia, con impacto directo en el sector público. Específicamente, se trata de cuatro nuevos aceleradores instalados en instituciones públicas del norte, centro y sur del país, que conforman la Macrored Nacional de Radioterapia. Estos equipos corresponden a tres aceleradores VARIAN, modelo HALCYON, instalados en el Centro Oncológico del Norte (Región de Antofagasta), en el Hospital Dr. Guillermo Grant (Región del Biobío) y Hospital Base de Valdivia (Región de Los Ríos), y un acelerador ELEKTA, modelo Infinity, instalado en el Instituto Nacional del Cáncer (Región Metropolitana) todos operativos, contribuyendo en la incorporación de avanzadas técnicas en el tratamiento del cáncer.

2. Evaluación de instalaciones nucleares y radiactivas de 1a categoría

N° autorizaciones de operación para instalaciones radiactivas de 1a categoría	**137**
N° autorizaciones de construcción para nuevas instalaciones radiactivas de 1a categoría	**12**
N° autorizaciones especiales para operadores y Oficiales de Protección Radiológica que realizan labores en instalaciones radiactivas de 1a categoría	**123**
N° autorizaciones de transporte de material radiactivo a entidades que poseen instalaciones radiactivas de 1a categoría	**31**
N° autorizaciones de importación de materiales radiactivos y de equipos generadores de radiaciones ionizantes	**67**
N° autorizaciones de exportación de materiales radiactivos y de equipos generadores de radiaciones ionizantes	**19**
N° autorizaciones de transferencia para instalaciones radiactivas de 1a categoría	**88**
N° autorizaciones de cierre definitivo y temporal para instalaciones radiactivas de 1a categoría	**33**
N° total de autorizaciones rechazadas, incluyendo todas las categorías señaladas en este punto	**159**

3. Fiscalización de instalaciones nucleares y radiactivas de 1a categoría

N° fiscalizaciones a instalaciones radiactivas de 1a categoría, incluyendo transporte de material radiactivo.	**203**
% de cumplimiento del número de fiscalizaciones programadas.	100%
N° inspecciones a instalaciones radiactivas de 1a categoría a nivel nacional, considerando instalaciones externas (área médica e industrial) y de la CCHEN.	271
Porcentaje de cumplimiento del número de inspecciones programadas.	100%

Control de Ventas del Litio

En esta área, la misión de la CCHEN, establecida por ley, es verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones de los actos jurídicos relacionados con litio extraído, otorgadas por la CCHEN, en virtud del Art. 8 de la Ley N° 16.319.

Nuestra institución representa el interés del Estado de Chile por mantener un control sobre el litio extraído y sus ventas, contribuyendo a la administración fiscal de un mineral estratégico a nivel mundial, por su aporte a importantes industrias, como la electromovilidad y la energía.

Por lo anterior, somos responsables de mantener el control de los actos jurídicos de litio extraído, sus concentrados, derivados y compuestos; gestionar la generación de las capacidades técnicas requeridas para ejercer los controles sobre las condiciones establecidas en los acuerdos de nuestro Consejo Directivo; y coordinarnos con los organismos fiscalizadores sectoriales correspondientes.

Foto 9: la CCHEN debe verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones de extracción de litio.

Hitos 2021

1. En el marco del Convenio de Desempeño Colectivo 2021, suscrito entre el Ministerio de Energía y la CCHEN, entre marzo y diciembre de 2021, se ejecutó el Programa de Fortalecimiento Normativo Área Litio. Las actividades para generar las propuestas de fortalecimiento normativo abarcaron el análisis de documentos legales, en temas de litio, de interés de la CCHEN y el desarrollo de guías de trabajo para aplicar la Normativa de Salmueras.

2. Durante el año 2021, se realizó el proceso de análisis del comité técnico nacional sobre el proyecto de Norma NCh 3345, sobre la determinación de sulfato en salmuera de litio. Se espera que, a finales de 2022, esta norma pueda ser publicada de forma oficial, complementando así las normas relativas a la caracterización química de salmueras publicadas en 2020.

3. En forma paralela, en 2021, la Oficina de Control y Ventas de Litio participó en forma activa en otros tres comités a nivel nacional, relacionados con la estandarización de los siguientes productos de litio:
   - Carbonato de Litio (NCh 3735)
   - Hidróxido de Litio (NCh 3736)
   - Cloruro de litio (NCh 3737)

   Todos estos proyectos de normas ya pasaron por el periodo de consulta pública y están en discusión a través de mesas técnicas para dar la forma final a las futuras normas, según las observaciones recogidas en el periodo de consulta pública.

4. Actualmente, la CCHEN es parte del Comité Espejo ISO/TC 333 Litio, donde, a través del Instituto Nacional de Normalización e ISO, se lleva a cabo un trabajo de estandarización a nivel internacional asociado a la cadena de producción de productos de litio. La participación de la CCHEN, junto a otras entidades del Estado, es fundamental para aportar en todo lo relacionado a aspectos de carácter técnico, creando de esta manera, la base de las futuras normas internacionales ISO de productos de litio.

5. Estudio de análisis de recuperación de litio de sales de Bischofita: Entre septiembre y diciembre de 2021, un equipo de la CCHEN, junto a profesionales de CORFO, el Ministerio de Minería y DICTUC, participó en reuniones técnicas para realizar un diagnóstico que permita perfilar recomendaciones para la optimización de la recuperación de litio que se produce en la precipitación de sales de bischofita.

Actividades de continuidad

1. **Autorizaciones otorgadas por la CCHEN para la venta de litio en 2021. Fuente: Plataforma Control Venta de Litio (marzo de 2022).**

EMPRESA	CANTIDAD SOLICITUDES	CANTIDAD RESOLUCIONES
SQM SALAR	2.680	38
ALBEMARLE	1049	18

Tabla 3: Consumo cuota de litio en 2021.

EMPRESA	ACUERDO	Año 2021 LME (Ton)
SQM SALAR	1576/1995	21.162,782
ALBEMARLE	801/1980	8.131,454

Tabla 4: Consumo cuotas autorizadas por Acuerdos CCHEN.

El consumo de la cuota, según el Acuerdo 1576/1995 de la empresa SQM, entre los años 1996 y 2021, ha sido de 170.804,119 toneladas de litio metálico comercializable (LME).

El detalle por año y producto se muestra en la siguiente tabla:

Año	LI2CO3	LI2SO4	LIOH	LIS	Muestras	Total (Ton LME)
1996	40,661					40,661
1997	1.761,878					1.761,878
1998	2.420,627					2.420,627
1999	3.953,576					3.953,576
2000	4.076,971					4.076,971
2001	4.183,698					4.183,698
2002	3.952,491					3.952,491
2003	4.527,047					4.527,047
2004	5.368,934			122,693		5.491,628
2005	4.919,383		37,623	93,526		5.050,532
2006	4.711,231		601,991			5.313,222
2007	4.578,981		738,350	142,459		5.459,790
2008	4.083,480		788,580	434,445		5.306,505
2009	2.651,339		587,147	606,650		3.845,136
2010	4.725,912		880,388	541,000		6.147,299
2011	6.264,770		915,966	876,599		8.057,335
2012	6.787,284		864,046	903,922		8.555,252
2013	4.897,602		628,996	1.032,158		6.558,756
2014	5.236,158		743,975	1.074,473		7.054,606
2015	5.203,428		688,820	1.077,147		6.969,395
2016	7.311,215		951,203	1.386,131		9.648,549
2017	7.367,391		1.011,571	351,032		8.729,994
2018	7.781,670		1.009,527		0,025	8.791,223
2019	8.882,330		1.354,758		0,427	10.237,516
2020	11.825,803	39,738	1.641,929		0,180	13.507,650
2021	18.198,420	974,399	1.989,265		0,697	21.162,782
Total	**145.712,282**	**1.014,137**	**15.434,135**	**8.642,236**	**1,330**	**170.804,119**

Tabla 5: Consumo de la cuota de empresa SQM, entre los años 1996 y 2021.

El consumo de la cuota de Acuerdo 801/1980 y sus modificaciones, de la empresa ALBEMARLE, entre los años 1984 y 2021, es de 125.648,913 toneladas de Litio Metálico Comercializable (LME).

El detalle, por año y producto, está en la siguiente tabla:

Año	LI2CO3	LiCL	LIS	Muestras	Total (Ton LME)
1984	228,679				228,679
1985	1.013,369				1.013,369
1986	821,974				821,974
1987	1.325,742				1.325,742
1988	1.769,677				1.769,677
1989	925,737				925,737
1990	1.705,366				1.705,366
1991	1.528,232				1.528,232
1992	1.930,605				1.930,605
1993	1.935,111				1.935,111
1994	1.980,832				1.980,832
1995	2.458,962				2.458,962
1996	2.549,069				2.549,069
1997	2.365,643				2.365,643
1998	2.195,049				2.195,049
1999	2.494,205				2.494,205
2000	2.677,111				2.677,111
2001	2.487,633				2.487,633
2002	2.868,465	13,368			2.881,833
2003	3.016,327				3.016,327
2004	3.109,308	58,819			3.168,127
2005	3.009,259	125,658			3.134,917
2006	2.802,454	154,967			2.957,421
2007	3.121,519	651,638			3.773,157
2008	3.395,595	726,301			4.121,897
2009	1.935,095	399,009			2.334,104
2010	2.958,258	647,045			3.605,303
2011	3.485,464	712,901	356,760		4.555,124
2012	3.535,307	740,783	305,740		4.581,830
2013	4.095,108	650,221	347,100		5.092,429
2014	4.424,159	525,757	354,480		5.304,395
2015	4.435,747	369,366	20,160		4.825,273
2016	4.853,585	258,628			5.112,213
2017	4.819,705	500,838		0,010	5.320,554

2018	6.188,117	668,821		0,032	6.856,970
2019	6.631,507	329,747		0,215	6.961,469
2020	7.521,080			0,040	7.521,120
2021	8.131,454				8.131,454
Total	**116.730,5**	**7.533,9**	**1.384,2**	**0,297**	**125.648,913**

Tabla 6: Consumo de la cuota de la empresa ALBEMARLE entre los años 1984 y 2021.

SALUD HUMANA

Día a día, nuestra Institución contribuye a la salud de las personas, a través de la producción de radioisótopos y radiofármacos, los que aportan a un diagnóstico precoz y a tratamientos más precisos en el combate a graves enfermedades.

De ahí que nuestra tarea se concentra en asegurar la disponibilidad de productos y servicios basados en las demandas y necesidades del país en las áreas de la salud, industria y alimentación, mediante las capacidades, conocimientos e infraestructura que posee la CCHEN.

Compromisos de Desempeño Colectivo:

- Desarrollo de una estructura de costos en base a Empresa Modelo.
- Desarrollo del Programa de Transferencia de Roles Subsidiarios.
- Plan de Implementación de Almacén Nacional de Desechos Radiactivos.

Hitos 2021

1. I+D dosimetría biológica

Se desarrolló un plan de implementación del área de I+D en Dosimetría Biológica, con el objetivo de desarrollar las capacidades de determinación de dosis retrospectiva en situaciones de daño por irradiación, considerando el estudio del estado del arte del área, el catastro de las necesidades materiales, y los profesionales y establecimiento de brechas.

El plan de trabajo comprendió: i) Análisis bibliográfico sobre la dosimetría biológica retrospectiva, ii) Análisis respecto a la situación actual del Laboratorio de dosimetría citogenética, considerando sus instalaciones, recursos humanos y capacidades, así como también se identificaron las necesidades ya cubiertas y aquellas que deben ser cumplidas, y iii) Plan de trabajo describiendo las actividades a ejecutar a corto, mediano y largo plazo.

Las acciones aprobadas se iniciaron en el segundo semestre de 2021, incluyendo la adquisición de insumos reactivos necesarios para dar inicio a la primera fase.

2. Cápsulas I-131

Uno de los objetivos del periodo fue trabajar en la implementación de un nuevo Laboratorio de Radiofarmacia en el Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre, para la manufactura de producto semielaborado de cápsulas de gelatina para I-131 en base a estándares de BPM.

Los avances de este proyecto incluyeron el diseño y la presentación, ante el Instituto de Salud Pública de Chile, de las bases de licitación, la entrega de procedimientos o instructivos operativos de manufactura y funcionamiento y la marcha blanca, sujeta a disponibilidad de la instalación.

3. Gestión de Repatriación de Cabezales de Cobaltoterapia que están almacenados en Instalaciones de la CCHEN

En el marco del proyecto apoyado por el OIEA "Enhancing Nuclear Security through the Sustainable Management of Disused Sealed Radioactive Sources (DSRS)", la CCHEN sostuvo reuniones de coordinación con el Organismo Internacional de Energía Atómica y otras empresas internacionales, para la repatriación de 29 cabezales de cobaltoterapia que están almacenados en instalaciones de la Sección Gestión Desechos Radiactivos, y que fueron gestionados por instalaciones médicas ante el cambio de tecnología en el tratamiento de radioterapia.

4. Gestión de aceleradores lineales en desuso, provenientes de centros médicos de distintas regiones del país, que, entre sus componentes, existen piezas activadas con distintos radioisótopos

Durante 2021 se realizaron evaluaciones de aceleradores lineales que estaban siendo dados de baja por centros médicos de las regiones de Antofagasta, Biobío, de los Ríos y Metropolitana. Las evaluaciones en terreno, desarrolladas por personal técnico de la Sección Gestión Desechos Radiactivos, llevó a la conclusión que dichos aceleradores cuentan con activación radiactiva de muchas piezas y componentes que están al interior de los equipos, por lo que deben ser gestionados como desechos radiactivos. Las gestiones de estos aceleradores lineales en desuso, comenzaron a realizarse durante el año 2021, recibiendo sobre los 2 mt^3 de desechos en total.

Actividades de continuidad

1. Insumos para la medicina nuclear

- N° de pacientes año tratados con nuestros radioisótopos y radiofármacos: **43.800 pacientes**.
- N° de hospitales, clínicas y laboratorios atendidos, en Santiago y regiones: **28 hospitales, clínicas y laboratorios.**

En 2021 hubo despachos a los siguientes centros médicos en Santiago y Regiones:

- Centro Medicina Nuclear de Viña del Mar Ltda., Viña del Mar, Región de Valparaíso.
- Clínica Reñaca SpA., Valparaíso, Región de Valparaíso.
- Servicios Médicos Nucleares del Maule Ltda., Talca, Región del Maule.
- Sociedad Cintimagen Ltda., Concepción, Región del Biobío.

2. **N° de solicitudes de servicios recibidas y solicitudes concretadas, dividido en % radioisótopos de reactor y radiofármacos; % de servicios de irradiaciones; % radiofármacos de Ciclotrón**

Nombre del producto o servicio	Cantidad de solicitudes	Porcentaje de cada servicio respecto al total
Radioisótopos y radiofármacos	1880	44%
Radiofármacos de Ciclotrón	674	16%
Irradiaciones	1679	40%
Totales	**4233**	**100%**

Tabla 7: Solicitudes recibidas y contratadas.

3. **Cantidad de productos entregados**

- Flúor 18 FDG: 3475 dosis en total.
- Tecnecio 99 (Tc99m): 564.797 milicuries de actividad total.
- Yodo 131 (I-131) en solución: 4.565 milicuries de actividad total.
- Yodo 131 (I-131) en cápsulas: 47.604 milicuries de actividad total.
- Liofilizados para radiofarmacia: 3.948 frascos de juegos de reactivos, de los tipos MIBI, MDP, DMSA, FITATO, ECD, GR in vivo.

Foto 10: la CCHEN desarrolla radiofármacos que contribuyen a la medicina nuclear en Chile.

DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS

Tecnologías con radiación

Desde una perspectiva de servicios, concentramos esfuerzos tanto en el área de la salud como en el de la industria en general, normalmente para exportación. Para ello, nos valemos de técnicas de irradiación que aportan a la disminución del nivel de patógenos.

Estas tareas las desarrollamos en nuestra Planta de Irradiación Multipropósito (PIM), ubicada en el Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre, y en el Laboratorio de Irradiadores del Centro de Estudios Nucleares La Reina.

Hitos 2021

- Tanto la Planta de Irradiación como el Laboratorio de Irradiación mantuvieron su operación de manera continua.
- La Planta fue cargada con cuatro fuentes nuevas de Cobalto-60. Esta actividad contó con la colaboración del personal de talleres mecánico y eléctrico del CEN Lo Aguirre. Tras su recarga aumentó la actividad de la planta y disminuyó en casi un 40% los tiempos de irradiación.
- Se extendió la autorización de la Planta de Irradiación Multipropósito hasta el año 2026.

Actividades de continuidad

1. **Planta de Irradiación Multipropósito**

   El objetivo de la planta de Irradiación Multipropósito es entregar el servicio de irradiación a la industria, junto con fomentar y desarrollar el uso de la radiación ionizante a escala semi industrial en diversas áreas del país, en particular en la industria de alimentos, farmacéutica, de cosméticos y la de material médico quirúrgico. La planta cuenta con una celda de irradiación que en su interior tiene un rack con fuentes de Co-60, utilizadas para irradiar los productos. La dosis aplicada dependerá del producto a irradiar y de su densidad.

   Cuatro empresas son las que más demandan los servicios de irradiación de la PIM. Los productos alimenticios más procesados son pimentón rojo, ajo en polvo, cebolla polvo, hierbas de infusión y langostinos, entre otros. En 2021 se irradiaron 470 toneladas de productos. En la siguiente tabla se muestran las toneladas de productos procesados por cada empresa.

Año	Empresa 1 (toneladas)	Empresa 2 (toneladas)	Empresa 3 (toneladas)	Empresa 4 (toneladas)

2017	243	326	247	139
2018	240	183	226	94
2019	239	194	226	42
2020	154	248	94	46
2021	132	258	58	22

Tabla 8: Solicitudes recibidas y contratadas entre los años 2017 y 2021.

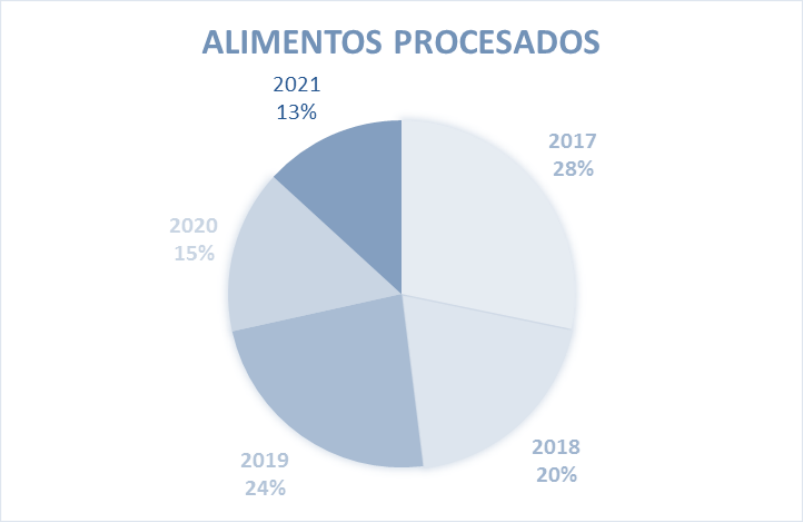


Gráfico 1: Alimentos procesados en la planta de irradiación entre 2017 al 2021.

Es posible apreciar que durante el año 2020 se tiene una notable disminución de los alimentos procesados, debido a la pandemia, lo cual se agudizó el año 2021 respecto a los años anteriores.

Otros productos: En la PIM también se han procesado otros productos no alimenticios, tales como: talcos, virutas, papel, toallas, bolsas, material quirúrgico y afines, entre otros.

En el siguiente gráfico es posible apreciar los porcentajes de estos productos que han sido tratados entre los años 2017 al 2021:

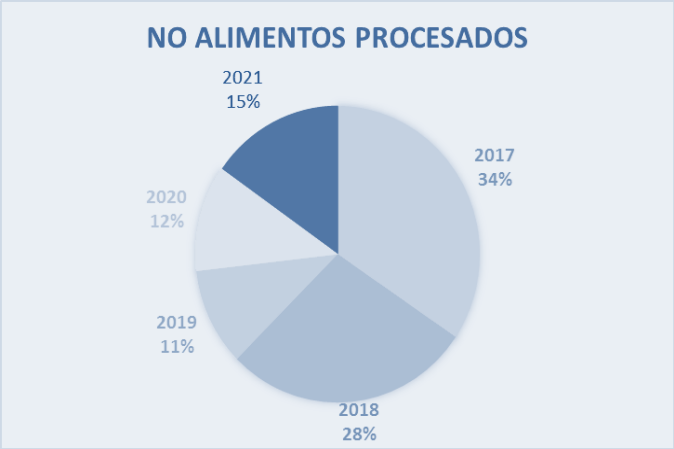


Gráfico 2: Otros productos que han sido procesados entre 2017 al 2021.

En cuanto al material quirúrgico y afines, en el siguiente gráfico se indican los porcentajes de estos productos que han sido tratados entre los años 2017-2021:

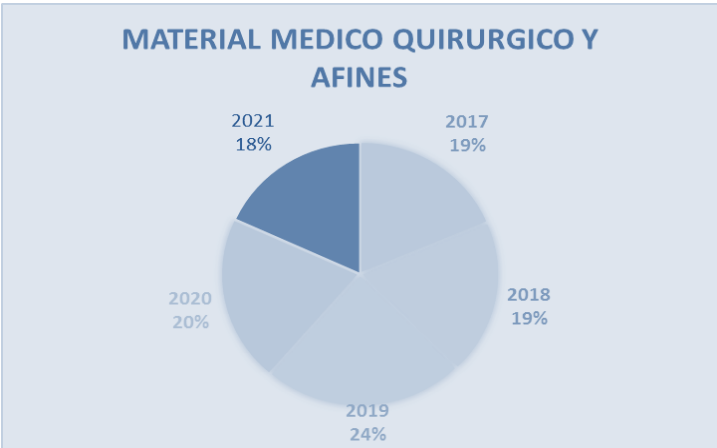


Gráfico 3: Material quirúrgico que ha sido irradiado entre 2017-2021.

2. Laboratorio de Irradiaciones

El objetivo principal del laboratorio de irradiación es poder prestar el servicio de irradiación de productos sanguíneos a hospitales y clínicas para pacientes inmunodeprimidos (glóbulos rojos, plaqueta y concentrados plaquetarios), así como la irradiación de tejidos con el propósito de ser injertados en pacientes.

El Laboratorio de Irradiación cuenta con tres irradiadores de los cuales dos de ellos tienen como material de irradiación Co-60, un irradiador Gammacell con una tasa de dosis baja, un Noratom con una tasa de dosis alta y un Irradiador que está compuesto por fuentes de Cs-137 BPCDI. El tiempo de irradiación en los irradiadores se corrige en forma mensual y anual para aplicar la dosis solicitada y esta dependerá de la actividad de los irradiadores.

En la siguiente tabla se indican las cargas procesadas en los irradiadores entre el 2017 y 2021:

	Hospital Clínico Universidad Católica	Hospital Sótero del Río	Hospital El Salvador
2017	2085	1384	713
2018	2236	1356	752
2019	2297	1261	921
2020	2045	1262	944
2021	2082	1387	1134

Tabla 9: cargas procesadas en los irradiadores entre 2017 al 2021.

En relación a la cantidad de productos sanguíneos tratados entre los años 2017 al 2021, es posible apreciar, en el siguiente gráfico, que en el año 2020 se produce una disminución en el tratamiento de tales productos, debido a la falta de donantes como producto de la pandemia. Sin embargo, en el año 2021 hubo un aumento en todos los tipos de tratamientos de hemocomponentes.

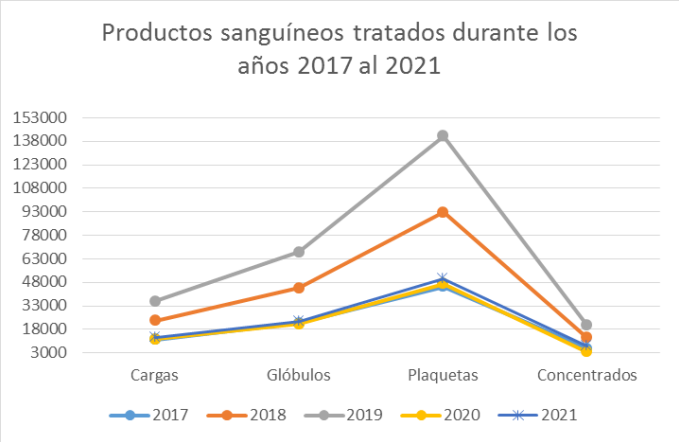


Gráfico 4: Productos sanguíneos procesados entre 2017 y 2021.

3. Productos no sanguíneos

Los productos no sanguíneos abarcan una diversidad de productos que son sometidos a procesos de irradiación, a diferentes dosis, según la naturaleza del producto: tejidos óseos, piel, implantes dentales, células, placas, ungüentos, baba de caracol, gusanos de tebo y envases.

Gráfico 5: Productos no sanguíneos procesados entre 2017 y 2021.

Durante 2021, se observa una disminución significativa de los productos no sanguíneos tratados. Esto se debe a que muchos clientes e investigadores/as no enviaron muestras para irradiar, debido a la pandemia.

Servicios de Caracterización Química y Física

En esta línea, entregamos servicios de caracterización químicos y físicos a proyectos internos de la CCHEN y a usuarios externos. Además, nos mantenemos actualizados en las metodologías analíticas en caracterización química y física para asegurar la calidad de nuestros servicios. Para ello, empleamos las siguientes las técnicas:

Técnicas de caracterización química:

- ICP-OES : Espectroscopia de Plasma Acoplado Inductivamente
- EAA : Espectrofotometría de Absorción Atómica
- EAM : Espectrofotometría de Absorción Molecular
- HPLC : Cromatografía Líquida de Alta Resolución
- POT : Técnicas Potenciométricas (pH, Volumetría, Conductividad)
- TQC : Técnicas Químicas Clásicas (molienda, tamizado)
- ESPEC : Espectrofotometría
- NEF : Nefelometría
- FOT : Fotómetro

Técnicas de caracterización física:

- TP : Distribución de Tamaño de Partículas
- PyHe : Picnometría de Helio

Actividades de continuidad

1. En 2021, recibimos 84 órdenes de trabajo que significaron analizar 905 muestras químicas, con un total de 3.094 determinaciones.

	LABORATORIO				TOTAL 2021
	LCQF	LCQC	LIA	LAAN	
N° Órdenes de trabajo	60	17	2	5	84
N° Muestras Ingresadas	297	165	338	105	905
N° Analitos solicitados	210	42	2	11	265
Total Determinaciones	1593	900	476	125	3094

LCQF: Laboratorio de Caracterización Químico Físico
LCQC: Laboratorio de Caracterización Químico Convencional
LIA: Laboratorio de Isótopos Ambientales
LAAN: Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica

Gestión de Desechos Radiactivos

Una de nuestras funciones más relevantes, a nivel nacional, es la gestión de desechos radiactivos. Este servicio corresponde a la recepción, tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento de los desechos radiactivos entregados por generadores tanto de instalaciones radiactivas y nucleares del país como de la CCHEN. En esa línea, contamos con la infraestructura operacional necesaria para satisfacer las necesidades de los generadores de desechos radiactivos del país, con el objetivo de proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente.

Hitos 2021

1. En 2021 recibimos la autorización de operación de la Instalación Centralizada de Desechos Radiactivos (ICADR), ubicada en el Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre y, con esto, se inician las operaciones en dicha instalación, comenzando con el plan de traslado de los desechos radiactivos provenientes de la antigua Instalación Almacenamiento Desechos Radiactivos Acondicionados (IADRA), que cuenta con la autorización de cierre en un plazo total de 5 años (2021 al 2025). La operación de ICADR permitirá mantener la capacidad de almacenamiento de desechos radiactivos acondicionados en el país por los próximos 20 años. Este hito permitió dar cumplimiento al convenio de desempeño colectivo sobre el Plan de Trabajo del Almacén Nacional de Desechos Radiactivos.

Foto 11: instalación para el almacenamiento de desechos radiactivos acondicionados.

2. Sistema de Información de Desechos Radiactivos y Combustible Gastado del OIEA: A fines del 2021, se ingresó la información del año 2020, al nuevo Sistema de Información de Desechos

Radiactivos y Combustible Gastado del OIEA, con el fin de dar cumplimiento a los acuerdos que tiene Chile con el OIEA, como estado miembro.

3. Gestión de Aceleradores Lineales en Desuso: durante 2021 se realizaron evaluaciones de aceleradores lineales que estaban siendo dados de baja por centros médicos de las regiones de Antofagasta, Biobío, de los Ríos y Metropolitana. Las evaluaciones en terreno, desarrolladas por personal técnico de la Sección Gestión Desechos Radiactivos, llevó a la conclusión que dichos aceleradores cuentan con activación radiactiva de muchas piezas y componentes que están al interior de los equipos, por lo que deben ser gestionados como desechos radiactivos. Las gestiones de estos aceleradores lineales en desuso, comenzaron a realizarse durante el año 2021, gestionando 2 metros cúbicos de desechos en total.
4. Gestión de Repatriación de Cabezales de Cobaltoterapia que están almacenados en Instalaciones de la CCHEN: En el marco del proyecto OIEA "Enhancing Nuclear Security through the Sustainable Management of Disused Sealed Radioactive Sources (DSRS)", CCHEN sostuvo reuniones de coordinación con OIEA, y otras empresas internacionales, para la repatriación de 29 cabezales de cobaltoterapia que están almacenados en instalaciones de la Sección Gestión Desechos Radiactivos. Estos cabezales provienen de instalaciones médicas, como producto de la modernización y el cambio de tecnología experimentado en el tratamiento de radioterapia.

Actividades de continuidad

En 2021, la sección de Gestión de Desechos Radiactivos (SEGEDRA), recibió aproximadamente 11,2 metros cúbicos de desechos radiactivos y fuentes radiactivas selladas en desuso para su tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento en forma segura. La distribución, según volumen entregado por tipo de clientes, se presenta en el siguiente gráfico:

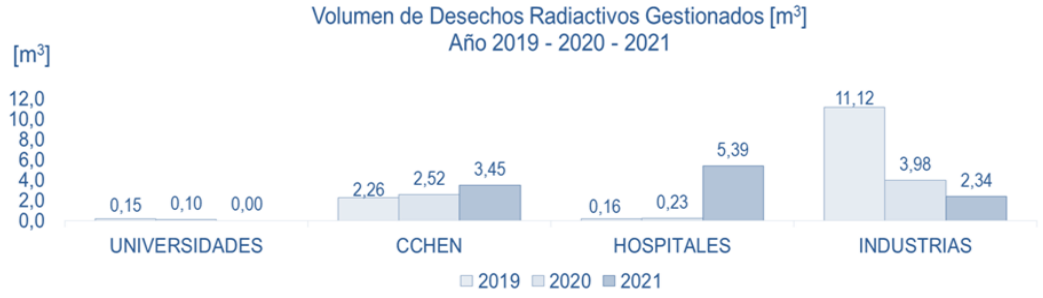


Gráfico 6: Volumen de desechos radiactivos generados entre 2019 y 2021.

La gestión de los desechos radiactivos que se recibió durante el 2021, se realizó en base a la evaluación de 121 solicitudes de servicio provenientes de clientes internos y externos, de las cuales 58 corresponden a generadores dentro de la CCHEN, y 63 solicitudes a clientes externos, de este

último grupo, se recibieron desechos radiactivos de 13 instalaciones generadoras del país (15 recepciones en total). El comportamiento de las solicitudes de servicio para clientes externos de los últimos 3 años se muestra en el siguiente gráfico:

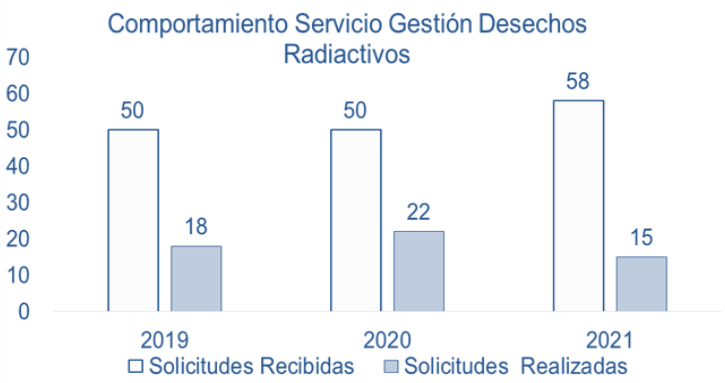


Gráfico 7: Comportamiento servicio gestión desechos radiactivos.

Se realizaron siete asesorías en terreno a instalaciones generadoras de desechos radiactivos y fuentes radiactivas selladas en desuso, entregando a los responsables las conclusiones de los análisis, las condiciones, recomendaciones y los costos para realizar la gestión sus desechos, todo esto reportado a través de informes técnicos de las evaluaciones.

Las instalaciones que solicitaron el servicio de evaluaciones en terreno fueron:

- Centro Oncológico del Norte – Antofagasta
- Hospital Base de Valdivia
- Aceros AZA S.A. (2 veces)
- Orange Business Chile
- Corpesca S.A.
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

En la siguiente tabla, se presentan las solicitudes de usuarios externos ejecutadas el 2021:

Cotizaciones por solicitudes externas hechas y realizadas	Región	Tipo de Servicio	Cantidad
BITUMIX	Atacama	Gestión	1
Cemento Polpaico S.A.	Metropolitana	Gestión	1
Trazado Nuclear e Ingeniería Ltda	Metropolitana	Gestión	2
International Quality System S.A.	Metropolitana	Gestión	1
CMPC Tissue	Metropolitana	Gestión	1
Cristalería Chile S.A.	Metropolitana	Gestión	1

Sociedad Imagenología Nueva San Lorenzo	Metropolitana	Gestión	1
Minera Valle Central	Libertador General Bernardo O'Higgins	Gestión	1
HGGB (Hosp Concepción)	Biobío	Gestión	2
LANDES	Biobío	Gestión	1
Centro Oncológico Norte	Antofagasta	Evaluación y Gestión	2
Hospital Base Valdivia	De los Ríos	Evaluación y Gestión	2
Aceros AZA S.A.	Metropolitana	Evaluación y Gestión	3
CORPESCA S.A.	Tarapacá	Evaluación	1
Orange Business Chile	Metropolitana	Evaluación	1
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Valparaíso	Evaluación	1

Tabla 10: Solicitudes externas ejecutados el 2021.

Capacitación en Protección Radiológica

En materia de capacitación, estamos facultados para realizar cursos de protección radiológica, por lo cual llevamos a cabo un programa permanente de capacitación nacional.

Las capacitaciones, entrenamientos y ejercicios en seguridad radiológica a personal interno y externo en protección radiológica, durante 2021 fueron:

- Curso básico de protección radiológica operacional (CUBEPRO).
- Cátedras de Protección Radiológica en la Universidad de Chile, Universidad de Valparaíso y en el Magíster en Física Médica de la Universidad de la Frontera.
- Seminarios y capacitación para Oficiales e instructores/as de Primera Línea, de Carabineros de Chile y la Policía de Investigaciones de Chile, cuya finalidad es otorgar entrenamiento en relación a las respuestas y mitigación de Emergencias Radiológicas que involucren fuentes o equipos emisores de radiaciones ionizantes.

Actividades de continuidad

- En 2021 y por segundo año consecutivo, dada las medidas sanitarias implementadas por CCHEN producto de la situación de pandemia, se realizaron en modalidad online y online sincrónica, tres (3) cátedras de Protección Radiológica y seis (6) cursos. Adicionalmente y en modalidad presencial se realizó un (1) laboratorio práctico.
- Se capacitó, en total, a 230 personas, generando ingresos por un total de $56.612.332. En la siguiente tabla se entrega el detalle de todas las actividades realizadas.

Cursos, Seminario y Cátedras	Formato	Fecha	Asistentes
Cátedra de Protección Radiológica, Universidad de Chile	Online	15 de marzo al 26 de julio	17
Cátedra de Protección Radiológica, Universidad de Valparaíso	Online sincrónico	22 de marzo al 23 de julio	43
Magister Física Médica - Laboratorios Prácticos	Presencial	8 al 12 de marzo	03
Cubepro I(*)	Online sincrónico	02 al 04 de marzo	29
Cubepro Cerrado	Online sincrónico	14, 18 y 19 de mayo	18
Cubepro II	Online sincrónico	25 al 27 de agosto	30
Cubepro III	Online sincrónico	29,30 de sept y 1 de octubre	27
Cubepro IV	Online sincrónico	24 al 26 de noviembre	29
Cubepro V	Online sincrónico	03 al 07 de enero de 2022	34

Tabla 11: Solicitudes externas ejecutados el 2021.

- Durante 2021, personal de la Unidad de Protección Radiológica Ocupacional y de la División de Producción y Servicios dedicaron 346 horas a capacitación externa.
- En cuanto a la capacitación a Primeros Respondedores en Emergencia y Oficiales de Primera Línea, enmarcado en la cooperación mutua entre organizaciones de la CONSER (Comisión de Seguridad en Emergencias Radiológicas) y de SINAPRED (ex Sistema Nacional de Protección Civil), la CCHEN impartió la siguiente capacitación:

Tipo Entrenamiento	Organización beneficiaria	Fecha	Personal capacitado	Modalidad	Docentes
1ª respuesta para Oficiales de primera línea (FLO), e Instructores FLO. (Seguimiento. Etapa Proyecto para el Fortalecimiento de Fronteras-OIEA, CCHEN-Aduanas, Carabineros)	Carabineros de Chile, Personal de Fronteras OS-3, Zona Norte.	06 y 07 de diciembre de 2021	5	Presencial CEN Lo Aguirre, reentrenamiento de personal instructor con equipos de respuesta, búsqueda de fuentes y ensayos. Preparación de instructores para entrega de equipos a personal de fronteras - Zona norte.	Ulises Padilla, Walter Velásquez María José Yáñez

Metrología de Radiaciones Ionizantes

En esta área nuestras tareas son establecer, mantener y fabricar patrones estándar de radiactividad, para establecer una máxima comparabilidad y confiabilidad de las medidas de las características de las radiaciones ionizantes que se utilizan en la CCHEN y en el país.

Para ello, desarrollamos técnicas orientadas a mantener consistencia en las medidas de dosis efectuadas con diversos instrumentos y para variados objetivos. Disponemos de la estructura metrológica adecuada para calibración y estandarización de generadores de radiaciones y detectores de radiaciones gamma, rayos X, neutrones y partículas cargadas.

Hitos 2021

- Nuestra meta de 65 días como tiempo de respuesta a solicitudes de calibración, fue cumplida en un 99%, con un impacto directo en los tiempos de espera de nuestros beneficiarios.

Actividades de continuidad

1. Se calibraron un total de 355 detectores de uso en protección radiológica operacional, para usuarios internos (CCHEN) y externos (sector salud, industria e investigación).

2. Se calibraron 23 detectores de uso clínico, se incluye la calibración de dosímetros clínicos de uso en radioterapia y calibradores de dosis, de uso en medicina nuclear.

3. Se efectuó la irradiación estandarizada de dosímetros personales para el Programa Anual de Evaluación de Dosimetría Personal Externa, organizado por el Minsal e ISP, para servicios de dosimetría personal del país (acreditados al Minsal).

4. Participación en Redes: el Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes, DMRI, es miembro activo de la Red de Laboratorios Patrones Secundarios del OIEA/OMS, donde participa en actividades de capacitación y de verificación postal de dosis para rangos de Protección Radiológica y de Radioterapia. De igual modo, el DMRI es miembro de la Red Nacional de Metrología, donde participa de actividades de capacitación y reuniones internacionales del Sistema Interamericano de Metrología y del Comité Consultivo de Radiaciones Ionizantes del Bureau Internacional de Pesos y Medidas (CCRI-BIPM).

NUESTRO VALOR: CAPITAL HUMANO

Gestión de Personas

Diseñamos, elaboramos y ejecutamos políticas y procedimientos de gestión de personas, para desarrollar condiciones laborales adecuadas que promuevan una cultura colaborativa, gestión del conocimiento y una mejor calidad de vida, que faciliten la máxima contribución al cumplimiento de la misión institucional.

Hitos 2021

- **Indicadores de ADP de Gestión de Personas**

  → **Políticas, estrategias y planes para el desarrollo y movilidad profesional, que promueva la permanencia, fortalecimiento y proyección funcionaria, orientado a la valoración y el desarrollo de las personas:**

  Se avanzó en propuestas relacionadas a políticas de gestión y desarrollo de personas, movilidad Interna, plan de fortalecimiento de habilidades funcionarias y directivas, manual de perfiles de cargo, planes anuales y PAC Trienal 2022-2024, programa de gestión del conocimiento, planteamiento de enfoque y áreas de desarrollo de capacidades técnicas y propuesta marco de trabajo y enfoque metodológico de formación continua, entre las principales:

  → **Diseñar e implementar un Plan de actualización de la estructura de cargos y perfiles, de acuerdo con las necesidades y tendencias de una organización de alto desempeño, en las diversas áreas que posee la CCHEN:**

  Se elaboró, en el período, el Manual de Perfiles de Cargo Genéricos, el cual contiene 28 perfiles genéricos, con funciones principales, competencias conductuales, conocimientos, habilidades y requerimientos para cada cargo, el cual es validado con las diferentes jefaturas y áreas de trabajo de la Comisión. El Manual fue aprobado por resolución y se puso a disposición de los/as funcionarios/as.

  → **Diseñar e implementar un modelo de gestión que permita poseer, mantener, aplicar y hacer disponible el conocimiento que requiere y produce la CCHEN, con el objeto de fortalecer su institucionalidad, bajo una orientación estratégica:**

Se cumplió con el plan de trabajo comprometido, generando los siguientes informes: informe con identificación y captura de conocimientos críticos de la CCHEN, informe con metodología de captura de conocimiento en riesgo de migración, informe con identificación y captura de conocimiento con riesgo de migración, informe con metodología de captura de nuevo conocimiento CCHEN, informe con captura de nuevo conocimiento, informe brechas de conocimiento, generación y transferencia al personal actualizada, informe con efectividad de la transferencia del conocimiento en base a PAC trienal y su ejecución.

→ **Diseñar e implementar un programa de fortalecimiento de habilidades funcionarias y directivas:**

En el período se impartieron cursos de comunicación efectiva; resiliencia; retroalimentación efectiva, gestión de equipos para el alto desempeño y liderazgo. Se desarrolló material para cursos internos de ética e integridad pública y curso gestión del desempeño. Se diseñaron sitios de buenas prácticas laborales, fortalecimiento de habilidades funcionarias, desarrollo sitio liderazgo, riesgos psicosociales, remuneración y gestión del desempeño. Se difundieron los perfiles de cargo genéricos. Se elaboró una propuesta de guía de buenas prácticas laborales.

→ **Entregar lineamientos para mantener ambientes laborales sanos, fundamentados en la práctica de las Buenas Prácticas Laborales, las normas y orientaciones de la Dirección Nacional del Servicio Civil y la incorporación de formas innovativas para su desempeño:**

Se desarrolló y cumplió plan de trabajo fase 2 en base a las siguientes líneas de trabajo: claridad de la estrategia organizacional, apoyo organizacional, posibilidades de desarrollo personal/profesional, recompensa/reconocimiento, sentido del trabajo o comprensión del propio aporte a la cadena de valor, rol de las jefaturas y relación con la autoridad, ambientes laborales, trabajo en equipo, identificación o sentido de pertenencia, políticas administrativas y prácticas de gestión y comunicaciones.

→ **Diseñar e implementar un modelo de comunicaciones internas, que informe y permita comprometer, motivar y alinear estratégicamente a los/as funcionarios/as:**

Se diseñó e implementó un modelo de comunicaciones internas de la División de Gestión y Desarrollo de Personas en base a: identidad y valores, orgullo e impacto, efectividad, propósito, vínculo y reciprocidad.

Parte de las principales actividades son: desarrollo de páginas temáticas de la División de Gestión y Desarrollo de Personas (Sitio Google), envío de información relevante y oportuna para funcionarios y funcionarias para el mejor desarrollo de sus funciones,

cumplimiento de obligaciones, y calidad de vida laboral, capacitación en temas específicos relevantes para la gestión institucional en materias de comunicaciones, entrega de herramientas a jefaturas de la Comisión para ser actores relevantes de la comunicación interna.

→ **Diseñar e implementar las políticas, estrategias y planes orientados a promover la salud integral, la seguridad e higiene ambiental y prevención de accidentes y enfermedades profesionales:**

Ejecución Plan Mitigación etapa 2 y cierre ISTAS 2018-2020: conformación nuevos comités de aplicación, capacitación comités de aplicación, difusión riesgos psicolaborales e instrumento SUSESO-ISTAS, aplicación Instrumento SUSESO-ISTAS 21 en sedes CCHEN que correspondan y aprobación del plan de mitigación 2022-2023.

Plan de Acción Preventiva COVID: protocolo de seguimiento de funcionarios/as expuestos/as a casos confirmados COVID-19, comité COVID en funcionamiento, entrega de elementos de protección, obtención Sello COVID mutual, campaña de vacunación preventiva en COVID e influenza.

Acciones preventivas y salud ocupacional: promoción de Salud, Proyecto de Capacitación Micro-learning, Reuniones de trabajo para exámenes pre y ocupacionales, sesiones psicológicas de contención emocional y ejecución del taller "Cuidados Psicológicos en tiempos de COVID 19".

→ **Diseñar y gestionar la modernización de los procesos de la División (desarrollo organizacional, gestión del desempeño, administración de personas, bienestar y gestión de remuneraciones), mejorando su desempeño e incorporando herramientas tecnológicas para su optimización:**

Se cumplió Plan de trabajo fase 2, la que está compuesta de las siguientes acciones: propuesta de políticas de gestión y desarrollo de personas, propuesta de actualización de procedimientos, actualización del sistema de remuneraciones, creación del sistema de disponibilidad del conocimiento, actualización sistema e-permisos, creación sistema de información de personal.

→ **Diseñar e implementar políticas, estrategias y planes que configuren, faciliten y recompensen la participación funcionaria, amplificando sus contribuciones al mejoramiento de la gestión y desempeño tanto institucional como de las personas:**

Se desarrolló y cumplió Plan de trabajo fase 2, la que está compuesta de las siguientes acciones: se elaboró, difundió y puesto a disposición los sitios de: remuneraciones,

liderazgo, fortalecimiento Institucional, gestión del conocimiento, evaluación del desempeño, perfiles de cargos genéricos, riesgos psicosociales SUSESO-ISTAS 21, buenas prácticas laborales, ampliación bienestar y calidad de vida.

Se realizaron capacitaciones de apoyo al desarrollo de la participación: comunicación efectiva, retroalimentación efectiva, liderazgo público, gestión colaborativa para equipos de alto desempeño, relaciones laborales y participación funcionaria, gestión y promoción del buen trato laboral.

Se aplicó cuestionario SUSESO-ISTAS 21 en el CEN Lo Aguirre y en la Sede Amunátegui, también se realizó consulta de evaluación de acciones realizadas en plan de mitigación de riesgos psicosociales en el CEN La Reina. Se realizó aplicación encuesta tensiones conciliatorias. Se actualizó información de hojas de vida por parte de los/as funcionarios/as. Se aplicó instrumento sobre tipos de aprendizaje. Se aplicaron encuestas de satisfacción capacitación y formación.

Se ejecutaron reuniones regulares para generar propuestas a la Dirección Ejecutiva en materias de integridad, COVID, riesgos psicosociales, calificaciones y junta calificadora, comités paritarios de higiene y seguridad, género, comité bipartito de capacitación y consejo administrativo de bienestar.

Se ejecutaron reuniones de trabajo con jefaturas y funcionarios/as para la validación, adecuación y/o mejora de los perfiles genéricos propuestos.

Se ejecutó la renovación de los siguientes comités, consejos y comisiones: comités paritarios, comités de aplicación riesgos psicosociales, consejo administrativo de bienestar, comisiones evaluadoras de concursos internos, representantes del personal en junta calificadora y comité bipartito de capacitación.

En cuanto a los convenios de desempeño individual, se consolidó la aplicación de instrumento de co-creación de metas anuales de los/as funcionarios/as, entre estos/as y sus jefaturas.

- **En relación a indicadores del Convenio de Desempeño Colectivo, destacan los siguientes hitos:**

Durante 2021 se implementó la Fase dos de la actualización de los Perfiles de Cargo de la Comisión: levantamiento de unidades de competencias funcionales, definición de niveles de competencias conductuales, visibilización y sensibilización de perfiles desarrollados, estructura del manual de perfiles de cargo (Perfil Genérico + Unidades de Competencia + Competencias Conductuales con Niveles Esperados) en formato final.

En 2021 se ejecutó el plan de acción para el fortalecimiento de las habilidades funcionarias, que se espera mantener en el tiempo, como una forma de apoyar el desarrollo de las personas y de la institución. El plan de acción contempló veinte (20) actividades, las cuales desarrollaron alrededor de 60 evidencias (de manera individual), resultando en el cumplimiento del 100% la meta comprometida. El plan de fortalecimiento permitió generar bases administrativas, instrumentos, medios de comunicación y condiciones de mejoramiento de ambientes laborales, entre otras, las cuales permitirán profundizar y avanzar de manera más eficiente y eficaz en el fortalecimiento de habilidades de las y los funcionarios/as de nuestra institución.

En relación al trabajo relacionado con la gestión del conocimiento, en el año 2021 se implementó la fase II relacionada con las cinco dimensiones planteadas en el año 2020, de acuerdo al siguiente detalle:

- **Dimensión N°1:** "Captura y disponibilidad del conocimiento producido en CCHEN": se dispone del conocimiento explicitado en distintos artículos publicados a partir de investigaciones desarrolladas por la División de Investigación y Aplicaciones Nucleares en el periodo comprendido entre 2016 y 2020. Para el mismo periodo, en la División de Producción y Servicios se realizó la captura de conocimiento explicitado en manuales de operación generados y utilizados hasta el día de hoy al interior de esta, mientras que en la División de Seguridad Nuclear y Radiológica se capturó el conocimiento explicitado en documentos técnicos tales como el caso de la normativa relacionada con el marco regulatorio para la operación tanto en CCHEN como a nivel nacional.
- **Dimensión N°2:** "Identificación y captura de conocimiento relevante con riesgo de Migración": Se elaboró una metodología para la captura de conocimiento con riesgo de migración, la cual propuso un conjunto de operaciones encaminadas a la identificación y captura de aquellos conocimientos relevantes para la Institución y que recaen en personas próximas a su jubilación o un alejamiento voluntario de la Institución. La propuesta de esta metodología busca facilitar el hecho que en un futuro próximo las Divisiones CCHEN puedan gestionar sus conocimientos de manera anticipada al retiro del funcionario/a identificado/a extrayendo ese conocimiento relevante que se encuentra en riesgo de migración.
- **Dimensión N°3:** "Identificación, captura y disponibilidad de nuevo conocimiento al interior de CCHEN": se propuso una metodología para su captura la cual expone un enfoque institucional mediante el cual la CCHEN se asegurará de que el conocimiento nuevo que se esté generando en sus distintas unidades de trabajo sea debidamente capturado, transmitido y/o disponibilizado entre los/as funcionarios/as.
- **Dimensión N°4:** "Identificación brecha de conocimiento, generación y transferencia al personal": durante 2021 se inició una actualización de las brechas detectadas en la fase I, lo cual permitió además la identificación de las vías más apropiadas para cubrirlas, ya sea mediante actividades de transferencia al interior de la Institución o bien, a través de actividades de capacitación externa mediante cursos disponibles en el país o en el

extranjero. Se establecieron coordinaciones con la Oficina de Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales (OCTRI) para la incorporación de líneas de acción de fortalecimiento de la gestión del conocimiento institucional en sus procedimientos de trabajo y con la Coordinadora Nacional para el Acuerdo Regional de Cooperación para América Latina (ARCAL), para la incorporación de la gestión del conocimiento como uno de los ejes futuros a ser incorporados en el proyecto nacional de Capacity Building. Por otra parte, también se dio continuidad a las actividades desarrolladas en la fase I con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en lo concerniente a la aplicación del Instrumento que permite medir el grado de madurez institucional para la implementación del sistema de Gestión del Conocimiento cuya aplicación estaba comprometida para el segundo trimestre 2021.

→ **Dimensión N°5:** "Sistematización del conocimiento capturado para disponibilidad y uso. (Sistema gestión del conocimiento)": Se desarrolló un sitio del conocimiento, donde se encuentra disponible el conocimiento capturado entre los años 2016 y 2021.

Se implementaron todas las actividades y compromisos contemplados en el Programa de Fortalecimiento de Capacidades Técnicas. A partir de la implementación del Plan se detectaron una serie de aprendizajes y mejoras a abordar en la siguiente etapa del Plan en 2022. Las actividades comprometidas y las evidencias de cada una en 2021, fueron las siguientes: Identificación de capacidades técnicas identificadas a través de los convenios de desempeño Individual CCHEN, identificación de capacidades técnicas identificadas a través del programa de gestión del conocimiento, Identificación de capacidades técnicas identificadas en perfiles de cargo genéricos CCHEN, identificación de capacidades técnicas identificadas desde la detección de necesidades de capacitación, identificación de capacidades técnicas identificadas desde la formación continua, realización de capacitaciones iniciales relacionadas a capacidades técnicas, incorporación de línea de fortalecimiento de capacidades técnicas en plan trienal de capacitación y propuesta plan de trabajo fase 2 a ejecutar año 2022.

En cuanto a la implementación de un modelo de formación continua, durante 2021 se establecieron los hitos de trabajo y el marco metodológico. El modelo inicialmente se implementó a través de un piloto, el cual se desarrolló en la división de seguridad nuclear y radiológica para el cargo de analista de seguridad nuclear y radiológica. Se logró el 100% de los objetivos y el plan de trabajo establecido. Durante la realización del piloto se realizaron las siguientes actividades de acuerdo con el modelo: reuniones con jefatura división de seguridad nuclear y radiológica para introducir el tema, levantamiento información personal DiSNR, levantamiento acciones de capacitación 2017-2021, levantamiento de necesidades de formación en capacidades técnicas, levantamiento de necesidades de formación en habilidades blandas y de gestión, propuesta malla formativa, propuesta formación de la División de Seguridad Nuclear y Radiológica, actividades iniciales de formación, planificación de la formación continua y plan de trabajo período 2022-2023.

AGENDA DE GÉNERO

La Agenda de Género de la Institución obedece a la instrucción del Gobierno de Chile, que ha fijado como prioridad alcanzar la igualdad de derechos, deberes y oportunidades entre mujeres y hombres.

A través de los compromisos realizados con el Ministerio de la Mujer y Equidad de Género y el Programa Energía + Mujer (E+M) del Ministerio de Energía, se consideran los siguientes ejes como líneas de trabajo:

1. Gestión Estratégica (Política)
2. Participación e inserción en el sector de energía
3. Trayectoria laboral
4. Promoción del liderazgo diverso en jefaturas
5. Igualdad de remuneraciones y beneficios laborales
6. Conciliación de la vida, personal, familiar y laboral
7. Violencia, salud, seguridad, higiene
8. Gobernanza (Política)
9. Comunidad (Proyecto SAGA - UNESCO)

Hitos 2021

1. **Eje I "Gestión Estratégica"** del programa E+M: se actualizó el diagnóstico, utilizando métricas estandarizadas entre organismos internacionales y nacionales y utilizados como instrumentos de certificación, basado en este caso en 8 dimensiones: Información sobre la estructura y el ambiente de la CCHEN, Reclutamiento y Selección de personas, Desarrollo profesional o carrera funcionaria, Capacitación o acceso a la formación, Evaluación del desempeño, Participación en cargos de jefatura, Brecha salarial y Acoso Sexual y/o laboral en el trabajo.

2. **Eje II "Participación e inserción laboral de las mujeres en el Sector Energía"**: se fomentó la motivación y transferencia de experiencias a niñas y jóvenes en áreas STEM, considerando que la CCHEN tiene mujeres profesionales con formación en líneas estratégicas de generación de energías.

3. **Eje III "Trayectoria laboral de las mujeres"**: se actualizaron procedimientos incorporando la eliminación del sesgo de género y con lenguaje inclusivo de género, en relación a los procesos de reclutamiento, contratación, permanencia, rotación, capacitación y ascensos.

4. **Eje IV "Promoción del liderazgo femenino en jefaturas y gerencias"**: se elaboró el Manual de perfiles de cargo genéricos. Se implementó el Plan de fortalecimiento de habilidades funcionarias y directivas. Se inició el Programa de Liderazgo bajo el alero del Servicio Civil.

5. **Eje V "Igualdad de remuneraciones y beneficios laborales"**: el Comité de Remuneraciones establecido en la CCHEN terminó el estudio de brechas y propuesta de mejoramiento de remuneraciones, con perspectiva de género. Los beneficios laborales se ven reflejados en el Protocolo de Conciliación de la vida personal, familiar y laboral y además la extensión de la instrucción emanada por Contraloría a los Organismos del Estado, de realizar trabajo remoto.

6. **Eje VI "Conciliación de la vida personal, familiar y laboral"**: como herramienta existe el Protocolo de Conciliación de la vida personal, familiar y laboral. Se promovió la corresponsabilidad, sensibilizando sobre las responsabilidades que tenemos cada uno/a, independiente de la conformación de cada hogar.

7. **Eje VII "Violencia de género, salud, seguridad, higiene"**: Se ha implementado a través del Procedimiento de denuncia de maltrato, acoso laboral y sexual, actualizado (v.04) con campañas digitales y webinars, que orientan sobre acciones reconocidas como atentados a la dignidad de las personas. Se realizaron encuestas como seguimiento al bienestar de las condiciones de trabajo, y la promoción de la salud de la comunidad CCHEN. Se mejoró la distribución y las instalaciones y se desarrollaron proyectos de mejora de infraestructura en donde no hay discriminación de género.

8. **Eje VIII "Gobernanza del Plan"**: Se nombró, de forma oficial, a la Encargada de Género y Asesor de Género, que constituyen la dupla de género de la CCHEN, quienes centralizan y coordinan las acciones de los pilares de la Agenda de Género. La División de Gestión y Desarrollo de Personas, gestiona capacitaciones en la NCh 3262:2021, para implementar y trabajar en base a los 8 ejes temáticos del Programa Energía + Mujer.

9. **Eje IX Comunidad (Contribución al Proyecto SAGA de la UNESCO)**: Promovemos y contribuimos al empoderamiento de las mujeres y las niñas en los sectores de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y a su vez damos realce a mujeres, visibilizándolas como referentes hacia las niñas y jóvenes.

   El Programa "Inspirando Pasos STEM" de CCHEN, se basa dos figuras; la primera es compuesta por profesionales que serán referentes para motivar a nuevas generaciones y la segunda con niñas y jóvenes denominadas Agentes STEM, quienes se interiorizan del quehacer institucional, único en el país y promueven, entre sus pares, sus experiencias in-situ. Buscamos que se motiven y empoderen, derribando barreras que de forma cultural se han impuesto con estereotipos.

En el 2021, las Agentes STEM acudieron al Centro de Estudios Nucleares La Reina. Las jóvenes visitaron 4 instalaciones, conocieron técnicas y visualizaron los beneficios tanto en salud como en medio ambiente.

Se realizaron notas web sobre el papel relevante que están tomando las mujeres, sobre todo en áreas como la investigación científica. También, se buscaron alianzas para ir fortaleciendo el interés y participación de las mujeres en ciencias.

Se trabajó, además, en la investigación de biografías de mujeres que son referentes en técnicas nucleares y afines, que desde los inicios de la CCHEN lograron consagrar técnicas, métodos y liderazgos en campos poco tradicionales como la energía nuclear.

Acciones internas de la CCHEN

- El Departamento de Comercialización nuevamente trabaja con perspectiva de género en los productos y servicios que ofrece la CCHEN, tanto a clínicas como hospitales. Se está trabajando en los datos para nuevamente visibilizar el impacto de la medicina nuclear en niñas, niños, mujeres y hombres, para tratamiento y diagnóstico de cáncer.

- La Oficina de Cooperación Técnica y Relaciones internacionales también está incorporando la perspectiva de género, visibilizando las capacitaciones y proyectos liderados por mujeres, entre ellos la implementación bajo el alero del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL), del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). También se creó la organización "WIN Chile", proyecto que tiene como objetivo contribuir a la promoción de la participación plena, equitativa y activa de las mujeres en áreas relacionadas con Ciencia y Tecnologías Nucleares.

SEGURIDAD INTEGRADA

El 16 de noviembre de 2021, bajo la Resolución Exenta Nº 797/2021, se creó el Departamento de Seguridad Integrada (DSI), dependiente de la Dirección Ejecutiva e integrado por las secciones de Seguridad Nuclear Integrada y Salvaguardias (SNIS), Gestión de la Seguridad (SGS) y Seguridad Radiológica Integrada (SRI). Esta última, por su parte, contiene la Unidad Salud y Seguridad en el Trabajo (SYST), la Unidad Protección Radiológica Ocupacional (UPRO), la Unidad Seguridad Física (USF) y la Unidad Vigilancia Medioambiental (UVM).

La misión del Departamento es atender todo la relativo a la protección radiológica, seguridad nuclear, protección física de materiales e instalaciones nucleares, seguridad física de fuentes radiactivas, salvaguardias, transporte seguro de material radiactivo, salud y seguridad en el trabajo en todo el ámbito de desarrollo de la CCHEN.

Su objetivo es garantizar el máximo nivel de seguridad de las instalaciones de la Comisión, durante su ciclo de vida, que permita resguardar la salud de su personal, del público y el cuidado del medio ambiente. Para ello, a través de sus tres secciones, implementa, operativiza y da sostenibilidad a la Política CCHEN-POL01 "Protección de las Personas y Medioambiente contra los Riesgos Nucleares o Radiológicos".

Sección de Seguridad Nuclear Integrada y Salvaguardias

La Sección de Seguridad Nuclear Integrada y Salvaguardias (SNIS) es responsable del control, la gestión, la evaluación y la optimización de la seguridad nuclear, física, salvaguardias y no proliferación. Su quehacer consiste en otorgar soporte técnico a las instalaciones y actividades de CCHEN en materias de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

Hitos 2021

- En octubre de 2021, esta Sección llevó a cabo una inspección de salvaguardias del OIEA, donde se verificó el inventario contable y el inventario físico de los materiales nucleares en todas las áreas de balance nacionales. Además, en cada instalación nuclear, se verificó que el proceso y el equipamiento coincida con la información de diseño declarada.

Sección Gestión de la Seguridad

Esta Sección es responsable del control, la gestión, la evaluación y la optimización de la gestión de la seguridad.

Hitos 2021

- En 2021, se completó el proceso Gestión de Riesgos Institucionales mediante la actualización de los roles y responsables, junto a la Política de Riesgos, siendo informado el Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno.
- Se actualizó la Matriz de Riesgos Institucional, incluyendo sus Riesgos Críticos. Se emitió el Informe de Monitoreo de Planes de Tratamiento, correspondiente al proceso iniciado en 2020.
- Asimismo, se revisó el listado de Alertas de Lavado de Activos, Financiamiento al Terrorismo y Delito Funcionario (LA/FT/DF), sin sufrir modificaciones.

Sección de Seguridad Radiológica Integrada

La Sección de Seguridad Radiológica Integrada es responsable de: Control, Gestión, Evaluación y Optimización de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Protección Radiológica, Protección y Seguridad Física y la Vigilancia Medioambiental.

La Unidad organizó y ejecutó sus funciones y tareas a través de cuatro unidades, que enmarcaron su gestión y resultados del año 2021, mostrando el cumplimiento de los compromisos dentro del marco presupuestario, las directrices y prioridades de la Dirección Ejecutiva, las cuales se plasman a través de la visión, misión, política y objetivos de calidad, junto con los objetivos estratégicos de la institución.

A continuación, se detalla el reporte de cada unidad:

Unidad de Salud y Seguridad en el Trabajo

Mediante un Programa de Seguridad e Higiene Industrial, la Unidad busca disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales que pudiesen afectar a los/as funcionarios/as durante el ejercicio de sus actividades.

1. Indicador de Accidentabilidad Laboral

El cálculo e interpretación de los índices estadísticos de Accidentes se realiza para tomar las medidas oportunas cuando estos indican una desviación de los valores esperados. En la tabla 2 se presenta el índice estadístico de accidentes ocurridos en CCHEN durante 2021.

Tabla 12: Índice Estadístico de Accidentes año 2021.

INDICADOR	VALOR OBTENIDO
Tasa de siniestralidad (*)(**)	0,69
Tasa de accidentabilidad (*)(**)	1,04

(*) Solo considera funcionarios/as de planta y contrata.
(**) Para fines de cálculo se consideró una dotación promedio de 288 funcionarios/as

De acuerdo al Proceso de Evaluación de la Siniestralidad Efectiva, según lo establecido en el D.S.67 de 1999, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, la CCHEN seguirá con la tasa adicional 0,34% y mantendría la tasa fija con una cotización total del 1,27%.

2. Programa de Mejoramiento de Ambientes de Trabajo

Se elaboró y ejecutó el Programa Sistema de Mejoramiento de Ambientes de Trabajo, considerando las indicaciones de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad y la Salud y Seguridad en el Trabajo.

En tablas 3, 4 y 5 se evidencian las mejoras individualizadas por Sede:

CEN LO AGUIRRE	
INSTALACIÓN	**DETALLE DE MEJORA**
Cocina del Casino	Nuevas bandejas eléctricas Cambio de luminarias Pintura de cielos Reparación del sistema de extracción de la campana Limpieza de las cámaras y fosa séptica
Planta Piloto	Mantenimiento de seis baños que incluye: cambio de artefactos y grifería, cambio de luminarias y pinturas de muros y cielos.
PEC	Instalación de piso vinílico en oficinas
	Reparación de pavimento y colocación de revestimiento epóxico
	Mantenimiento de grupos de electrógenos
PIM	Instalación de un container para comedor y para clientes externos
	Mantenimiento de grupos de electrógenos
Sector de Transporte	Mantenimiento de baño
Área de Producción	Mantenimiento de grupos de electrógenos
SEGEDRA	Cambio de panel y sensores contra incendios
Laboratorio del centro de materiales para la transición y sostenibilidad energética	Retiro de ducha de emergencia e instalación de lavaojos
Áreas comunes	Certificación de gases (incluyendo obras correctivas para rejillas de ventilación y cambio termoeléctrico).
	Asfalto en pavimento en mal estado en 20 sectores del Centro Nuclear.
	Evaluación del sistema de parlantes del centro nuclear.
	Nuevo tramo de tubería de agua potable

Tabla 13: Resultados de Mejoramiento de Ambientes de Trabajo CEN Lo Aguirre año 2021.

SEDE AMUNÁTEGUI	
DETALLE DE MEJORAS	Reparación de dos chillers
	Sellado de ventanas en mal estado
	Recambio de batería en los equipos de emergencia
	Certificación de ascensores, lo que incluyó trabajos correctivos.
	Reparación de equipos fan coil en ocho oficinas.

Tabla 14: Resultados de Mejoramiento de Ambientes de Trabajo Sede Amunátegui año 2021.

CEN LA REINA	
INSTALACIÓN	**DETALLE DE MEJORA**
Laboratorios de Control de Calidad y Liofilizados	Instalación de cuerdas de vida en el edificio de química

Servicios Generales	Instalación de piso vinílico en el área de ingreso
Sector de la sala Cruz Coke	Arreglo del baño de mujeres
Dosimetría	Mantenimiento y limpieza de techumbres
Pabellón Mecánico	Mantenimiento y limpieza de techumbres
Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes	Mantenimiento y limpieza de techumbres
Sector de Invernadero	Construcción de un pasamanos
Pabellón de Química	Traslado de la mampara
Bodega Central	Nueva oficina
Área de Producción	Instalación de malla de seguridad del montacargas
RECH-1	Mantenimiento del grupo electrógeno
Áreas Comunes	Mantenimiento y certificación de calderas, incluyendo su reparación
	Mejora de la captación de agua para la red húmeda
	Pintura en pasamanos y borde de los peldaños de todas las escaleras
	Certificación de gases (instalación de rejillas de ventilación, cambio del calefactor del casino, soldadura de tuberías)

Tabla 15: Resultados de Mejoramiento de Ambientes de Trabajo CEN La Reina año 2021.

3. Capacitación

En 2021 se gestionó con Mutual de Seguridad, la capacitación de 76 funcionarios/as, en:

- Orientación en Prevención de Riesgos
- Manejo de Extintores
- Primeros Auxilios
- Trastorno Musculo esqueléticos de Extremidades Superiores

En el periodo de realizaron, además, inducciones a funcionarios/as nuevos/as, memoristas, alumnos/as en práctica, trabajadores/as de empresas contratistas, sumando en total **60 personas**.

4. Evaluaciones de Puesto de Trabajo

En 2021 se gestionó con la Mutual de Seguridad el diagnóstico cualitativo de los puestos de trabajo, lo que permitió identificar a los grupos de funcionarios/as expuestos/as en ambos Centros Nucleares, de los cuales se identificó los siguientes agentes:

- Sílice
- Ruido
- UV Solar

5. Compras

En la siguiente tabla se puede apreciar los montos de las compras efectuadas en el año 2021. Destacan los accesorios y prendas, así como los gastos incurridos para mejoras y habilitaciones de espacios, material de protección y de higiene personal, dada la situación de pandemia del Covid-19.

DETALLE DE ARTÍCULOS	PRESUPUESTO ASIGNADO	DEVENGADO
Vestuario, Accesorios y prendas diversas	8.032.233	8.033.000
Calzado	1.953.000	1.994.000
Productos Químicos (alcohol Gel y al 70%)	2.309.000	2.309.000
Otros Materiales de uso Mascarillas	3.747.000	2.612.000
Mantención de Extintores	2.57.8000	1.420.000
COVID -19	8.328.000	8.328.000

Tabla 16: Detalle de compras realizadas en el año 2021.

Hechos relevantes

1. Recibimos el Sello COVID por parte de la Mutual de Seguridad

Nos transformamos en la primera Institución pública que acredita sus tres centros de trabajo: Centro de Estudios Nucleares la Reina, Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre y Sede Amunátegui. Este reconocimiento da cuenta del cumplimiento de las normativas sanitarias y preventivas en materias COVID.

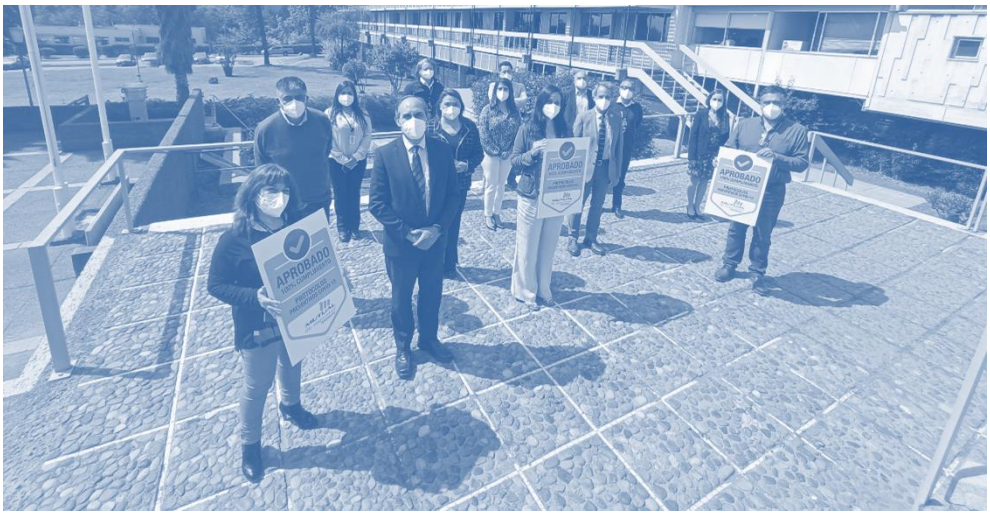


Foto 12: Comités Paritarios CCHEN reciben Sello COVID de la Mutual de Seguridad.

2. **Suscribimos al Programa de Empresa Competitiva de la Mutual de Seguridad**

El proyecto Programa de Empresa Competitiva (PEC) busca proveer protección de la integridad física y salud de los/as trabajadores/as de la CCHEN. Este programa contiene requerimientos agrupados en nueve módulos, los que deben ser implementados y aplicados por la institución, para controlar las causas de accidentes y enfermedades profesionales, dar cumplimiento al marco legal y alcanzar un mejoramiento en la gestión de los riesgos detectados. Cabe señalar, que la aplicación del programa posibilita la evaluación hacia la aplicación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional certificable bajo estándares internacionales.

Las actividades desarrolladas en 2021 tuvieron como objetivo constituir los diferentes componentes organizacionales que la gobernanza del Modelo PEC define, así como auditorías de evaluación del nivel de cumplimiento que la CCHEN presenta, respecto de los módulos que constituyen el sistema de gestión mencionado. En 2021 se constituyó un Comité Ejecutivo del Programa, conformado por: el Director Ejecutivo, las jefaturas de División, del Departamento de Seguridad Integrada, de las Oficinas Asesoras de Gestión Integrada y Control de Gestión, además de los/as coordinadores/as del Sistema de Gestión PEC.

Unidad de Protección Radiológica Ocupacional

La Unidad de Protección Radiológica Operacional (UPRO) busca lograr un nivel optimizado de la Protección Radiológica en la institución. Esto lo hace verificando que la operación de las instalaciones nucleares y radiactivas se efectúe en forma segura para proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente de los eventuales riesgos derivados de su uso. En 2021, esta Unidad se enfocó en:

- Supervisar la vigilancia radiológica en instalaciones radiactivas y nucleares de la CCHEN, apoyando la realización de ella en casos requeridos y calificados.
- Efectuar la vigilancia radiológica de los centros nucleares.
- Atender emergencias radiológicas, a nivel interno y externo.
- Asesorar en materias de seguridad y protección radiológica a la Dirección Ejecutiva, a las jefaturas y funcionarios/as de la Institución.
- Efectuar capacitación, entrenamientos y ejercicios en seguridad radiológica a personal interno y externo.
- Realizar actividades específicas en el área: preparación de informes técnicos, trabajar en laboratorios y manejar instrumentación y equipamiento propios de la protección radiológica.

La institución cuenta con dos Oficiales de Protección Radiológica en Alerta (OPRA) que, a través de turnos 24/7 todo el año, permite a la CCHEN contar con dos números de emergencia, para atender llamadas de cualquier miembro de la población ante potenciales emergencias radiológicas.

En 2021, se recibieron 112 llamados telefónicos, provenientes de las diferentes regiones del país, de las cuales más de una decena demandaron la asesoría a distancia y también presencial del OPRA, con el fin de resolver diversas situaciones, algunas de las cuales, aun cuando no constituían riesgo radiológico alguno a la población, originaron la inquietud de los respectivos denunciantes.

En la tabla 8 y gráfico 2 se muestra un desglose de los tipos de eventos notificados al OPRA.

TIPO DE NOTIFICACIÓN	CANTIDAD DE LLAMADAS
Confirmación de número OPRA	54
Asesorías en Incidentes con Densímetro Nuclear	5
Consultas Generales	36
Otros	17
Total de Notificaciones	112

Tabla 17: Resumen de Notificaciones recepcionadas por UPRO, año 2021.

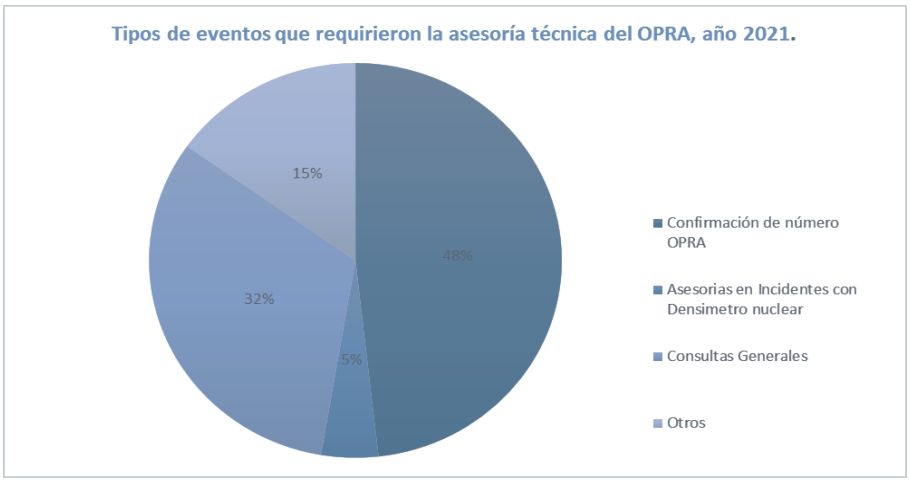


Gráfico 8: Tipos de eventos que requirieron la asesoría técnica del OPRA, año 2021.

Del total de llamados, 13 de ellos constituyeron incidentes radiológicos que requerían la activación de alguna de las autoridades competentes, a saber, el Ministerio de Salud o la CCHEN, para los cuales el OPRA brindó asesoría telefónica remota en forma inmediata. En tanto, tres de ellos constituyeron eventos e incidentes radiológicos que requirieron la movilización a terreno para completar la respuesta, más allá de la asesoría telefónica inmediata del OPRA.

Los llamados correspondientes a constatación de la vigencia de los números de emergencia OPRA, por parte de personal de instalaciones radiactivas autorizadas para la elaboración de sus planes de emergencia, principalmente del sector industrial y también las numerosas consultas de interés

general del público, indican una creciente diseminación de los números de emergencia del OPRA de la CCHEN en la ciudadanía como servicio de utilidad pública, a nivel nacional, independiente de la categoría de la actividad regulada.

Ingresos

Los principales ingresos de la unidad provienen de los Cursos Básicos de Protección Radiológica, dirigido principalmente a:

- Personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes que se desempeña en salud e industria.
- Alumnado de cátedras de Protección Radiológica de universidades del país.
- Personal técnico de primera respuesta a emergencias radiológicas, como: Bomberos, Carabineros de Chile, Policía de Investigaciones (PDI), Aduanas.

Es importante destacar que, en 2021, la participación en cátedras y cursos de protección radiológica sumó un total de 133, las que se realizaron en forma virtual debido a la contingencia sanitaria; y presencial, cuando las condiciones lo permitieron. En la tabla 9 se entrega un resumen de los ingresos generados por UPRO en los últimos 13 años.

AÑO	METAS DE INGRESOS	INGRESO REAL
2009	$ 56.000.000	$ 113.831.000
2010	$ 55.115.000	$ 110.456.000
2011	$ 103.000.000	$ 128.362.000
2012	$ 110.000.000	$ 127.310.692
2013	$ 102.900.000	$ 105.155.972
2014	$ 108.000.000	$ 108.323.399
2015	$ 110.000.000	$ 132.156.709
2016	$ 120.000.000	$ 118.249.000
2017	$ 154.000.000	$ 98.000.000
2018	$ 80.000.000	$ 104.782.450
2019	$ 69.540.000	$ 60.058.000
2020	$ 60.000.000	$ 45.000.000
2021	$ 40.000.000	$ 52.000.000

Tabla 18: Resumen de ingresos UPRO en los últimos 13 años.

Unidad de Seguridad Física

La Unidad de Seguridad Física fue creada en abril de 2006 para implementar, operar y mantener un Sistema de Protección Física en la Institución, compuesto por dos centrales de vigilancia y alarmas

emplazadas en los Centros de Estudios Nucleares La Reina y Lo Aguirre. Este sistema de protección física fue desarrollado cumpliendo con las recomendaciones sobre Protección Física de Materiales Nucleares e Instalaciones Nucleares del OIEA, y su implementación ha sido en colaboración y supervisión de expertos del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE). Ello, con el objetivo de prevenir el retiro no autorizado (robo, hurto, tráfico ilícito) de materiales nucleares y reducir la probabilidad de sabotaje a las instalaciones nucleares de cualquier acto que atente en contra de ellas.

Parte de las funciones que esta Unidad tiene a su cargo se relacionan con:

- Operación en sistema de turnos 24/7 de la Estación central de Alarmas del CEN La Reina
- Operación diurna de la Estación Central de Alarmas de Lo Aguirre
- Control de entrada y registro de visitas que ingresan diariamente a los CEN
- Rondas internas por las instalaciones
- Administración de software de control de acceso y CCTV (circuito cerrado de televisión) para el monitoreo de los accesos a los Centros de Estudios Nucleares de La Reina y Lo Aguirre y su Sede Amunátegui.

Hechos relevantes

- Se realizó mantenimiento preventivo de los dispositivos del circuito cerrado de televisión, alarmas y controles de acceso de los Centros Nucleares La Reina, Lo Aguirre y la Sede Amunátegui, verificando el correcto funcionamiento de los dispositivos y componentes de los sistemas.
- Se realizó el seguimiento de los transportes de material radiactivo entre los Centros de Estudios Nucleares Lo Aguirre y La Reina en jornadas nocturnas por medio de monitoreo GPS, de modo de actuar como apoyo ante cualquier eventualidad.
- En mayo de 2021, y bajo un marco colaborativo permanente con el Laboratorio Nacional de Sandia (SNL), se inició el "Proyecto de Modernización de los Dispositivos de Protección Física de seis instalaciones del Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre. El apoyo comprometido por parte de Estados Unidos ascendió a la suma de $190.000.000, destinados a la actualización, reforzamiento y mantenimiento de componentes que forman parte del Sistema de Protección Física de estas instalaciones. También considera la adquisición de cuatro equipos de detección de radiaciones ionizantes, además de la mantención de equipamientos y componentes por un periodo de tres años, desde la recepción de los trabajos.

  El proyecto se verá materializado en marzo de 2022; en tanto, se comprometieron recursos financieros hasta el año 2025, por concepto de mantenimiento de equipos y dispositivos contemplados en el proyecto.

Unidad de Vigilancia Medioambiental

Su misión es medir y evaluar de manera periódica los niveles radiológicos ambientales naturales y artificiales presentes en el país, con especial énfasis en los sitios de emplazamiento de los reactores nucleares de investigación existentes, para estimar la dosis al público y evaluar los riesgos potenciales para la salud de la población.

Adicionalmente, presta servicios de análisis radiológico a clientes internos y externos que requieren realizar caracterizaciones radiológicas en variados tipos de muestras y matrices, entre las cuales se encuentran muestras de agua, alimentos y aditivos alimenticios, combustible alternativo, lodo y chatarras, entre otros.

En 2021, esta Unidad desarrolló sus actividades bajo tres líneas de trabajo:

- Monitoreo radiológico ambiental y estimación de dosis al público en el entorno y zona de emplazamiento de los Reactores Nucleares La Reina y Lo Aguirre (RECH-1 y RECH-2).
- Medición y evaluación radiológica de muestras ambientales.
- Servicios de Análisis Radiológico.

En relación con el primer punto, cabe destacar que el Sistema de Monitoreo Radiológico Ambiental en Línea de la Unidad está dividido en dos: la Red Nacional de Monitoreo Radiológico Ambiental, que cuenta con nueve estaciones ubicadas a lo largo de nuestro país, en: Arica, Iquique, Antofagasta, La Serena, Valparaíso, Santiago, Concepción, Temuco, Puerto Montt; mientras que la segunda es la Red CCHEN, que cuenta con diez estaciones, y se distribuye en cinco estaciones por cada Centro de Estudios Nucleares. En la tabla 11 se observa su estado operativo.

RED	NACIONAL	CCHEN LA REINA	CCHEN LO AGUIRRE
Estaciones Instaladas	9	5	5
Estaciones Operativas	7	5	3
Porcentaje de operación	78%	100%	40%

Tabla 19: Estado operativo de Redes de monitoreo Radiológico Ambiental en Línea.

De acuerdo a lo anterior la Unidad de Vigilancia Medioambiental procesó aproximadamente 57.077.666 datos de tasa de exposición para la Red Nacional de Monitoreo Radiológico Ambiental en Línea y 20.166.296 datos de tasa de exposición para la Red CCHEN de Monitoreo Radiológico Ambiental en Línea, haciendo un total de 77.243.962 datos procesados durante el año 2021.

Sobre el segundo punto, Medición y Evaluación Radiológica de Muestras Ambientales, esta Unidad, en 2021, recolectó semanalmente aerosoles, en especial ^{131}I, de acuerdo a la programación de producción informada por el Área de Radioisótopos de Reactor que se realiza en el Laboratorio de Radioquímica de Lo Aguirre y por el Laboratorio de Control de Calidad de La Reina.

La recolección se realizó en un periodo continuo de 12 horas de muestreo, utilizando un equipo de aspiración de aire de mediano flujo (10 – 50 pie^3/min), modelo HVP-4300AFC/230, utilizando un filtro de Carbón Activado (FCA) de 8”x10". Luego de la recolección los filtros son adaptados a la geometría de conteo para ser analizados mediante Espectrometría Gamma de Alta Resolución.

La cantidad total de filtros programados en 2021 fueron 104, de los cuales efectivamente se recolectaron y midieron 111. En la tabla 12 se especifica la cantidad de filtros recolectados y medidos por cada Centro de Estudios Nucleares.

FILTROS	CEN LA REINA	CEN LO AGUIRRE
Programados	52	52
Recolectados	55	56

Tabla 20: Programación y estado de cumplimiento de mediciones CEN Lo Aguirre.

Los filtros recolectados fueron mayores a los programados, debidos a solicitudes extraordinarias de las áreas productivas y de control, que experimentaron reprogramación en sus tareas quehacer.

El valor de dosis equivalente estimada para el año 2021 por incorporación de ^{131} I según Centro de Estudios Nucleares es:

- Para la persona más expuesta en el CEN La Reina el valor es de 0,046 (mSv/año), lo que equivale a un 0,44 % del valor de dosis recomendado para el público según ICRP (1mSv/año) y un 0,09 % del valor que indica la normativa chilena vigente (5mSv/año).
- Para la persona más expuesta en el CEN Lo Aguirre el valor es de 0,0024 (mSv/año), lo que equivale a un 0,20 % del valor de dosis recomendado para el público según ICRP (1mSv/año) y un 0 % del valor que indica la normativa chilena vigente (5mSv/año).

Finalmente, en relación con los Servicios de Análisis Radiológicos, la Unidad de Vigilancia Medioambiental prestó los siguientes servicios:

- Análisis por espectrometría gamma de alta resolución en alimentos, aditivos alimenticios y productos como requisito comercial para exportación.
- Análisis de agua según NCh - 409/1Of.2005 por criterios para elementos radiactivos para empresas pesqueras y de alimentos entre otras.
- Análisis radiológico de diversos productos como combustible alternativo, lodos y chatarra a solicitud de empresas nacionales.

- Análisis radiológico de frotis para pruebas de fuga en equipos de gammagrafía industrial y soluciones correspondientes a test de inmersión de fuentes radiactivas selladas (braquiterapia).
- Caracterización radiológica a diversas muestras por requerimiento de secciones y laboratorios pertenecientes a CCHEN.

Clientes externos

La cartera 2021 de esta unidad estuvo compuesta por 43 clientes del área de alimentos.

CLIENTES EXTERNOS AÑO 2021
ACEROS AZA S.A.
AGRÍCOLA SAN JOSÉ DE PERALILLO S.A.
ALFA CHILENA SA
ALGAS MARINAS SA ALGAMAR
AMA TIME
ANÁLISIS AMBIENTALES SA
AQUAGESTION SA
ARLAVAN S.A.
AVENATOP SA
BIODIVERSA SA
CESMEC SA
CIAL ALIMENTOS SA
COLÚN LTDA.
CORTHORN QUALITY (CHILE) SA
DICTUC SA
DITZLER CHILE LTDA.
DUAS RODAS CHILE SPA
EMBOTELLADORA Y COMERC. AGUAS SANTA AMALIA SA
EMPRESAS CAROZZI S.A.
EUROFINS TESTING CHILE S.A.
EXTRACTOS NATURALES GELYMAR SA
INDUSTRIAS PRODUCTOS ALIMENTICIOS SA
INTERTEK CALEB BRETT CHILE SA
INVERSIONES E INDUSTRIAS VALLE VERDE SA
LABORATORIO DE ANÁLISIS Y DE SERVICIOS AVANZADOS SPA
MALTEXCO SA
MEDICIONES GEOLEC DE CHILE SPA
MOLINO PUENTE ALTO S.A.
NESTLÉ CHILE SA
OIL TEST INTERNATIONAL DE CHILE SA
PROCESADORA RENGO SPA.
PROLESUR S.A

QUALITY LAB
QUIMAT SPA
RR WINE LTDA
S.G.S. CHILE LTDA.
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO
SILOB LABORATORIO PUERTO MONTT LTDA.
SOC. COM. JOSÉ MARÍN ANTONIN Y CIA. LTDA.
ST. ANDREWS SMOKY DELICACIES
UC CHRISTUS SERVICIOS CLÍNICOS SPA
VIÑA CONCHA Y TORO SA
WATT´S SA

Tabla 21: Clientes Externos UVM durante el año 2021.

En 2021, la Unidad realizó 449 análisis, de acuerdo al siguiente detalle:

ANÁLISIS RADIOLÓGICO	CANTIDAD DE MUESTRAS
Norma Chilena para Agua Potable (NCh409/1)	268
Muestras de frotis y test de hermeticidad	33
Caracterización radiológica	18
Certificación	84
Sr-90	46

Tabla 22: Análisis solicitado a la UVM durante el año 2021.

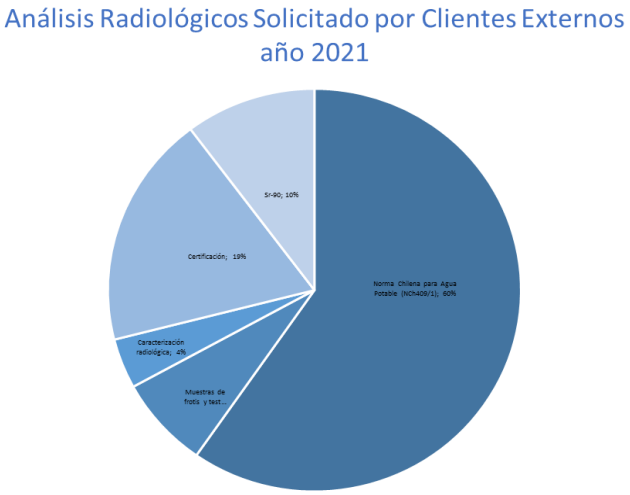


Gráfico 9: Distribución de análisis solicitados a UVM durante el año 2021.

Clientes Internos

Durante el año 2021, esta Unidad realizó 98 análisis radiológicos por espectrometría gamma de alta resolución, los que fueron solicitados por clientes internos, de acuerdo a tabla 16.

CLIENTE INTERNO	CANTIDAD DE MUESTRAS
Sección Gestión Ambiental (SEGESAM)	4
Sección Irradiaciones (PIM)	3
Sección Gestión de Desechos Radioactivos (SEGEDRA)	2
Departamento de Materiales Nucleares (DMN)	5
Departamento de Reactores (RECH-1)	12
Sección Vigilancia Radiológica Ambiental – Emergencia (SEVRA-Monitoreo Ambiental)	72

Tabla 23: Clientes Internos de la UVM durante el año 2021.

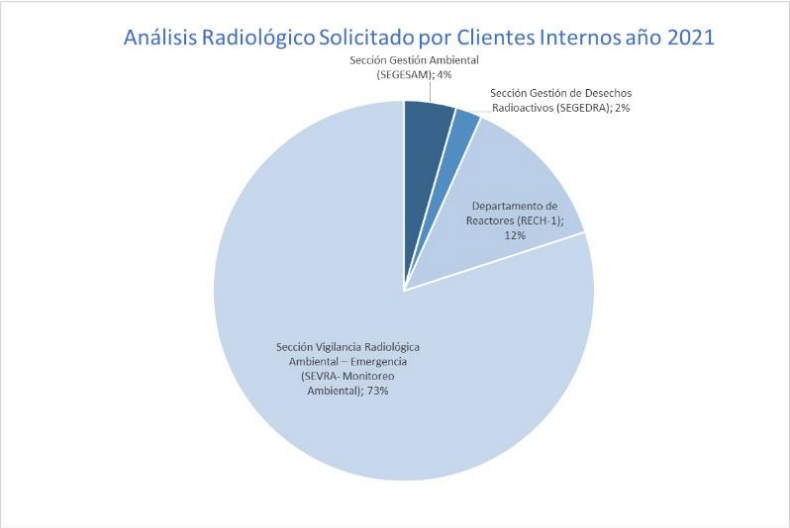


Gráfico 10: Detalle de Análisis Solicitados por Clientes Internos a UVM año 2021.

Ingresos

La meta de ingresos de 2021 para esta Unidad fue de $70.000.00. Finalmente, alcanzó un 112% de cumplimiento, de acuerdo a lo que se informa en la siguiente tabla.

CONTROL INGRESOS AÑO 2021			
MES	**INGRESO PREVISTO**	**INGRESO REAL**	**ESTADO DE CUMPLIMIENTO**
Enero	$ 7.053.214	-	0 %
Febrero	$ 4.510.602	-	0 %
Marzo	$ 4.483.516	$ 4.704.700	105 %
Abril	$ 6.353.177	$ 9.881.700	156 %
Mayo	$ 3.726.287	$ 6.368.800	171 %
Junio	$ 6.077.295	$ 10.347.000	170 %
Julio	$ 5.042.403	$ 4.125.900	82 %
Agosto	$ 6.001.073	$ 4.233.600	71 %
Septiembre	$ 5.887.156	$ 13.452.040	228 %
Octubre	$ 3.948.764	$ 9.462.200	240 %
Noviembre	$ 13.182.555	$ 3.195.600	24 %
Diciembre	$ 3.290.955	$ 12.133.100	369 %
Total de ingresos	$ 69.556.997	$ 77.904.640	112 %

Tabla 24: Ingreso Mensual SEVRA año 2021.

Nota: Durante los meses de enero y febrero no se reportaron ingresos, dado que el laboratorio no estuvo operativo por problemas derivados de Remodelación realizada durante el mes de diciembre de 2020.

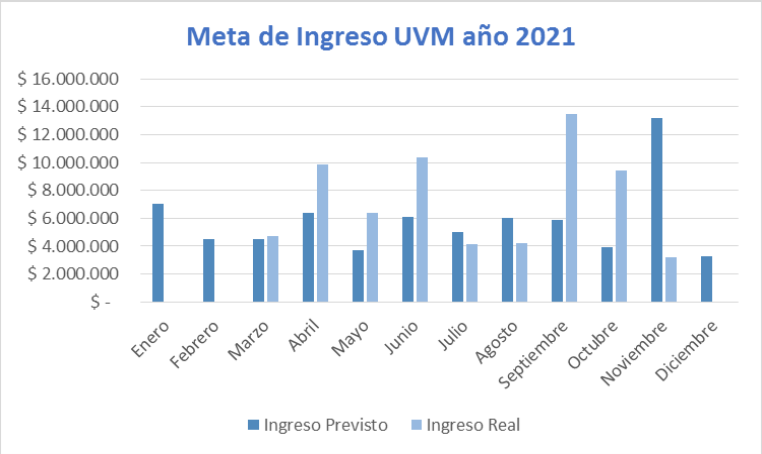


Gráfico 11: Resumen de ingresos de UVM año 2021.

Hechos relevantes

- El 11 de enero de 2021, por Resolución Exenta de Asesoría Jurídica N°003/2021, se crea el Comité de Seguridad de la CCHEN, donde la Sección Vigilancia Radiológica Ambiental es convocada a formar parte como miembro activo.

- Los Servicios de Análisis Radiológicos de carácter interno y externo fueron suspendidos entre diciembre de 2020 y febrero de 2021, por trabajos de remodelación del laboratorio de conteo de la UVM.
- En 2021 se trabajó junto al Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la homologación del formato de los archivos XML de reportes para IRMIS.

Emergencias Nucleares y/o Radiológicas

Hechos relevantes

- Fortalecimiento de las actividades de preparación ante emergencias internas de la CCHEN.

- Durante la pandemia se mantuvo la estructura de preparación y respuesta ante emergencias de la CCHEN, principalmente a través de la actualización de roles y funciones internas, para continuar fortaleciendo la coordinación durante algún evento.

- Coordinación con el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres para el Transporte de Cobalto-60.

  En junio de 2021, el Área de Emergencias integró el equipo que participó en el transporte de cuatro fuentes de Cobalto-60, importadas desde Argentina, por la Planta de Irradiación Multipropósito (PIM) de la División de Producción y Servicios. Lideró la coordinación con las distintas organizaciones del Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED), y además coordinó y apoyó en terreno con la supervisión del cumplimiento de medidas de emergencias y seguridad física necesarias para el transporte de las fuentes y la custodia de las mismas hasta su instalación en la PIM.

  La actividad se realizó en coordinación con la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI) y sus direcciones de la Región Metropolitana y Valparaíso, además de otras instituciones, como: la Unidad de Pasos Fronterizos del Ministerio del Interior, Aduanas, Ministerio de Transporte, Ministerio de Salud, Ministerio de Relaciones Exteriores, Carabineros de Chile, PDI, Bomberos y Autopistas. Además, se elaboró un Plan de Contingencia específico entre CCHEN y ONEMI, para esta importante actividad.

Imagen 13: equipo que participó en operación del transporte de cobalto.

- Atención de Emergencias Radiológicas en terreno

En la tabla 21 se presentan los eventos notificados directa o indirectamente al Oficial de Protección Radiológica en Alerta (OPRA) o a los coordinadores de Emergencia, y que requirieron de acciones por parte de la CCHEN.

FECHA	RECEPCIÓN DE NOTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE EVENTO
30.01.2021	Coordinador de Emergencia CCHEN	Un equipo de rayos X de la sección Hemodinamia del Hospital San Borja Arriarán resultó afectado por las llamas, producto de un incendio declarado en el hospital. La información fue recibida desde la Seremi de Energía, que solicitó la intervención de la CCHEN. Las primeras informaciones eran poco específicas, dado que solo se sabía que existía algún tipo de instalación radiactiva afectada. Dado lo anterior, la coordinadora de Emergencia CCHEN alertó al OPRA y al equipo de emergencias para preparar el despliegue en terreno. La unidad regulatoria verificó que no había presencia de instalaciones radiactivas bajo control CCHEN en el hospital. Finalmente, el equipo de competencia de la Seremi de Salud de la Región Metropolitana aclaró que el equipo afectado era uno de rayos X, con lo que se descarta riesgo radiológico, por no contener fuente radiactiva y estar ya destruido.

10.02.2021	Oficial de Protección Radiológica en Alerta	Vía telefónica, el OPRA recibió notificación de una persona de la empresa UVICCSA, indicando la pérdida de su Densímetro Nuclear en la comuna de Freirina, Región Atacama, lo que ocurrió mientras la empresa realizaba trabajos de construcción de camino. La persona indicó haber tomado contacto con el Seremi, vía mail.
19.05.2021	Oficial de Protección Radiológica en Alerta (OPRA-1)	Vía telefónica, se recibió notificación desde CAT-ONEMI de la Región de la Araucanía, informando accidente de tránsito en carretera de entrada a Chillán, que involucró el transporte de densímetro nuclear. Al momento del llamado informa que la situación estaba controlada y que había presencia de Carabineros y que Bomberos (Hazmat de Pitrufquén) se dirigían al lugar, no entregando más información acerca del evento ni del equipo afectado. El OPRA 1 informa que debe ser contactado el SEREMI de la región correspondiente para la atención de la emergencia radiológica.
16.06.2021	Oficial de Protección Radiológica en Alerta	Empresa Constructora APIA SPA, ubicada en la comuna de Padre Las Casas informa que un densímetro nuclear cae en la ruta desde un vehículo, ya que se abre la tapa del pickup. El conductor se dio cuenta al llegar a su base, por lo que proceden a buscarlo. Se dio aviso a Carabineros de Freire y Quepe. Al momento de la notificación, aún no ha sido encontrado.
25.11.2021	Oficial de Protección Radiológica en Alerta (OPRA-1)	Vía telefónica, se recibió notificación desde un particular, indicando que tuvo en su poder un densímetro nuclear, que no lo requiere por no tener la documentación y autorización correspondiente, e intenta devolverlo a la persona que se lo había proporcionado, situación que no es aceptada por esta última. Informa que el densímetro está en un domicilio de Temuco. OPRA 1 le indica que debe dar aviso inmediato a la Seremi de Salud de la Región de la Araucanía y proporcionarle todos los datos de la situación y del densímetro.
1.12.2021	CENCO de Carabineros	Según información proporcionada por CENCO de Carabineros se reporta accidente de tránsito en la localidad de Mañihuales, Ruta 7 Norte. El vehículo accidentado transportaría un densímetro nuclear en una maleta de protección. Producto de esto, se activó ABC en Puerto Aysén y por protocolo se activa a la Autoridad Sanitaria, quienes envían al lugar una unidad de materiales peligrosos, también desde Puerto Aysén, distante a 58 km. del lugar del accidente. Para este caso, se reenvió información recibida desde ONEMI, relacionada con este accidente. Este tipo de equipo, está bajo control regulatorio, de la SEREMI de Salud correspondiente.

Tabla 25: Eventos notificados al OPRA-CCHEN o coordinadores/as de Emergencia CCHEN.

- Avances Mesa de Trabajo Tripartita Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI, Ministerio de Salud y CCHEN) para Elaborar Plan Nacional de Emergencias por Variable de Riesgo Radiológico. Se completó el conjunto de propuestas técnicas aportadas por la CCHEN para el Plan Nacional de Emergencias por Variable de Riesgo Radiológico, en el marco de la CONSER. Este proceso de revisión concluyó con una misión de experto, financiada por el OIEA. El equipo CCHEN, con dedicación al tema, estuvo constituido por los dos integrantes de la Sección Emergencias y Seguridad Física y un profesional de la División de Seguridad Nuclear y Radiológica. Con las recomendaciones proporcionadas por el experto, se espera concluir este trabajo en el primer semestre de 2022.

- Propuesta de Nuevo Protocolo Tripartito de Coordinación para Emergencias por Robo, Hurto u Otros Actos Ilícitos que afecten a instalaciones bajo control regulatorio CCHEN.
  Se completó suministro de información técnica y legal por parte de la CCHEN a ONEMI para la formalización de un Protocolo Tripartito de Comunicación entre CCHEN, ONEMI y Fiscalía, solicitado por CCHEN, producto de lecciones identificadas en el incidente radiológico asociado al robo de ocho equipos de radiografía industrial, ocurrido en abril de 2020 en Talcahuano.

- Capacitación a Primeros Respondedores en Emergencia y Oficiales de Primera Línea.
  A través de actividades de cooperación mutua entre organizaciones de la CONSER y en el marco del SINAPRED (ex Sistema Nacional de Protección Civil), la CCHEN impartió esta capacitación:

TIPO ENTRENAMIENTO	ORGANIZACIÓN BENEFICIARIA	FECHA	PERSONAL CAPACITADO	MODALIDAD	DOCENTES
Primera respuesta para Oficiales de primera línea (FLO), e Instructores de FLO, incluye manejo de equipos detectores específicos. (Seguimiento. Etapa Proyecto para el Fortalecimiento de Fronteras-OIEA, CCHEN-Aduanas, Carabineros)	Carabineros de Chile, Personal de Fronteras OS-3, Zona Norte.	06 y 07 Diciembre de 2021	5	Presencial en CEN Lo Aguirre, reentrenamiento de personal instructor, búsqueda de fuentes y ensayos. Preparación instructores para entrega de equipos a personal de fronteras-Zona norte.	Ulises Padilla, Walter Velásquez María José Yáñez

Tabla 26: Capacitación a Primeros Respondedores Dictada por la UPRO, año 2021.

- Participación en los Ejercicios Conv-Ex vía Online y Actualización Sistemas de Información de Emergencia del OIEA.

  Como parte de las actividades habituales de preparación ante emergencias, esta Unidad coordinó la participación del equipo de emergencias CCHEN en dos ejercicios de preparación ante emergencias de la serie Conv-Ex (ejercicios de la Convención de Pronta Notificación de Accidentes Nucleares), que incluyen la resolución de los escenarios de emergencia planteados en el marco de ejercicios en tiempo real, partiendo por la activación de cada ejercicio realizada a cualquier hora, en modalidad 24/7, activación recibida a través del turno de Operador de CAS de la Unidad Seguridad Física.

  Además, el área de emergencias actualiza, permanentemente, el Sistema de Información ante Emergencias (EPRIMS) del OIEA, y distribuye las notificaciones de carácter internacional de incidentes o emergencias radiológicas, que sean de interés para usuarios de instalaciones CCHEN o a nivel nacional.

Continuidad operativa

1. Ejercicio del Rol CCHEN en la Secretaría Ejecutiva de la CONSER

Este trabajo, en 2021, decidió adaptarse a la contingencia, por lo que las reuniones de la CONSER se realizaron de manera online. El objetivo se centró en la finalización del Plan Nacional de Emergencia Radiológica.

También, se ha consolidado en la CONSER la generación y revisión permanente de una Base de Datos Nacional de Incidentes Radiológicos (BADNIR), a partir de la información contenida en las notificaciones R2, R24 y R360 emanadas de los organismos reguladores cuando ocurre un incidente, una emergencia o una potencial emergencia radiológica. Esta información es compartida en las reuniones de la CONSER, para ampliar la discusión y proponer acciones preventivas.

2. Convenio de Colaboración entre la CCHEN y CONAF (Para Reforzamiento de los Planes De Emergencia Internos CCHEN)

El convenio de colaboración entre la CCHEN y CONAF, suscrito en 2020, para apoyo mutuo ante situaciones de emergencia forestal, continuó con actividades de levantamiento de riesgo de incendio forestales en ambos Centros Nucleares, los que gatillaron acciones preventivas por parte de la CCHEN, tendientes, principalmente, a fortalecer los cortafuegos.

3. Función Coordinación, Enlace y Supervisión de Emergencias Radiológicas Externas

El Equipo de Respuesta ante Emergencias de la CCHEN es un equipo técnico, constituido por profesionales especialistas en seguridad radiológica y física y en aspectos comunicacionales, que se activan secuencialmente, según el tipo y la magnitud del incidente o emergencia de que se trate, y cuya notificación se recibe, en su mayoría, a través del teléfono del turno de OPRA.

4. Notificaciones de Incidentes Radiológicos desde la CCHEN hacia el Ministerio de Energía (Decreto N°278/2019 del Ministerio de Energía)

Se logró la plena operatividad del Protocolo de Comunicación y Entrega de Información ante Incidentes Radiológicos, establecido mediante Decreto N° 278, del 29 de octubre de 2019, del Ministerio de Energía.

5. Notificaciones hacia el Sistema Nacional de Protección Civil y Puntos Focales de la CONSER

Los incidentes radiológicos informados a la CCHEN, a través de los números de emergencia OPRA-1 y OPRA-2, asociados a instalaciones bajo el control regulatorio ejercido por la CCHEN, además de la notificación al Ministerio de Energía, originan la notificación del incidente hacia el Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC) para su amplia distribución a nivel regional y nacional, según Listado de Distribución del CAT-Nacional y Puntos Focales de la CONSER (Comisión de Seguridad en Emergencia Radiológica), que reúne a todas las organizaciones que podrían intervenir. En 2021, dado que no hubo emergencias de competencia de la CCHEN, no hubo notificaciones. No obstante, se mantuvo la virtuosa coordinación en el marco de esta organización.

6. Membresía en el Comité de Protección Civil de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel

En 2021, dado que la instalación del Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre es considerada infraestructura crítica en la Región Metropolitana, se mantuvo la participación activa en estas reuniones, con representantes del área de emergencias CCHEN, además del Jefe del Plan de Emergencias de ese Centro Nuclear. Las reuniones de este Comité fueron bajo modalidad online y presenciales.

7. Mesa del Reglamento Sanitario Internacional (RSI)

Se mantuvo la participación en esta Mesa de Trabajo liderada por el Centro Nacional de Enlace (CNE) del Ministerio de Salud, cuyo foco en 2021 también estuvo concentrado en asuntos asociados a la emergencia por COVID-19.

RESPONSABILIDADES INTERNACIONALES

Aportes al Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares

A nivel nacional, mantuvimos la gestión de la operación y mantención de las cuatro estaciones que conforman el Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) de ensayos de armas nucleares, como también del Centro Nacional de Datos, que recopila la información del sistema.

La información recopilada es puesta a disposición de investigadores/as y organizaciones relacionadas con el quehacer científico en diferentes dominios.

Las estaciones, que utilizan sensores con tecnología de infrasonido, hidroacústica, sísmica y radionúclidos, se ubican en Rapa Nui, Juan Fernández, Punta Arenas y Limón Verde (Calama).

Hitos 2021

- Chile se sumó al Acuerdo de Alerta de Tsunami que impulsa la Organización del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (CTBTO) y UNESCO para proveer un sistema eficaz de alerta ante estos desastres. Ello nos permitirá acceder a información de otras estaciones del mundo, que monitorean aguas y suelos, mediante nuestro Centro Nacional de Datos.

- Para dar a conocer la estructura y actividades realizadas en el marco del Tratado, desarrollamos un sitio web informativo, finalizado en 2020, y disponible en este enlace: www.ndc-ctbt.cl.

Gestión de la Cooperación Técnica

- **Marco Programático Nacional (MPN) para la cooperación técnica internacional en el área nuclear**

  Este instrumento sirve como referencia para priorizar las actividades del Programa Nacional de Cooperación Técnica del período 2020-2025, siendo el principal mecanismo por el cual el OIEA ayuda a los países a crear, fortalecer y mantener las capacidades humanas e institucionales para el uso pacífico y seguro de la ciencia y tecnología nucleares.

  El documento vigente enmarca las prioridades del período 2020-2025:

  → Cambio climático
  → Seguridad física y tecnológica, nuclear y radiológica
  → Establecimiento de una autoridad reguladora independiente
  → Control de plagas a través de TIE (Técnica Insecto Estéril)
  → Optimización de uso de agroquímicos en la producción silvoagrícola
  → Adaptación de especies vegetales (agrícolas y forestales) al cambio climático
  → Trazabilidad y autenticidad: Fraude y origen alimentario
  → Seguridad alimentaria
  → Evaluación y monitoreo nutricional
  → Diagnóstico y tratamiento del cáncer
  → Evaluación y manejo de recursos hídricos
  → Manejo de ambientes marinos y costeros
  → Contaminación en aire, agua y suelo
  → Utilización del RECH-1
  → Gestión del conocimiento nuclear, este último como tema transversal.

Hitos 2021

- **Convocatoria de propuestas de proyectos para el ciclo 2022-2023**
  La cartera nacional está compuesta por cinco proyectos nacionales. Durante el 2021, las contrapartes de los proyectos seleccionados completaron la etapa de diseño. Los proyectos y los presupuestos asignados fueron ratificados y aprobados por la Junta de Gobernadores del OIEA en diciembre de 2021. La Oficina Nacional de Enlace se encargó de gestionar los trámites administrativos para que los proyectos puedan comenzar su implementación en el 2022.

- **Ejecución del ciclo de proyectos 2020-2021**
  Durante 2021, continuó la implementación de los cuatro proyectos nacionales que fueron aprobados para el ciclo de cooperación técnica 2020-2021. Debido a la pandemia, parte de las actividades indicadas en los planes de trabajo tuvieron que ser ajustadas. Es así como algunas becas y visitas científicas programadas originalmente para 2020, tendrán lugar en 2022.

  Los proyectos nacionales aprobados, son los siguientes:

  → Adaptación y productividad de especies forestales ante el cambio climático.
  → Diagnóstico de patologías renales en niños.
  → Fortalecimiento de capacidades humanas en ciencias y tecnologías de las aplicaciones.

GESTIÓN CORPORATIVA

1. Planes y Proyectos de Mejoras y Modernización

Durante 2021, la institución continuó avanzando en los siguientes planes y proyectos de mejoras y modernización:

1.1. Plan de Mejoramiento de Infraestructura

El objetivo de este plan es mejorar los espacios físicos y los ambientes de trabajo de las tres sedes de la institución, lo que no solamente conlleva a mejorar las condiciones del lugar de trabajo, sino además a la prevención de los riesgos asociados al deterioro de las instalaciones. Es así como en el período se ejecutaron 32 trabajos y obras civiles:

SEDE	#	ITEM
Centro de Estudios Nucleares La Reina	**1**	Instalación de cuerda de vida
	2	Mejora de captación de agua para red húmeda
	3	Colocación de piso vinílico servicios generales
	4	Arreglo baño mujeres Cruz Coke
	5	Habilitación y mejora de pasamanos
	6	Pintura borde de peldaños de escaleras
	7	Mantenimiento y limpieza de techumbres
	8	Mampara de pabellón de química
	9	Remodelación de DISNR
	10	Pintura en SEGEDRA La Reina
	11	Nueva oficina en bodega central
	12	Proyecto de nueva Kitchenette en biblioteca y vidrio
	13	Puertas para bodegas
	14	Remodelación de baños dosimetría
Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre		**Cocina Casino LoA**
	15	Nuevas bandejas eléctricas perimetrales
	16	Cambio de luminarias
	17	Pintura cielos
	18	Revisión sistema de extracción
	19	Limpieza cámaras
	20	Nuevo tramo de tubería de agua potable LoA
	21	Reparación asfalto entrada centro nuclear
		Planta Piloto (mantenimiento 6 baños)
	22	Cambio de artefactos y grifería pendientes

	23	Instalación piso oficinas PEC
	24	Reparación pavimento y colocación de epóxico PEC
	25	Evaluación de sistema de parlantes
	26	Nuevo Laboratorio de Radioquímica
	27	Obras menores PIM
Sede Amunátegui	**28**	Reparación de Chillers
	29	Reparación Fan coil Amunátegui
	30	Compra de termos eléctricos
	31	Certificación de gases
	32	Certificación de ascensores

Tabla 27: Mejoras implementadas en los centros nucleares en 2021.

1.2. Proyecto de Modernización Oficina de Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales

El objetivo de este proyecto es fortalecer nuestra integración y la de instituciones nacionales en el ámbito de la cooperación técnica internacional del área nuclear. Para ello se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Inicio estrategia de vinculación. Se revisaron y analizaron los convenios y acuerdos vigentes en el área nuclear, y de aquellos que podrían ser potenciados.
- Creación de base de datos. Se realizó un levantamiento de información, cursos, talleres, reuniones, visitas y misiones de experto realizadas en Chile desde 2018, y que contaron con el apoyo de la Comisión.
- Creación de base de datos para visualizar los equipos y la tecnología que se ha recibido en el marco del Programa de Cooperación Técnica del OIEA.
- Actualización de procedimientos y formularios, y creación de una guía explicativa sobre los procesos relativos a comisiones de servicio en el extranjero.

1.3. Indicadores de Niveles de Servicios

Para establecer estándares de cumplimiento de diversos servicios internos/externos y de gestión administrativa, se establecieron indicadores, cuyos resultados se ilustran en el siguiente cuadro:

	INDICADOR	FÓRMULA	RESULTADO		META	CUMPLE
1	Porcentaje de solicitudes con respuesta y cierre en el plazo	(Total de solicitudes con respuesta y cierre en el plazo a solicitudes / Total de solicitudes)*100	951 1498	63,5 %	90%	NO
2			1450	100%	90%	SI

	Porcentaje de solicitudes de soporte informático, excepto SAP, con respuesta y cierre en el plazo	(Total de solicitudes de soporte informático, excepto SAP, con respuesta y cierre en el plazo / Total de solicitudes de soporte informático, excepto SAP)*100	1450			
3	Porcentaje de solicitudes de soporte informático SAP, con respuesta y cierre en el plazo	(Total de solicitudes de soporte informático SAP, con respuesta y cierre en el plazo / Total de solicitudes de soporte informático SAP)*100	112 112	100%	90%	SI
4	Porcentaje de solicitudes de clientes en el portal de trámites digitales con respuesta y cierre en el plazo	(Total de solicitudes de clientes en el portal de trámites digitales con respuesta y cierre en el plazo / Total de solicitudes de clientes en el portal de trámites digitales)*100	23 23	100%	90%	SI
5	Porcentaje de licitaciones con 2 o menos oferentes	(Total de licitaciones con dos o menos oferentes / Total de licitaciones) *100	55 94	58,5 %	70%	SI
6	Porcentaje de solicitudes de compra canceladas en SAP	(Total de solicitudes de compra canceladas en SAP / Total de solicitudes de compra creadas en SAP) *100	112 824	13,5 %	20%	SI
7	Porcentaje de órdenes de compra recepcionadas en bodega	(Total de órdenes de compra recepcionadas en Bodega / Total de órdenes de compra enviadas por la CCHEN a través de Mercado Público) *100	650 661	98,3 %	80%	SI
8	Porcentaje de Facturas recepcionadas en el plazo	(Total de facturas recepcionadas en el plazo / Total de facturas recepcionadas) *100	648 650	99,7 %	90%	SI
9	Porcentaje de Facturas devengadas	(Total de facturas devengadas originadas por solicitudes de compra en SAP / Total facturas recibidas correctamente por la CCHEN cuyo origen sean solicitudes de compra originadas en SAP) *100	792 856	92,5 %	100%	SI
10	Promedio anual del porcentaje de disponibilidad mensual de los sistemas de continuidad operacional	(Sumatoria del porcentaje de disponibilidad mensual de los sistemas de continuidad operacional / Total de meses en operación) *100	13 13	100 %	90%	SI
11			1		90%	SI

	Porcentaje de solicitudes de respuesta a emergencias en instalaciones críticas con respuesta y cierre en el plazo	(Total de solicitudes de respuesta a emergencias en instalaciones críticas, con respuesta y cierre en el plazo / Total de solicitudes)*100	1	100 %		
12	Porcentaje de hallazgos, no conformidades y/o reclamos cerrados en e-calidad.	(Total de Hallazgos, No conformidades y/o Reclamos cerrados en e-Calidad/ Total de Hallazgos, No Conformidades y/o Reclamos ingresados en e-Calidad)*100	5 40	13%	90%	NO
13	Porcentaje de cobranza por facturas emitidas a clientes	(Sumatoria de ingresos cobrados por facturas emitidas a clientes/Total de ingresos facturados a clientes) *100 Valores expresados en millones*	1.867,6 2.571,8	73%	85%	NO
14	Porcentaje de facturas de proveedores pagadas dentro de 30 días	(Total de Facturas de proveedores pagadas dentro de 30 días / Total de Facturas de proveedores recepcionadas y devengadas para pago) *100	626 630	99,4 %	95%	SI
15	Tiempo de respuesta a solicitudes de calibración de detectores realizadas y terminadas por usuarios internos y externos	(Sumatoria de solicitudes realizadas y terminadas por usuarios internos y externos en no más de 65 días/Sumatoria total de solicitudes realizadas y terminadas por usuarios internos y externos)*100	199 201	99%	90%	SI

Tabla 28: Indicadores de Niveles de Servicio.

Ingeniería y mantenimiento de Infraestructura

Actividades de continuidad

Resumen de trabajos de mantenimiento ejecutados en 2021:

- Cambio de Piso Acceso Servicios Generales CEN La Reina
- Pintura y Mantención de redes IDR CEN La Reina
- Construcción de Oficina Interior en Bodegas
- Instalación de Puerta Radiobiología Vegetal DIAN
- Instalación de Puerta Sanitaria Laboratorio Tecnologías Experimentales DIAN
- Instalación de Puerta Sanitaria Bodega Reactivos DIAN
- Reparación y reinstalación de mampara aluminio
- Remodelación Laboratorio Radioquímica (Obras civiles)
- Reparación y limpieza Piscina de Captación de agua
- Trazado de Ductos Campanas Laboratorios de la Unidad de Vigilancia Medioambiental (UVM), CEN La Reina
- Actualización Sistema Alarmas Contra Incendio remodelación Oficinas DSNR
- Cambio Piso Sala de Guantes PEC CEN Lo Aguirre
- Reposición Red Agua Potable CEN Lo Aguirre
- Cambio de Piso Oficinas y Hall PEC CEN Lo Aguirre
- Instalación de Container PIM CEN Lo Aguirre

Actividades de proyectos, bases y especificaciones técnicas en 2021:

- Primera Solicitud de Remodelación Laboratorio LIDERA CEN La Reina
- Primera Solicitud de Remodelación Laboratorio LAAN CEN La Reina
- Erradicación Palomas Galpón Plasma CEN La Reina
- Licitación Mantención Ventanas Sede Amunátegui
- Obras De Mitigación Plaga Palomas Gimnasio CEN La Reina
- Mantención Correctiva Cerco Perimetral CEN La Reina y CEN Lo Aguirre
- Instalación de Concertina en Almacén de Desechos CEN Lo Aguirre
- Obras De Mitigación Plaga Palomas Gimnasio- Documentos elaborados en espera
- Elaboración Documentación Técnica Certificación Calificación de Aire Laboratorio Liofilizados, CEN La Reina
- Certificación de Calderas Sede La Reina

Actividades en relación a Propuestas de Proyectos en 2021:

- Propuesta proyecto y estimación de costos para nuevo Laboratorio Banco de Tejidos - Minsal

- Propuesta de Proyecto y estimación de costos para postulación proyecto FONDEQUIP DIAN (Remodelación Bioterio).

Proyectos de Electrónica e instrumentación año 2021:

- Fabricación de sistema de fraccionamiento automatizado para nuevas celdas Comecer
- Fabricación e instalación de sistema de monitoreo remoto para nuevo Almacén de Desechos en el CEN Lo Aguirre
- Renovación de los tableros de control del sistema de extracción de aire de RECH-1
- Diseño y fabricación del primer prototipo de preamplificador de carga para detectores de H3, utilizados para la espectroscopía de neutrones
- Instalación y configuración de nuevo sistema de monitoreo radiológico en Ciclotrón

N° de actividades de mantención preventiva planificadas y de actividades concretadas, año 2021:

- Contrato de Mantenimiento Alarmas Contra Incendio (12 actividades programadas y ejecutadas en el año)
- Contrato de Mantenimiento Aire Acondicionado CCHEN (12 actividades programadas y ejecutadas en el año)
- Contrato de Mantenimiento HVAC Ciclotrón (4 actividades programadas y ejecutadas en el año)
- Contrato de Mantenimiento Ascensores y Montacargas (36 actividades programadas y ejecutadas en el año)
- Contrato de Mantenimiento Laboratorios Control de Calidad y Liofilizado (3 actividades programadas y ejecutadas en el año)

Resumen de actividades de mantenimiento de instalaciones críticas, año 2021:

- Mantención instalaciones RECH 1: módulos electrónicos de control y medición, detectores ambientales, sistemas de ventilación
- Mantención correctiva Ciclotrón: detectores de radiación, UPS
- Mantención Laboratorio Control de Calidad: detectores de radiación, sistema de ventilación
- Mantención correctiva Laboratorio Liofilizado: Alumbrado, selladora, sistema de ventilación
- Mantención Dosimetría: Equipos de lectura dosimétrica TLD, purificadores de aire, UPS
- Mantención correctiva equipos LMRI: detectores de radiación
- Mantención Instalaciones LPRI–LA: instalación sistemas de ventilación, alumbrado, emergencia
- Mantención PIM: sistemas de control
- Mantención PEC: generador eléctrico, equipos, alumbrado

En 2021, el 78% de las actividades de talleres se dedicaron a trabajos de mantenimiento.

N° de requerimientos de ingeniería, año 2021: 1.231 solicitudes, de las cuales 956 corresponden a solicitudes de talleres y 275 a solicitudes de ingeniería.

Tecnologías de la Información y Comunicaciones

Hito 2021

1. Digitalizamos 15 trámites institucionales que forman parte del Registro Nacional de Trámites (https://tramites.gob.cl/), lo que representa el cumplimiento del 100% de la meta año 2021, en este ámbito. Los trámites digitalizados son los siguientes:

   - Autorización especial para trabajar en instalaciones radiactivas de primera categoría.
   - Autorización de cierre temporal o definitivo de instalaciones radiactivas de primera categoría.
   - Informes dosimétricos.
   - Autorización de operación para instalaciones radiactivas de primera categoría.
   - Ingreso de consultas, sugerencias, felicitaciones y reclamos.
   - Licencia de construcción para instalaciones especiales, tales como reactores y unidades críticas o subcríticas.
   - Autorización de transporte de material radiactivo.
   - Producción y venta de radioisótopos.
   - Autorización de importación y exportación de material radiactivo o equipos generadores de radiaciones ionizantes.
   - Solicitar autorización de construcción para instalaciones radiactivas.
   - Venta y recambio de dosímetros.
   - Autorización transferencia de material radiactivo o equipos generadores de radiaciones ionizantes.
   - Autorización para la realización de cualquier acto jurídico que diga relación con el litio extraído sus concentrados, derivados y compuestos. Particularmente la venta de litio.
   - Licencia de operación para instalaciones especiales, como reactores y unidades críticas o subcríticas.
   - Autorización para operadores de reactores nucleares de investigación.

2. Informatización OPENSOURCE: Mediante este proyecto se incorporó tecnologías de información en algunos procesos de la institución, tanto de la línea Opensource como aplicativos internos de costo cero en el uso de licencias. De esta manera, se evaluaron y utilizaron de manera exitosa tecnologías Opensource, como es el caso de la plataforma promovida por el gobierno denominada SIMPLE y el uso de aplicativo de reportería asociado a SAP (Crystal Report), estos permitieron apoyar de manera adecuada las necesidades tecnológicas donde era apropiada su aplicación.

   Como parte del proyecto, se levantaron 13 requerimientos tecnológicos, asociados a las divisiones de: Seguridad Nuclear y Radiológica (DiSNR), Corporativa (DiCORP), Gestión y

Desarrollo de Personas (DiPER), y a compromisos gubernamentales institucionales (PMG trámites digitales, plataforma SUPER) que permitieron mejorar y abordar necesidades de automatización institucional en los procesos de dichas divisiones. Es relevante indicar que con este proyecto se logra una mejora cualitativa en la administración y gestión de la información, como también, el control y seguridad de los datos que cada unidad administra.

En el siguiente cuadro se expone un resumen de los desarrollos tecnológicos ejecutados:

ID	ÁREA	REQUERIMIENTO TECNOLÓGICO
1	DIPER	Sistema de remuneraciones (diseño y programación de lo requerido)
2	DIPER	Plataforma de Personal (base de datos de personal y ficha)
3	DIPER	Mejoras sistema de calificaciones
4	DIPER	Reportería Epermisos2
5	DISNR	Portal del regulador: Formularios orientados a la interacción con clientes y a la visibilidad del flujo en sus notificaciones.
6	DISNR	Plataforma DiSNR para centralización de “base de datos” del DiSNR
7	DISNR	Automatización y estandarización de formularios de autorización
8	DISNR	Mejoras e incorporación de trámites internos del DiSNR en el portal de trámites digitales institucional
9	DICORP	Aplicación informática para reportería de información de adquisiciones y procesos financieros
10	DICORP	Aplicación informática para reportería de información de sistema de cobranzas SAP
11	DICORP	Control de movimientos realizados en sistemas SRC y OCTRI
12	CCHEN (COMPROMISO SEGPRES)	Desarrollo trámite digital comprometido este año en PMG Trámites Digitales
13	CCHEN (compromiso SEGPRES)	Implementación de integración de Portal de trámites digitales institucional con Plataforma SUPER (Permisos Sectoriales)

3. En el marco de un Convenio de Desempeño Colectivo, el proyecto DOC-CCHEN, para dar continuidad al flujo de trabajo proveniente de DOC Digital, se implementa un Gestor Documental interno, el cual se encuentra disponible desde enero de 2021.

4. Se ha dado cumplimiento al Reporte Obligatorio de Incidentes, en el marco del instructivo presidencial de Ciberseguridad (https://www.ciberseguridad.gob.cl/), que mandata a instituciones públicas a reportar dichos incidentes, indicando respuesta y solución, todo esto a través del Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

5. Se renueva el servicio de CLOUD con HUAWEI, con el fin de incrementar la disponibilidad de la plataforma se servidores, aumentando la migración y puesta en operación de servidores en CLOUD. Esto dado que el proveedor cumple con los requisitos técnicos y la calidad del servicio.

6. Uso de la plataforma transaccional SAP B1: en 2021 se habilitaron los usuarios financieros y se crearon los procesos de modernización del sistema de adquisiciones, que permitieron dar inicio al uso y explotación de la totalidad de las funcionalidades de SAP B1, completando los ciclos financieros de ventas y compras, en la plataforma. De igual modo, se continúan desarrollando mejoras en el área de reporte y gestión de indicadores relevantes para cada área.

Actividades de continuidad

1. A nivel interno, atendimos 1.585 solicitudes (13,62% menos que en 2020), con un tiempo promedio de respuesta de 1,87 días (25,5% más que el 2020).

2. Porcentaje de tiempos de disponibilidad de los servidores: SAP: 98,36% (6 incidentes, 6 días), otros Servidores: 97,53% (7 incidentes, 9 días).

Auditoría

A través de esta área, nos ocupamos de proveer un servicio de aseguramiento y consulta que nos permita cumplir nuestros objetivos, a partir de un enfoque sistémico y disciplinado. Lo anterior, mediante una constante evaluación y mejoramiento de la eficacia, eficiencia y economía de los procesos de gestión de riesgos, control y gobierno.

Hitos 2021

- Cumplimiento del Plan Anual de Auditoría Interna 2021.
- En diciembre de 2021, se formalizó la incorporación de la CCHEN como parte de las instituciones piloto en la implementación del SAI – Sistema de Auditoría Interna, provisto por la Contraloría General de la República, consistente en un Gestor Documental que permitirá registrar y monitorear el desarrollo de las auditorías que se ejecuten desde 2022.
- A partir del Reporte Trimestral del período octubre-diciembre 2021, se incorporó el uso de la plataforma SER (Sistema de envío de Reportes), provisto por el CAIGG (Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno), que facilitará la tramitación, consolidación y despacho de los reportes trimestrales sobre materias de probidad y austeridad en el uso de los recursos públicos, requeridos a instancias del Instructivo Presidencial N°002/2019.

Actividades de continuidad

- En relación al cumplimiento de los Objetivos Gubernamentales de Auditoría Interna, se auditaron los siguientes procesos: Compras Públicas 2021 (Noviembre 2021); Sistema de Control Interno de Organizaciones Gubernamentales, basado en el Marco Integrado de Control Interno COSO III, versión 2013 (Septiembre 2021); Proceso de Gestión de Riesgos Institucional 2021 (Abril 2021); Operaciones Financiero – Contables 2021 (Noviembre 2021); primera auditoría al cumplimiento de obligaciones del artículo 2° quáter de la Ley N°21.131 en el Sector Público, Ley de Pronto Pago (Febrero 2021); y segunda auditoría al cumplimiento de obligaciones del artículo 2° quáter de la Ley N°21.131 en el Sector Público, Ley de Pronto Pago (Octubre 2021).
- En relación al cumplimiento de los Objetivos Ministeriales de Auditoría Interna, se auditaron los siguientes procesos: Gestión y Recuperación de Licencias Médicas (diciembre 2021).
- En relación al cumplimiento de los Objetivos Institucionales de Auditoría Interna, se auditaron los siguientes procesos: Administración de Bodega Central, Provisión de Insumos DIPS, Gestión de Contrato del Servicio de Aseo Institucional.
- En relación al cumplimiento de Actividades de Seguimiento y Rutinarias asignadas al rol de auditoría interna, se realizaron las siguientes acciones: seguimiento de compromisos pendientes de auditoría procesos de compras de 2020 (DT N°102/2018); control interno institucional de 2020 (DT N°103/2018); materias financiero – contables de 2020 (DT N°106/2018), gestión de riesgos de 2020 (DT N°105/2018); actualización del Plan Estratégico Unidad de Auditoría (DT N°

83/2015); verificación del cumplimiento de los convenios de desempeño colectivo 2020, previo a su revisión por parte de Auditoría Ministerial, revisión, análisis y consolidación de la información necesaria para que el Director Ejecutivo suscriba la Certificación en Origen que cada año debe presentar ante el Ministro/a de Energía; reporte al Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno, sobre avance en la ejecución del Plan Anual de Auditoría; reporte semanal para el Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno sobre Quiebres de Control Institucional e Informes de Contraloría General de la República; revisión y certificación de los estados financieros del servicio de Bienestar.

Adquisiciones y Gestión Eficiente

Hitos 2021

- **Proyecto de Modernización del Sistema de Adquisiciones**
  Se ha dado cumplimiento al 95% de las actividades comprometidas. El objetivo es modernizar el sistema de adquisiciones a través de un proceso eficiente, informatizado y automatizado, con enfoque en la visibilidad del proceso, trazable en cada etapa que se encuentre la gestión de compras y que facilite la gestión y coordinación de cada uno de los roles involucrados en el proceso. Para ello, la arquitectura del proceso se ha construido a partir de la metodología BPMN, de modo de detectar aquellas actividades y etapas que no agregan valor y al mismo tiempo optimizar el flujo de trabajo.

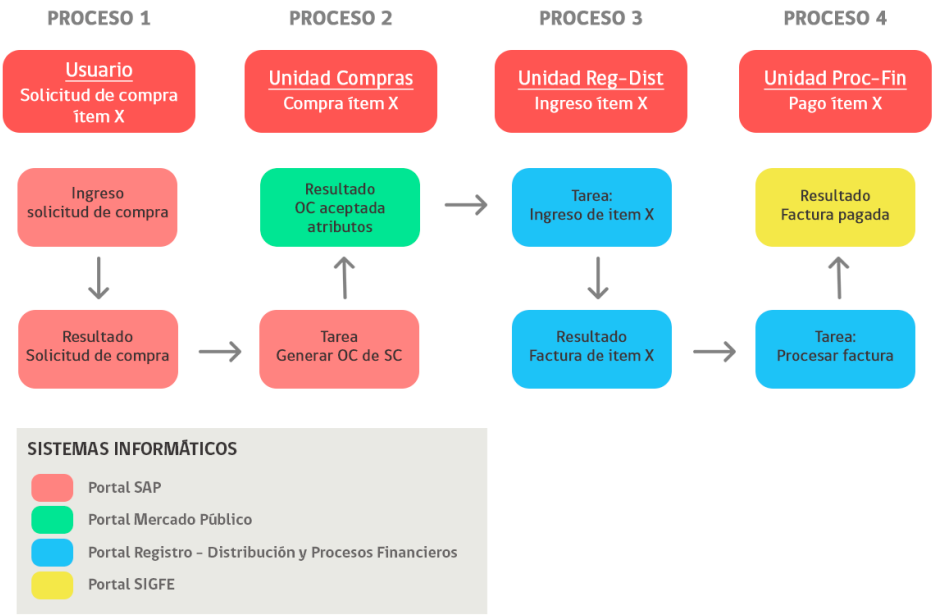


Diagrama 1: Diagrama Lógico de Funcionamiento del Sistema.

En el período, destaca la elaboración del diseño e implementación de los dashboard en SAP para implementar las tareas de cada integrante de los procesos involucrados en el Sistema de Adquisiciones y mejoramiento de la Plataforma de consulta y reportabilidad de Adquisiciones y Procesos Financieros. Además, se incorporó el gestor documental KARDEX para tramitación de factura de proveedores y control efectivo de su proceso de devengo y pago.

- **Índice de eficiencia energética**

Sobre el indicador de índice de eficiencia energética, que mide el consumo de energía del período en evaluación, respecto del total de superficie en metros cuadrados disponibles, el resultado obtenido en 2021 es: 77,31kWh/m2, que corresponde a la medición de energía de 2.139.155,54 kWh sobre 27.670 m2 del total de instalaciones de la CCHEN. Este indicador, en 2020, arrojó un resultado de 82,46 kWh/m2, por lo tanto, se obtuvo una rebaja de 5,15kWh por metro cuadrado.

- **Desarrollo e implementación de un sistema de gestión transversal de bodegas**
  Se trata de una plataforma tecnológica para gestionar el proceso de recepción, transferencia, solicitudes y almacenamiento. De este modo, se diseñó e implementó el sistema SIBOD para la gestión de bodegas, donde se incorporaron los roles de administrador/a, encargado/a, jefaturas y usuarios/as, para modelar las autorizaciones de movimiento de bodegas y se integró la recepción de artículos desde SAP B1. También, se capacitó a todos/as los/as funcionarios/as que intervendrán en la operación del sistema. Con este proyecto se logró incorporar, en la institución, un sistema de administración de bodegas, informatizado y con procesos sistematizados, metodológicos y transversales, que permite visibilidad y trazabilidad a las existencias disponibles, ofreciendo un mejor rendimiento a las compras y control de los activos que forman parte del inventario contable.

- **Programa Desarrollo e implementación Sistema de Disponibilidad/Sostenibilidad de activos tecnológicos**
  Este programa permite dar disponibilidad y sostenibilidad al funcionamiento del patrimonio técnico de la institución, permitiendo,además, mejoras a la gestión del mantenimiento, pues permite vislumbrar necesidades de capacitación de los/as profesionales que se desempeñarán en el equipo de soporte, brindando la oportunidad de mantener nuestros sistemas y equipos funcionando durante la operación y cuando sea requerido. En el período se realizó el levantamiento de la información disponible de activos técnicos, así como el análisis, metodologías y programa de capacitaciones requeridas para continuar con el trabajo de conformar un equipo de soporte, al interior del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento.

Planificación y Control de la Gestión

Administrar el proceso de planificación y control de gestión institucional, implica identificar los factores que intervienen en su ámbito de desempeño, así como las desviaciones que permiten a la Dirección Ejecutiva de la CCHEN adoptar las medidas preventivas y correctivas para el mejoramiento de las actividades. También considera gestionar, a nivel macro, el presupuesto institucional de acuerdo a las líneas de acción establecidas por la Alta Dirección.

Hitos 2021

- **Cumplimiento del 100% de los hitos comprometidos en el indicador del Convenio de Desempeño Colectivo "Programa Modelos de Madurez de Iniciativas Institucionales"**
  Los modelos de madurez de los procesos institucionales buscan establecer criterios observables del avance de la consolidación de marcos de trabajo y prácticas organizacionales seleccionadas. Los hitos comprometidos fueron un plan de trabajo y la implementación de acciones que incluyeron el análisis de marcos de trabajo y prácticas institucionales, evaluación de modelos genéricos de madurez, una propuesta e implementación de guías de trabajo para aplicación de modelos y reporte final.

Actividades de continuidad

- **Ejecución del Presupuesto**

  En 2021 se nos asignó un presupuesto de 12.318 millones de pesos. El aporte institucional al presupuesto fue de 2.508 millones de pesos por concepto de ventas de productos y servicios, siendo otras fuentes de financiamiento las cuentas corrientes por un monto de 2.344 millones de pesos, rentas de la propiedad por un monto de 372 millones de pesos, otros ingresos corrientes por un monto de 377 millones de pesos y un aporte fiscal de 6.717 millones de pesos.

  Cabe señalar, que nuestro presupuesto institucional se complementa con otros fondos provenientes de fuentes de financiamiento de la cooperación internacional. Nuestra ejecución del gasto alcanzó el 99%.

- **Cumplimiento de los compromisos institucionales**
  En cuanto a los Convenios de Desempeño Colectivo (CDC) se colaboró en la obtención institucional del cumplimiento del 100% de metas en los CDC 2021, 100% de los Compromisos con el Ministerio de Ciencias del Convenio 2021 con esta Institución, y se reportó el 100% de cumplimiento de los PMG (Programa de Mejoramiento de la Gestión).

- **Proyecto de Habilitación de Planta de Producción de Radioisótopos**
  Se realizó la formulación Proyecto de Habilitación de Planta de Producción de Radioisótopos, el cual será sometido a evaluación del Ministerio de Desarrollo Social. El objetivo del proyecto es habilitar la Planta de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos, que permita mejorar los sistemas de la planta, como el manejo de aire a una condición que permita dar satisfacción a los requerimientos de productos inyectables, específicamente, el radionucleido 99mTc.

Vinculación e Integración con la Sociedad

Una de las tareas que concentra la CCHEN es la de fomentar una opinión pública informada sobre los usos pacíficos de la energía nuclear y respecto de la contribución de valor público de la Comisión al desarrollo socio-económico nacional, destacando sus atributos de competencia, responsabilidad social y vocación de servicio público, para fortalecer su capital de imagen, confianza y credibilidad, que facilite el desarrollo de su proyecto institucional.

En esa línea, el quehacer del área de Comunicación Corporativa se concentró en los siguientes focos:

Gestión de medios

Alcanzamos 30 apariciones en medios, destacando: litio (18), regulación/autorizaciones (4), divulgación/educación (3), proyectos (3), temas corporativos (2).

- **Medios digitales**

  En cuanto a nuestra presencia de la CCHEN en redes sociales, cabe destacar:

  Facebook:
  - Pasamos de 1879 a 2175 nuevos/as seguidores/as, lo que significa que ganamos 296 seguidores/as en el periodo (-41% respecto de 2020).
  - 253 nuevos/as usuarios/as marcaron "Me gusta" a nuestro fanpage, con lo que pasamos de 1743 a 1996 "Me gusta" (-41% respecto de 2020).
  - Generamos 162 publicaciones (-31% respecto de 2020).
  - Obtuvimos un alcance total de 101.745 cuentas (-46% respecto de 2020).

  Twitter:
  - Pasamos de 4033 seguidores/as a 4228, es decir, ganamos 195 seguidores/as (-43% respecto de 2020).
  - Realizamos 480 publicaciones (+31% respecto de 2020).
  - Obtuvimos un alcance total de 414,5K (-41% respecto de 2020).

  Instagram:
  - Pasamos de 1817 seguidores/as a 2189 (-25% respecto de 2020).
  - Realizamos 60 publicaciones (-60% respecto de 2020).
  - Conseguimos 42.422 impresiones totales (-59% respecto de 2020).

  LinkedIn:
  - Pasamos de 2551 a 2940 seguidores/as (-23% respecto de 2020).

- Realizamos 106 publicaciones (+0,4% respecto de 2020).
- Logramos 67.945 impresiones (-24% respecto de 2020).

Consultas del público a través de las redes sociales

- En Facebook recibimos, entre mensajes públicos y privados, 26 preguntas. El 73% fue respondido directamente, y 6 de ellos se canalizaron vía OIRS, donde se entregó la respuesta.
- En Twitter recibimos 15 consultas públicas, ninguna privada. De ellas se respondió el 67%. Una se envió a la OIRS, para generar la respuesta por esa vía.
- En Instagram se recibieron 13 preguntas públicas y privadas, donde el 80% fue respondida. El 10% se derivó a la OIRS para su correspondiente respuesta.
- En LinkedIn solamente se recibió una consulta, que fue respondida por esa misma vía.

Divulgación y educación

- En materia de educación, se realizó en junio de 2021, una charla denominada "Usos y Aplicaciones de la Energía Nuclear en Chile: 57 años de desafíos", a estudiantes de la Escuela de Recursos Naturales del DUOC UC.

- En septiembre, se realizó una charla sobre el quehacer de la CCHEN y sus actividades de I+D a alumnos/as de la carrera de Física de la Universidad Andrés Bello, con motivo de la Semana de la Ciencia de dicha casa de estudios.

- El cortometraje "Luciana y los Galletones Mágicos", desarrollado junto a Fundación Planetario de la Universidad de Santiago de Chile, fue visto por 1.410 personas en funciones presenciales del Planetario, las que disminuyeron en el período debido al cierre de funciones presenciales, producto de las restricciones sanitarias. Sin embargo, en el canal de Youtube del Planetario también se encuentra publicada esta producción (formatos FullHR y VR), que contó en 2021 con 4.416 visualizaciones. Este cortometraje también está disponible en el canal YouTube CCHEN, donde cuenta con 107 visitas y 1.232 reproducciones en el periodo.

Actividades de difusión de la I+D

ACTIVIDAD / TÍTULO DE LA EXPOSICIÓN	CONFERENCIA / LUGAR	EXPOSITOR(A) / PARTICIPANTE
Webinar "Radio-hormesis y Mutación / El potencial de la radiación ionizante para mejorar la adaptabilidad de especies vegetales"	CCHEN	Dr. Daniel Villegas.
Webinar "Tecnologías Nucleares para mejorar la adaptabilidad de especies vegetales frente al cambio climático"	Taller OIEA - INFOR - CCHEN	Dra. Adriana Nario Sra. Patricia Sotomayor
Charla "Uso de técnicas nucleares en agricultura"	Alumnado de 5° año de Ciencias Biológicas y Biotecnología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile	Dr. Daniel Villegas
Lanzamiento publicación "Inducción de Mutaciones: Estado del Conocimiento en el Mejoramiento de Plantas en América Latina y el Caribe", en el marco del proyecto ARCAL RLA5068	YouTube	Dra. Adriana Nario.
Seminario "Usos de la radiación ionizante para el fortalecimiento de una apicultura sustentable"	Seminario Rutas de las Abejas de Patagonia verde	Dr. Enrique Mejías
Entrevista / Radiaciones ionizantes en Chile y el rol de la mujer en lo nuclear	Radio USACH	Dr. Adriana Nario
Workshop "Uso de la Mutagénesis en Fitomejoramiento"	México	Sra. Doris Ly Dr. Daniel Villegas
Seminario "Rutas de las Abejas / Usos de la radiación ionizante para el fortalecimiento de una apicultura sustentable"	Zoom	Dr. Enrique Mejías
Nota web "Día mundial de las abejas 2021"	Pauta CCHEN	Dr. Enrique Mejías
Nota web "El mundo celebra a la abeja"	Mujer Dínamo	Dr. Enrique Mejías
Nota prensa "Este jueves es el día mundial de las abejas"	Diario La Nación	Dr. Enrique Mejías
Nota prensa "Agentes indispensables para la biodiversidad"	Radio Cooperativa	Dr. Enrique Mejías
Charla "Geología médica"	Facultad de Ciencias Médicas de la Salud de la Universidad Central	Dra. Ana Valdés

Seminario “Radio-hormesis en semillas de Eucalyptus nitens, en seminario organizado por el Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMYT) de la UNA”	Seminario Latinoamericano Mejora de Cultivos por Mutaciones de Universidad Nacional de Asunción (UNA)	Dr. Daniel Villegas
Congreso “Una mirada de las mieles chilenas respecto de los estándares de calidad”	RXXII Congreso Gremial y Técnico de la Red Apícola Nacional (virtual)	Dr. Enrique Mejías
Webinar “Radio-hormesis y Mutación, el potencial de la radiación ionizante para mejorar la adaptabilidad de especies vegetales”	CCHEN	Dr. Daniel Villegas
Seminario “Proceso de elaboración de la Ley Marco de Suelo y el desafío legislativo para el Congreso Nacional”	Sala de Sesiones del Edificio Senado Santiago	Dra. Ana Valdés
Congreso “Una mirada de las mieles chilenas respecto de los estándares de calidad”	XXII Congreso Gremial y Técnico de la RAN F.G.	Dr. Enrique Mejías
Artículo “Científicos chilenos desarrollan tecnología más eficiente para poner en órbita satélites pequeños”	Diario El Mercurio	Dr. Leopoldo Soto
Participación en programa “La Ciencia del Futuro”	Radio Futuro	Dr. Leopoldo Soto
Nota prensa “Micropulsadores de plasma para satélites”	Mega y diario El Mercurio	Dr. Leopoldo Soto
23° Conferencia y 29° Simposio de Energía Pulsada (PPC) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) sobre Ingeniería de Fusión (SOPE)	Simposio de Energía Pulsada (PPC) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) sobre Ingeniería de Fusión (SOPE)	Dr. Gonzalo Avaria Dr. Jalaj Jain Dr. José Moreno Dr. Cristian Pavez Dr. Leopoldo Soto
Seminario “Condiciones prácticas para la observación del fenómeno de difracción”	CCHEN	Sr. Leonardo Herrera Dr. Leopoldo Soto
Webinar “Propiedad Intelectual en Ciencias Nucleares”	WiN Chile	Dra. Mirtha Ríos
Webinar “Efecto de radiaciones pulsadas en materia viva”	CCHEN	Dr. Leopoldo Soto
Reunión “Desarrollo sostenible: una mirada y acciones desde la física latinoamericana'' del Centro Latinoamericano de Física”		Dr. Luis Huerta
Webinar “Nuestro Sistema I+D”	CCHEN	Dr. Leopoldo Soto Dr. Luis Huerta Sr. Jaime Salas Kurte

Webinar "El combustible nuclear es verde fluorescente"	WiN Chile	Dra. María José Inestrosa
Charla "Aportes al desarrollo de Energías Renovables desde lo público: caso CCHEN"	Conversatorio Energías renovables ¿cuándo estarán en mi casa?	Dr. Julio Urzúa
Charla "Aportes al desarrollo de Energías Renovables desde lo público"	Conversatorio Festival de la Ciencia 2021 "La crisis energética y el acceso real a las energías renovables"	Dr. Julio Urzúa
Nota en programa "Planeta Futuro"	MEGA	Sr. Peter Fleming

Tabla 29: Actividades de difusión en materias relacionadas con I+D.

Acceso a la información pública

- **Cumplimiento de la Ley 20.285 - Transparencia en la Gestión Pública**

  En 2021, recibimos 58 solicitudes de acceso a la información pública (SAIP), de las cuales un 84% fueron respondidas en un plazo igual o menor a los 15 días hábiles.

- **Cumplimiento de la Ley 19.880 - Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC)**

  Entre enero y diciembre de 2021, recibimos 2011 solicitudes que fueron procesadas a través del Sistema Integral de Atención Ciudadana (SIAC).

  El servicio de bibliotecas de la CCHEN fue el espacio más utilizado, seguido por el correo electrónico y el buzón virtual. No hubo solicitudes por teléfono ni tampoco por mesón.

  Consultan más hombres que mujeres y la mayor parte de ellos son profesionales, personas sin actividad, estudiantes universitarios, otros, empleados, estudiantes post título y, finalmente, seguido por estudiantes de media, básica y dueñas de casa, las edades de las personas que más consultan fluctúan entre los 19 y 70 años.

  La gran mayoría de las solicitudes son de la Región Metropolitana, Valparaíso, Antofagasta, Araucanía, seguida por otras regiones del país con un rango mínimo de consultas, ellas corresponden a consultas, peticiones, felicitaciones, reclamos y otros. La biblioteca es el servicio más consultado, actividades de la CCHEN, productos y servicios, cursos de protección radiológica y, finalmente, temas relacionados con las visitas guiadas.

  En 2021 se recepcionaron cuatro reclamos referidos a diferentes áreas de la CCHEN:

	BIBLIOTECA	BUZÓN VIRTUAL	CORREO ELECTRÓNICO	MESÓN	FONO	TOTAL
ENERO	148	8	10	0	0	166
FEBRERO	130	5	10	0	0	145
MARZO	162	4	5	0	0	171
ABRIL	166	8	31	0	0	205
MAYO	153	6	21	0	0	180
JUNIO	156	3	21	0	0	180
JULIO	149	4	27	0	0	180
AGOSTO	155	3	22	0	0	180
SEPTIEMBRE	140	3	12	0	0	155
OCTUBRE	158	0	6	0	0	164
NOVIEMBRE	134	2	6	0	0	142
DICIEMBRE	127	6	10	0	0	143
TOTAL	**1778**	**52**	**181**	**0**	**0**	**2011**

Solicitudes ciudadanas mensuales desglosadas por espacio de atención

Biblioteca

MESES	N° DE SOLICITUDES
Enero	148
Febrero	130
Marzo	162
Abril	166
Mayo	153
Junio	156
Julio	149
Agosto	155
Septiembre	140
Octubre	158
Noviembre	134
Diciembre	127

Buzón Virtual

MESES	N° DE SOLICITUDES
Enero	8
Febrero	5
Marzo	4
Abril	8
Mayo	6

Junio	3
Julio	4
Agosto	3
Septiembre	3
Octubre	0
Noviembre	2
Diciembre	6

Correo Electrónico

MESES	N° DE SOLICITUDES
Enero	10
Febrero	10
Marzo	5
Abril	31
Mayo	21
Junio	21
Julio	27
Agosto	22
Septiembre	12
Octubre	6
Noviembre	6
Diciembre	10

Solicitudes ciudadanas desglosadas por género del usuario/a

MESES	N° DE SOLICITUDES	%
Femenino	638	31,7%
Masculino	1302	64,7%
Sin género	71	3,5%
Total	**2011**	**100%**

Solicitudes ciudadanas desglosadas por grupo etario de usuario/a

EDAD	N° DE SOLICITUDES	%
Entre 0-18 años	0	0%
Entre 19-25 años	85	4,2%
Entre 26-30 años	524	26,1%
Entre 31-35 años	610	30,3%
Entre 36-40 años	242	12%
Entre 41-45 años	23	1,1%
Entre 46-50 años	144	7,2%
Entre 51-55 años	343	17,1%
Entre 56-60 años	37	1,8%
Entre 61-65 años	1	0%
Entre 66-70 años	2	0,1%
Entre 71-75 años	0	0%
Más de 75 años	0	0%
Sin edad	0	0%
Total	**2011**	**100%**

Solicitudes ciudadanas desglosadas por actividad del usuario/a

ACTIVIDAD	N° DE SOLICITUDES	%
Dueña de casa	0	0%
Empleado/a	36	1,8%
Estudiante básica	0	0%
Estudiante media	0	0%
Estudiante postítulo	3	0,1%
Estudiante universitario	118	5,9%
Otra	95	4,7%
Profesional	1311	65,2%
Sin actividad	448	22,3%
Total	**2011**	**100%**

Solicitudes ciudadanas desglosadas por Región

UBICACIÓN	N° DE SOLICITUDES	%
Fuera de Chile	16	0,8%
Aysén	1	0%
Antofagasta	5	0,2%
Araucanía	5	0,2%
Arica y Parinacota	3	0,1%
Atacama	1	0%
Biobío	2	0,1%
Coquimbo	2	0,1%
Los Lagos	2	0,1%
Los Ríos	1	0%
Magallanes y la Antártica Chilena	1	0%
Maule	1	0%
Metropolitana	1958	97,4%
O´Higgins	2	0,1%
Tarapacá	0	0%
Valparaíso	11	0,5%
Sin región	0	0%
Total solicitudes	**2011**	**100%**

Solicitudes ciudadanas desglosadas por tipo de solicitud

TIPO SOLICITUD	N° DE SOLICITUDES	%
Consulta	1970	98%
Felicitaciones	5	0,2%
Opinión	0	0%
Otro	1	0%
Petición	31	1,5%
Reclamo	4	0,2%
Sugerencia	0	0%
Total solicitudes	**2011**	**100%**

Solicitudes ciudadanas desglosadas por temas

TEMAS	N° DE SOLICITUDES	%
Actividades CCHEN	118	5,9%
Cuenta Pública 2011	0	0%
Cursos de Radioprotección	8	0,4%
Energía Nucleoeléctrica	0	0%
Física y química nuclear	0	0%
Otros temas	72	3,6%
Productos y servicios	37	1,8%
Servicios bibliotecarios	1774	88,2%
Usos y aplicaciones pacíficas de la energía nuclear	0	0%
Visita instalaciones	2	0,1%
Total solicitudes	**2011**	**100%**

Participación Ciudadana

- **Consejo de la Sociedad Civil (COSOC)**

Desde la perspectiva de la participación de la comunidad, nuestro COSOC reúne a organizaciones vecinales, de la academia, organizaciones gremiales y organizaciones medioambientales y de desarrollo, aportando así su experiencia y conocimiento a nuestros ámbitos de acción.

Las organizaciones que componen el actual COSOC son:

→ Organizaciones vecinales: Junta de vecinos 14 Reina Alta (La Reina), Junta de vecinos C-15 Santa Rosa de Apoquindo y Junta de vecinos C-5 Los Descubridores (Las Condes), Junta de vecinos Lomas de Lo Aguirre y Comité Operativo de Emergencia Rural (Pudahuel).

→ Academia: Universidad Bernardo O'Higgins, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), Sociedad Chilena de Física (SOCHIFI).

→ Gremios: Colegio de Tecnólogos Médicos de Chile A.G., Colegio de Ingenieros de Chile A.G. y Sociedad de Física Médica Chilena (SOFIMECH).

→ Organizaciones medioambientales o de desarrollo: Centro de Información sobre Energía Nuclear de Chile (CIEN Chile), Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS Chile) y Bomberos de Chile.

En 2021, nuestro Consejo de la Sociedad Civil sesionó en dos oportunidades. La primera, el 19 de mayo, con motivo de la presentación de los contenidos de la cuenta pública y la segunda, el 15 de diciembre, para exponer el presupuesto CCHEN 2022.

- **Cuenta Pública Participativa**

  La Cuenta Pública Participativa de la Institución se realizó el lunes 31 de mayo de 2021, oportunidad en la cual se puso a disposición del público un video que dio cuenta de los principales hitos institucionales. En ese marco, recibimos dos consultas con un total de 13 preguntas, todas relacionadas al área de salud humana.

Otras actividades

El equipo de la Oficina Asesora de Comunicación Corporativa también participó apoyando el quehacer de las distintas unidades de la Institución. Algunas de estas actividades son:

- **Coordinación III Simposio Lanent sobre educación, capacitación y gestión del conocimiento**
  Se ha participado, desde el año 2021, en una serie de reuniones de coordinación del simposio internacional, a realizarse en julio de 2022. En esta instancia, la CCHEN es patrocinadora.
  Participan: Rosamel Muñoz, Gustavo Venegas y Rommy Casanueva.

- **Transporte de combustibles entre los centros nucleares y transporte carga de cobalto**
  Comunicadores de la oficina participaron en la organización de estas actividades en los meses de abril y junio, en los temas que les competen respecto de la comunicación de riesgos.
  Participan: Rosamel Muñoz, Rommy Casanueva, Gustavo Venegas y Gonzalo Morgado.

- **Aniversarios PEC y RECH-1**
  Comunicadores de la oficina participaron, en los temas que les competen, en la coordinación y generación de piezas comunicacionales, para los aniversarios anuales de la PEC y el RECH-1.
  Participan: Rommy Casanueva, Gonzalo Morgado y Gustavo Venegas.

Comisión Chilena de Energía Nuclear

Ministerio de Energía

Gobierno de Chile

CIERRE MEMORIA INSTITUCIONAL
Comisión Chilena de Energía Nuclear

Damos término a la síntesis de las principales actividades realizadas por nuestra institución en 2021 que, esperamos, da cuenta de nuestro compromiso de contribuir en cada una de nuestras actividades con valor público e impacto en la sociedad, a través del ejercicio responsable y eficiente de nuestras funciones, con dedicación, seguridad, calidad e innovación al servicio del país.

Como siempre, manifestamos toda la disposición a recibir consultas y sugerencias sobre nuestro quehacer, como asimismo atender sus solicitudes de colaboración en los ámbitos de nuestras competencias, y que pudieren ser útiles en las diversas iniciativas que apunten al bienestar de las personas y al desarrollo del país, tanto desde el sector público como del privado.

GLOSARIO

ADP	: Alta Dirección Pública
CAIGG	: Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno
CDC	: Convenio de Desempeño Colectivo
CEFNEN	: Centro de Física Nuclear y Espectroscopia de Neutrones
CEN	: Centro de Estudios Nucleares
CINAS	: Centro de Investigaciones Nucleares Para Aplicaciones en Salud y Biomedicina
Co-60	: Cobalto 60
CS-137	: Cesio 137
CTBTO	: Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares
CTNEV	: Centro de Tecnologías Nucleares en Ecosistemas Vulnerables
DIAN	: División de Investigación y Aplicaciones Nucleares
DICORP	: División Corporativa
DIPER	: División de Gestión y Desarrollo de Personas
DIPS	: División de Producción y Servicios
DISNR	: División de Seguridad Nuclear y Radiológica
18 F	: Flúor 18
I-131	: yodo 131
I+D	: Investigación y Desarrollo
INIS	: Sistema Internacional de Información Nuclear
LCQF	: Laboratorio de Caracterización Químico Físico
LCQC	: Laboratorio de Caracterización Químico Convencional
LAAN	: Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica
LIA	: Laboratorio de Isótopos Ambientales
LIDERA	: Laboratorio de I+D en Radiofarmacia
METS	: Centro de Materiales para la Transición y Sostenibilidad Energética
MINSAL	: Ministerio de Salud
NCh	: Norma Chilena
OPR	: Oficial de Protección Radiológica
OPRA	: Oficial de Protección Radiológica en Alerta
P^2mc	: Centro de Investigación en la Intersección de Física de Plasmas y Complejidad
PEC	: Planta de Elementos Combustibles
PIM	: Planta de Irradiación Multipropósito
RECH-1	: Reactor Experimental Chileno Número 1
RRIAN	: Red de Bibliotecas del Área Nuclear de América Latina y el Caribe
RSI	: Reglamento Sanitario Internacional
SIAC	: Sistema de Información y de Atención Ciudadana
SIBOD	: Sistema de Bodegas
SEGEDRA	: Sección de Gestión de Desechos Radiactivos
SENAPRED	: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres

Sr-90	: Estroncio 90
SEVRA	: Sección de Vigilancia Radiológica Ambiental
Tc 99m	: Tecnecio 99 metaestable
TOE	: Trabajador Ocupacionalmente Expuesto
UVM	: Unidad de Vigilancia Medioambiental