

MEMORIA ANUAL

Comisión Chilena de
Energía Nuclear

2017



INTRODUCCIÓN

La Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) fue creada el 16 de abril de 1964, bajo el nombre de Comisión Nacional de Energía Nuclear. En 1965, la Ley N° 16.319 dio origen a la actual Comisión Chilena de Energía Nuclear, a través de la cual dio continuidad legal al modelo antecesor.

Su misión es ejercer el rol de institución pública, fomentando y desarrollando la investigación, el conocimiento y la provisión de productos y servicios, en el ámbito de la energía, las radiaciones ionizantes, las tecnologías nucleares y afines; además de normar y fiscalizar su uso pacífico y seguro para la sociedad y el medio ambiente.

Asimismo, protege radiológicamente a las personas y al medio ambiente, mediante monitoreo, vigilancia y calibración de equipos. Además, gestiona los desechos radiactivos que se generan en el país y ofrece capacitación en el área radiológica. Dada la diversidad de tareas que desarrolla, su alcance impacta en áreas como salud, industria, minería, agricultura, alimentos y medio ambiente.

Para cumplir con sus funciones, la Institución es dirigida y administrada por un Consejo Directivo, designado por su S.E. el Presidente de la República y por un Director Ejecutivo, seleccionado a través del Sistema de Alta Dirección Pública.

Ad portas de cumplir 54 años, la Comisión Chilena de Energía Nuclear vive hoy un proceso de modernización y fortalecimiento institucional participativo, con miras a focalizar y mejorar sus capacidades, junto con aumentar su eficiencia y eficacia en el uso de recursos públicos.

Esto último ha permitido mejorar la calidad y oportunidad en la entrega de los productos y servicios que ofrece a sus usuarios, incrementando, de manera paulatina, en los últimos períodos sus ingresos operacionales propios, y aumentando los niveles de productividad y seguridad en sus operaciones.

Estas mejoras han sido parte de un proceso que conllevó renovar la misión y visión de la Comisión, junto con desarrollar un plan estratégico de tecnologías nucleares y radiológicas para el país, con un horizonte de 10 años, y un plan de inversiones a cinco años con miras a fortalecer sus capacidades tecnológicas.

De este modo, la CCHEN se certificó como Centro de Investigación y Desarrollo, al alero de la Ley de Incentivo Tributario a la I+D y se instalaron capacidades de transferencia y licenciamiento de tecnología, dando inicio a un plan de fortalecimiento de sus potencialidades de gestión en investigación, desarrollo, transferencia, difusión e innovación tecnológica, con foco en los desafíos tecnológicos nucleares y radiológicos, de acuerdo a la demanda a nivel nacional.

Asimismo, se desplegó un activo proceso de apertura y vinculación con la comunidad científica e industrial, buscando aumentar el conocimiento, la eficiencia en la extracción y el desarrollo de productos de litio para aplicaciones en el campo de la energía.

Adicionalmente, se inició un proceso de renovación de sus capacidades humanas y organizacionales, se implementaron nuevos sistemas de control y gobierno corporativo, se puso en marcha un código de ética, un sistema de integridad y mayor transparencia, y se están fortaleciendo las capacidades, procedimientos y sistemas para controlar efectivamente la extracción y comercialización de Litio.

En lo que respecta a su rol como entidad asesora en materias de nucleoelectricidad, y por mandato a través de la Política Energética 2050, durante el 2017 se ha continuado con el desarrollo de un plan de estudios requeridos para el próximo proceso de revisión de dicha política.

En cuanto a infraestructura, la Institución terminó de construir e implementar un nuevo y moderno laboratorio de patrones secundarios y un laboratorio de metrología de radiaciones ionizantes que le permite pasar a ser laboratorio de referencia para la red metrológica nacional, optimizar sus capacidades y atender mejor los requerimientos de la industria nacional en materia de calibraciones.

De igual modo, la CCHEN cuenta con una nueva planta de producción de radiofármacos y radioisótopos en el Centro Nuclear La Reina y se ha logrado obtener la primera autorización de operación en Chile como instalación farmacéutica de radionucleidos precursores, radiofármacos listos para su uso y kits reactivos, bajo el marco de buenas prácticas de manufactura, otorgado por el Instituto de Salud Pública (ISP).

En materia de seguridad nuclear y radiológica, se ha continuado con el proceso de actualización de normas y reglamentos en protección radiológica y física, transporte, gestión de desechos, además de la implementación, con apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), de misiones de expertos para revisar nuestra infraestructura regulatoria y normativa en virtud de estándares internacionales (IRRS) y para revisar las condiciones de protección radiológica operacional de las instalaciones radiológicas del país.

Por último, durante el último periodo se ha continuado fortaleciendo el trabajo realizado por la Comisión de Seguridad de Emergencias Radiológicas (Conser) y las capacidades del sistema nacional de protección civil y seguridad pública en el ámbito radiológico.

ORGÁNICA INSTITUCIONAL



DIVISIÓN CORPORATIVA

RESPONSABLE: MARCO AUSPONT GUASP

marco.auspont@cchen.cl

223646325

OBJETIVO

Mejorar la gestión de la Comisión, conduciendo sus procesos estratégicos y de apoyo, alineando y coordinando las acciones de todas las unidades de gestión para producir sinergia, asegurar la entrega efectiva de los servicios a los clientes y articular adecuadamente a la CCHEN frente a otras instituciones en Chile y en el extranjero.

PRINCIPALES LOGROS 2017

En primera instancia, en virtud del compromiso adquirido con el Ministerio de Hacienda, el porcentaje de ingresos de operación por acciones de cobranzas, respecto al total facturado en 2017, fue de un 85,7%. De ese monto se recaudó efectivamente un 86,0%, dando así cumplimiento a lo comprometido.

En términos concretos, vale destacar que se amplió el alcance del sistema de transporte de materiales irradiados, mediante entregas en nuevos puntos en la zona centro, norte y sur.

En tanto, en términos de gestión, se estableció el Sistema de Prevención del Delito y, en esa línea, se elaboró la Matriz de Alertas de Lavado de Activos, Financiamiento al Terrorismo y Delito Funcionario, con sus correspondientes controles y plan de tratamiento.

En lo que concierne a un ámbito tecnológico, la División Corporativa lideró el desarrollo de un sistema que permite visualizar en línea, 24/7, la información recopilada por la Sección de Vigilancia Radiológica Ambiental desde las nueve estaciones de monitoreo ambiental del país.

Asimismo, parte de las principales acciones de 2017 dan cuenta de la implementación de ocho nuevos controles de la NCh 27001, alcanzando con ello 107 controles de los 114 que contiene la Norma. Un punto a mencionar es que a la CCHEN solo aplican 111 controles. Este hito es fundamental, toda vez que reviste gran importancia para el Ministerio del Interior, la Subsecretaría de Telecomunicaciones y la Dirección de Presupuesto del Ministerio de Hacienda.

Cabe destacar la implementación de la plataforma SAP Business One y ERP, buscando integrar las operaciones de la Comisión y contar con un sistema que automatice los procesos desarrollados en la CCHEN.

Finalmente, solo por nombrar parte de los logros de esta División en 2017, amerita mencionar la entrega de servicios especializados en protección radiológica a empresas privadas, como CGM Nuclear, Petroquim y Gerdau Aza. Lo anterior consistió en la evaluación radiométrica de las instalaciones, para que los explotadores diseñen sus sistemas de protección radiológica.

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

Responsable: José Maldonado Osorio

jose.maldonado@cchen.cl

224702548

OBJETIVO

Gestionar el flujo financiero y registrar contable y presupuestariamente las operaciones que se realizan en la Institución, conforme a la normativa vigente. Además, entregar información contable, financiera y presupuestaria a los niveles directivos de la Comisión y a organismos externos, como el Ministerio de Energía, Ministerio de Hacienda y Contraloría General de la República.

HECHOS RELEVANTES

- En 2017, el total recaudado por concepto de Cobranzas ascendió a M\$ 2.619.549, lo que corresponde a un 87% del total adeudado por clientes a esa fecha.
- De ese total, M\$2.349.754 corresponden a la recuperación de servicios facturados en 2017 y M\$ 269.795, a facturas pendientes de años anteriores.
- El porcentaje de ingresos de operación comprometido con el Ministerio de Hacienda por acciones de cobranza, respecto al monto total facturado de ingresos de operación en 2017, fue de 85,7%, del cual se recaudó efectivamente un 86,0%, dando cumplimiento a lo comprometido.

A continuación, se presenta el estado consolidado del resultado financiero de 2016 y 2017, considerando ingresos y gastos devengados.

Ingresos y Gastos devengados 2016 – 2017

Ingresos	11.672.516	11.992.842
Transferencias corrientes		115.750
Rentas de la propiedad		223.498
Ingresos de operación	2.331.047	2.731.948
Otros ingresos corrientes	342.436	220.900
Aporte fiscal	8.673.389	8.327.397
Venta de activos no financieros	1.331	20.736
Recuperación de préstamos	324.313	352.613
		2
Gastos	12.539.069	12.297.600
Gastos en personal	8.357.262	8.051.124
Bienes y servicios de consumo	2.891.235	2.413.803
Prestaciones de seguridad social	18.772	809.801
Transferencias corrientes	25.097	53.775
Integros al fisco		43.095
Adquisición de activos no financieros	121.157	356.266
Iniciativas de inversión	205.170	175.043
Servicio de la deuda	920.376	394.693
Resultado	-866.553	-304.758

¹ La cifras están expresadas en M\$ del año 2017. El factor de actualización de las cifras del año 2016 es 1,021826.

² Durante el año 2017 se incrementaron en 17,19% los ingresos de operación de la CCHEN.

Por su parte, el resultado monetario, considerando los flujos efectivos de ingresos y gastos más el saldo de inicio de caja, es el siguiente:

**Ingresos y Gastos Efectivos año
2016 – 2017**

Ingresos	12.231.070	11.842.349
Transferencias corrientes		115.750
Rentas de la propiedad		223.497
Ingresos de operación	2.005.467	2.349.754
Otros ingresos corrientes	272.700	134.708
Aporte fiscal	8.488.127	8.327.397
Venta de activos no financieros	1.303	20.737
Recuperación de préstamos	283.574	305.463
Saldo inicial de caja	1.179.899	365.044
Gastos	11.866.026	11.711.640
Gastos en personal	8.116.824	7.862.025
Bienes y servicios de consumo	2.501.483	2.137.962
Prestaciones de seguridad social	18.731	809.801
Transferencias corrientes	24.561	53.774
Integros al fisco		43.095
Adquisición de activos no financieros	108.953	304.893
Iniciativas de inversión	195.117	105.396
Servicio de la deuda	900.717	394.693
Resultado	365.044	130.709

DEPARTAMENTO LOGÍSTICO

Responsable: Francisco Rodríguez Cavallari

francisco.rodriguez@cchen.cl

224702532

OBJETIVO

Apoyar el desempeño efectivo de las actividades de la Institución, ejecutando los procesos que permitan proveer recursos financieros, materiales u otros, incluyendo el desarrollo de los procedimientos de adquisición, distribución y gestión de inventarios y servicios generales de los diferentes centros.

Este Departamento está compuesto por la Sección de Adquisiciones y Contratos, la Sección Servicios Generales y la Sección Inventario y Activo Fijo.

HECHOS RELEVANTES

- La evaluación de proveedores, realizada por los responsables de proyectos críticos, fue de un 4.7, en un rango de 1 al 5.
- La evaluación de los clientes internos sobre la gestión de Adquisiciones y Contratos fue de un 6.3, en un rango de 1 al 7.
- La Sección Inventario y Activo Fijo realizó, junto a una empresa externa, un nuevo levantamiento del inventario institucional, de julio a octubre, registrando 293 bienes en total.

DEPARTAMENTO GESTIÓN INTEGRAL

Responsable: Herman Zárate Segovia

herman.zarate@cchen.cl

223646281

OBJETIVO

Asegurar el desarrollo, implementación y mantención de un sistema de gestión de la calidad en la Comisión, que le permita desarrollar sus actividades y procesos en forma estandarizada, trazable y satisfactoria, según los requerimientos de sus clientes internos y externos.

Este Departamento es integrado por la Sección Gestión de Calidad, la Sección Gestión Ambiental y la Sección Control de Riesgos.

HECHOS RELEVANTES

- En 2017, la Institución sometió su Sistema de Gestión de la Calidad a 19 auditorías internas (ISO 9001 e ISO 17025).
- Junto con la permanente gestión de Residuos industriales Sólidos (RISes No Peligrosos), de Residuos Peligrosos (Respel), de control de descargas líquidas y de Emisiones Atmosféricas, la CCHEN cumplió el 100% de la normativa ambiental vigente aplicable: se realizaron las declaraciones de cada permiso sectorial habilitado en Ventanilla Única (RETC), para cada establecimiento industrial registrado ante el Ministerio del Medio Ambiente, detallados a continuación:

SISTEMA SECTORIAL	TOTAL
SINADER	26
SIDREP	2
REP*	3
Declaración Jurada	2
DS 138	2
Res. 15027	2
TOTAL	21

- Se estableció el Sistema de Prevención del Delito y el Manual de Prevención del Delito.
- Se elaboró la Matriz de Alertas de Lavado de Activos, Financiamiento al Terrorismo y Delito Funcionario con sus controles concernientes y plan de tratamiento.

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

Responsable: Raúl Riquelme Rojas

raul.riquelme@cchen.cl

223646190

OBJETIVO

Proporcionar a la CCHEN las capacidades de tecnología de la información y comunicaciones para contribuir al logro de los objetivos de las unidades y procesos que conforman la Institución, y de los servicios que entrega.

El Departamento es integrado por el Área Seguridad de la Información, la Sección Proyectos Tecnológicos Informáticos, la Sección Centro de Atención al Usuario y la Sección Soporte Infraestructura y Redes.

HECHOS RELEVANTES

- Se implementaron ocho nuevos controles de la NCH 27001. Esta Norma mandata a la Administración Pública para que la información cumpla con los requisitos de disponibilidad, integridad y confidencialidad cuando corresponda. A la CCHEN le competen 107 controles de un total de 114 que contiene. A diciembre de 2017 ha cumplido el 94% de la Norma, la que se completará en un 100% al 2018.
- Se ejecutó la implementación de la plataforma SAP Business One, un software que permite integrar todas las operaciones de la Comisión.
- Se implementó ERP (Enterprise Resource Planning, por su sigla en inglés) de clase mundial, que ofrece un sistema que controla y automatiza los procesos que se desarrollan en la CCHEN. Los módulos definidos están en ambiente de testing.
- Se generaron nuevos software, entre los que destacan dos proyectos de impacto en la seguridad nuclear y radiológica:
 - **Sistema de procesamiento de información para Red Nacional de Monitoreo Radiológico Ambiental de la Sección Vigilancia Radiológica y Ambiental (Sevra):**
Se desarrolló un sistema que permite visualizar en línea, 24/7, la información recopilada por Sevra desde las nueve estaciones de monitoreo ambiental entre Arica y Puerto Montt.
 - **Proyecto Presentación Datos IRL (Internet Reactor Laboratory, por su sigla en inglés) para reactor nuclear del CEN La Reina:**
Se desarrolló un software prototipo con fines educativos, que permite visualizar y graficar información asociada a las variables de funcionamiento del reactor.
Los datos respectivos están registrados en archivos históricos. Además, se consideraron operaciones sobre gráficos que permiten realizar zoom, cambios de escala y otros.

A continuación, un ejemplo:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

Responsable:

Guillermo Parada Carvacho

Loreto Sepúlveda Valdebenito (asumió el 28/12/2017)

loreto.sepulveda@cchen.cl

223646185

OBJETIVO

Proveer servicios de ingeniería y mantenimiento a las tres sedes de la CCHEN, para lograr la máxima disponibilidad de la infraestructura instalada y optimizar los recursos existentes, buscando preservar la calidad del servicio, evitando el deterioro prematuro de las instalaciones, mediante acciones preventivas o correctivas, en caso de ser necesario.

El Departamento está compuesto por la Sección Ingeniería y Proyectos, la Sección Continuidad Operacional y la Sección Mantenimiento Talleres.

HECHOS RELEVANTES

- Se desarrolló la ingeniería y el sistema de control automático para la obra denominada “Foso Noratom”, que busca aumentar la capacidad de irradiación de productos en el país.
- Se desarrolló la ingeniería conceptual para el proyecto “Habilitación de la sala limpia del Ciclotrón”, orientada al cumplimiento de la normativa GMP y a las recomendaciones del ISP.
- Diseño del proyecto de Normalización de Radiofarmacia, que permite cumplir la exigencia normativa del Ministerio de Salud (Minsal), además del diseño de la ingeniería de detalle, que corresponde a un proyecto aprobado por el Ministerio de Desarrollo Social.
- Elaboración de las bases de licitación para el nuevo Almacén de Desechos Radiactivos, proyecto aprobado por el Ministerio de Desarrollo Social.
- Se diseñó una nueva propuesta integrada de planes de continuidad operacional a nivel institucional.

NUCOLAB – ESPACIO CORPORATIVO – BIBLIOTECA



Imagen N° 2: Obra terminada

INGENIERÍA E IMPLEMENTACIÓN DEL FOSO NORATOM

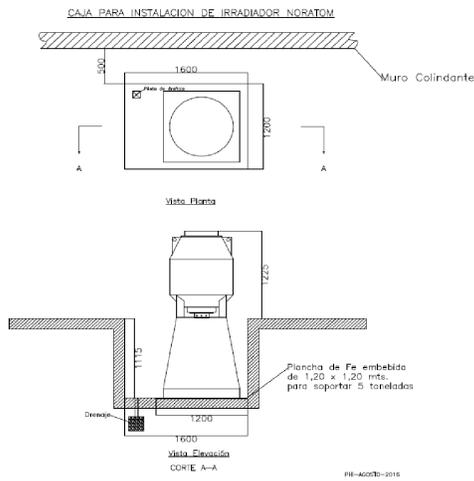


Ilustración N° 1: Proyecto



Imagen N° 3: Foso implementado

DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Responsable:

Juan Klein Dalidet

Rodrigo Ogalde Salvo (asumió el 01/12/2017)

rodrigo.ogalde@cchen.cl

223646250

OBJETIVO

Verificar que la operación de las instalaciones nucleares radiactivas y convencionales, y el desempeño de sus actividades, sean efectuadas de modo seguro en términos radiológicos, para proteger a las personas, bienes y medio ambiente de eventuales riesgos derivados del uso de las radiaciones ionizantes.

El Departamento está compuesto por la Sección Protección Radiológica Operacional, la Sección Protección Física y la Sección Emergencias y Seguridad Física.

HECHOS RELEVANTES

- Se entregaron servicios especializados en Protección Radiológica a empresas CGM Nuclear, Petroquim y Gerdau Aza, y a instituciones como Policía de Investigaciones, Carabineros, Bomberos y Servicio Nacional de Aduanas, orientados a capacidades humanas e infraestructurales.
- Se respondió a las cinco solicitudes del público para recibir atención del Oficial de Protección Radiológica en Alerta (OPRA), servicio 24/7, que previene y gestiona emergencias radiológicas.

Los hechos y resultados se detallan en el siguiente cuadro:

HECHO	ASESORÍA DE OPRA	CONCLUSIÓN
El 14/01 el OPRA recibió llamado reportando situación irregular de transporte de material radiactivo en Punta Arenas.	Se atendió llamado telefónico y se comunicó con la Seremi de Salud, con el fin de coordinar en el menor tiempo posible la asesoría en terreno.	Finalmente, la situación no significó ningún peligro para las personas y el medio ambiente.
El 02/06 se produjo un incidente en la Usach, con fuentes de Cs-137.	OPRA recibió el llamado y asesoró a personal de la instalación en el manejo y la manipulación del material radiactivo.	CCHEN retiró las fuentes patrones y gestionó su almacenamiento. Situación no significó peligro para las personas ni el medio ambiente.
El 06/06 se encontró un Densímetro Nuclear	OPRA recibió el llamado y entregó las primeras	El densímetro y su fuente no presentan daño o

abandonado en la vía pública en Quilicura.	recomendaciones de acción en estos eventos. Paralelamente, derivó el caso a la Seremi de Salud de la Región Metropolitana por tratarse de un equipo de tercera categoría.	manipulación indebida, por lo cual no representa ningún peligro para las personas y el medio ambiente.
El 20/09 se recibió notificación del robo de una pistola de FRX, producto de asalto a la empresa Metalquim Ltda., en Quinteros.	OPRA recibió el llamado, entregó primeras recomendaciones de acción y solicitó dar cuenta de los hechos inmediatamente a Carabineros de Chile y a la Seremi de Salud de la Región Metropolitana.	Gracias a las gestiones y coordinaciones realizadas, Carabineros de Chile encontró y rescató la pistola. Esta no presentó daños, por lo que la situación no puso en riesgo a personas ni al medio ambiente.
El 02/10 se recibió llamado de la 4ª Compañía de Bomberos del grupo Hazmat, informando hallazgo de ropa contaminada con I-131 en dependencias destinadas a los desechos domiciliarios de un edificio residencial.	OPRA actuó en terreno para: -Verificar posible contaminación radiactiva, tanto en la superficie como en el aire, en las mismas dependencias destinadas a tratar desechos domiciliarios del edificio. -Verificar isótopo radiactivo involucrado en la emergencia. -Evaluar radiológicamente la situación. -Asesorar sobre transporte y retiro del material radiactivo del edificio.	Tras evaluar los niveles de radiación, se concluyó que no hubo riesgo radiológico para los habitantes del edificio ni público en general. Las conclusiones de esta asesoría se entregaron al Seremi de Salud de la Región Metropolitana, permitiendo una mejor fiscalización de la situación y entregando a la comunidad del edificio las instrucciones para actuar en situaciones de este tipo.

- Se asesoró la operación de transporte de 8.000 Ci de Cobalto 60, desde el CEN Lo Aguirre al CEN La Reina, para ser empleado como fuente radiactiva en el equipo Noratom. Se apoyó mediante protección radiológica, monitoreo por GPS y seguridad física.
- Se capacitó al cuerpo de Bomberos de Antofagasta en el uso de instrumentos para atender una primera respuesta en emergencias radiológicas.



Imagen N° 4: 2° Taller Manejo de instrumentos de detección para primeros actuantes ante una emergencia radiológica, grupo HAZMAT 2° Compañía, de Copiapó.

- Se habilitó una nueva sala para la Central de Vigilancia y Alarmas (CAS, Central Alarm Station, por su sigla en inglés) del CEN La Reina. Asimismo, se implementaron cámaras de CCTV, alarmas y controles de acceso y puertas de seguridad para la Planta de Mediciones de Radiaciones Ionizantes. Estos trabajos contaron con apoyo del Departamento de Energía de los EE.UU. (DOE).



Imagen N° 5: Operación nueva Central CAS del CEN La Reina

- Se midió la capacidad de respuesta a emergencias y se detectaron áreas de actualización de la misma, mediante ejercicios y simulacros:
 - Simulacro de emergencia en CEN La Reina, incluyendo ejercicio previo de comunicaciones. Participaron funcionarios del Centro Nuclear, del cuerpo de Bomberos de Santiago y Ñuñoa y de la Mutual de Seguridad.
 - Ejercicio de mesa con escenario basado en emergencia radiológica ficticia en el Reactor Nuclear Experimental Chileno, RECH-1.

- A partir de la participación en la Secretaría Ejecutiva de la Comisión de Seguridad en Emergencias Radiológicas (Conser), junto al Minsal, los hitos de 2017 fueron:
 - Chile recibió soporte del OIEA, de la Iniciativa Global contra el Terrorismo Nuclear (GICNT, por su sigla en inglés) y del DOE de EE.UU., entre otros, para proyectos, programas, sistemas, misiones, reuniones, capacitaciones y entrega de equipos de detección y entrenamiento.
 - Se participó en la elaboración de un plan específico de emergencia por materiales peligrosos a nivel nacional.
 - Actualización del catastro y sistematización de la información sobre capacidades de respuesta radiológica de las instituciones de la Conser. El cuestionario está disponible aquí: https://drive.google.com/file/d/0BzPr2R_6Uo87VzJRN2ljM25pb0k/view
 - Se actualizaron y generaron recomendaciones a la comunidad, incluyendo un díptico para Emergencias por Materiales Peligrosos. Ver aquí:
 - <http://www.onemi.cl/recomendaciones/> y <http://www.onemi.cl/materiales-peligrosos/>
- Participación en preparación, desarrollo y evaluación de ejercicio Paihuen II, focalizado a la validación de protocolos nacionales y bilaterales para responder a una amenaza e incidente terrorista nuclear:
 - Ejercicio preparatorio nacional pre-Paihuén II, realizado en septiembre, en la Oficina Nacional de Emergencia (Onemi), a cargo de un equipo integrado por la propia Onemi, la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile (Directemar), CCHEN, Minsal y Bomberos.
 - Ejercicio binacional entre Argentina y Chile, Paihuén II, efectuado en Bariloche, donde se aplicó un ejercicio de mesa y otro de campo, del 27 al 29 de septiembre, en el marco de la GICNT.



Imagen Nº 6: REMEX Paihuén II – Ejercicio de campo
28 de septiembre de 2017, en el Complejo Tecnológico Pilcaniyeu Argentina

- Creación de capacidades humanas, a partir del Centro de Entrenamiento de la CCHEN y de proyectos externos. Los principales hitos fueron:
 - 1º curso piloto realizado en el país sobre detección de material radiactivo en fronteras, dirigido a Aduanas, en el marco del Programa de Desarrollo de Capacidades Nacionales del DOE de EE.UU.

- Taller regional del OIEA: Metodología para el análisis de capacidades para la respuesta ante eventos de seguridad nuclear física. Participaron 19 representantes de Uruguay, Paraguay, Perú, Cuba y Chile. De este último, asistieron delegados de la Agencia Nacional de Inteligencia de Chile (ANI), Carabineros, Policía de Investigaciones (PDI), Ministerio del Interior, Directemar, Aduanas, Onemi y CCHEN.
- Se adquirió la calidad de instructora acreditada por el programa Export Control and Related Border Security (EXBS), del Departamento de Estado de EE.UU. En este marco, se capacitó a la CCHEN, Aduanas, Carabineros, ANI, PDI, en la aplicación de la Resolución N° 1540 de Naciones Unidas, en lo referido al ámbito nuclear. Esta Resolución, sobre la cual el país se ha comprometido, evita cualquier acción que pueda derivar en el desarrollo de armas de destrucción masiva.
- Se fortaleció la detección de material radiactivo en fronteras, a través de nuevos equipos de localización de material radiactivo y la evaluación de zonas clave en Aeropuerto de Santiago, el Puerto de San Antonio y el Paso Fronterizo de Los Libertadores.

OFICINA DE ASESORÍA JURÍDICA

Responsable: Gloria Zárate Pérez

gloria.zarate@cchen.cl

223646260

OBJETIVO

Asegurar que las actividades y procesos que desarrolle o tengan relación con la Comisión o con aquellos que sean solicitados a esta, cumplan con los requisitos que el ordenamiento jurídico impone y con los criterios propios del área de desempeño.

Además, se encarga de sustanciar sumarios a instalaciones radiactivas de 1ª categoría sancionados por el Consejo Directivo de la CCHEN.

HECHOS RELEVANTES

- Se elaboraron y tramitaron 44 contratos a honorarios, 28 contratos para alumnos en práctica, 12 convenios, 15 convenios con salas cuna y jardines infantiles y 38 convenios con hospitales y otros.

OFICINA DE COOPERACIÓN TÉCNICA Y RELACIONES INTERNACIONALES

Responsable:

Oscar Castillo

María Loreto Torres (asumió el 14/02/2018)

maria.torres@cchen.cl

223646192

OBJETIVO

Integrar a la Comisión y a las instituciones nacionales al ámbito de cooperación técnica internacional en el área nuclear, para incorporar, actualizar y fortalecer sus capacidades científico-tecnológicas para beneficio de la sociedad y mantener los vínculos con los organismos externos en su ámbito de desempeño, para que el país dé cumplimiento a su rol en el marco de la comunidad nuclear.

HECHOS RELEVANTES

- Se gestionó la llegada de becarios extranjeros al país, provenientes de México, Nicaragua y Siria, quienes se capacitaron en áreas de medicina nuclear, estudios de metabolismo y del cuerpo y de física médica de la radioterapia.
- Se articuló el Plan de Capacitación Internacional de:
 - Funcionarios de la Comisión: tres becas de capacitación, dos conferencias, un seminario, 11 talleres, 19 cursos, tres visitas científicas, dos expertos y 43 reuniones.
 - Profesionales externos: tres becas de capacitación, ocho conferencias, cinco talleres, 38 cursos y 19 reuniones.

TRATADO DE PROHIBICIÓN COMPLETA DE ENSAYOS NUCLEARES, CTBT

OBJETIVO

Operar y mantener las siete estaciones del Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) y el Centro Nacional de Datos, ubicado en Santiago de Chile, en cumplimiento con el Tratado.

HECHOS RELEVANTES

- Experiment 2: en el marco del monitoreo y pruebas de desempeño, el CTBT realizó un experimento denominado Experiment 2, para el manejo de datos y la operación de las estaciones del SIV, el acceso de los usuarios al Sistema Internacional de Datos y la asistencia a los Centros Nacionales de Datos, que abarcó pruebas de mando y control, control de calidad, calibración, comunicaciones y operación de equipo meteorológico y servicios de laboratorio de radionúclidos.
- Firma de Convenio de Cooperación y Transferencia con el Programa de Riesgo Sísmico de la Universidad de Chile y el Centro Nacional de Datos del CTBT, para desarrollar actividades con fines científicos, destinados a aprovechar la información recopilada por las estaciones del SIV, emplazadas en Chile. Entre las actividades que serán parte del convenio, destaca la docencia, el desarrollo de proyectos de investigación, capacitación, promoción y divulgación científica.



Imagen N° 7: Estación de radionúclidos de la Comisión Chilena de Energía Nuclear emplazada en la Universidad de Magallanes en Punta Arenas.

- Actualización de las antenas satelitales de Sistema Internacional de Vigilancia: incorporación de 3ª generación de equipos en Infraestructura de Comunicaciones Globales, GCI, de CTBT-O.

DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA RADIACIONES IONIZANTES

Responsable: Carlos Oyarzún Cortés

carlos.oyarzun@cchen.cl

223646145

OBJETIVO

Establecer, mantener y fabricar patrones estándar de radiactividad para establecer una máxima comparabilidad y confiabilidad de las medidas de las radiaciones ionizantes que se utilizan en la CCHEN y en el país.

Además, parte de sus objetivos es desarrollar técnicas orientadas a mantener consistencia en las medidas de dosis efectuadas con diversos instrumentos y para variados objetivos, y disponer de la estructura metrológica adecuada para la calibración y estandarización de generadores de radiaciones y detectores de radiaciones, rayos X, de neutrones y partículas cargadas.

HECHOS RELEVANTES

- Este Departamento dio cumplimiento al Convenio de Desempeño 2017 de la Dirección Ejecutiva de la CCHEN y del Instituto Nacional de Normalización (INN). La CCHEN mantiene su intención de formar parte de la Red Nacional de Metrología como Instituto Candidato en el área de Metrología de Radiaciones Ionizantes.
- El Departamento de Metrología Radiaciones Ionizantes, la CCHEN y el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes del ISP efectuaron la Intercomparación anual 2017 de los sistemas de dosimetría personal externa (dosis equivalente individual externa) a cuatro empresas que dan este servicio a nivel nacional, para trabajadores ocupacionalmente expuestos.
 - El objetivo en 2017 fue evaluar el grado de calibración de los sistemas en Dosis Equivalente Individual Externa Hp (10) para RX y su respuesta administrativa a umbrales de respuesta ante el ISP, en el rango 0.10 mGy (10mR) a 8,8 mGy (10000 mR).

DIVISIÓN DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

RESPONSABLE: ERNESTO CORREA ÁLVAREZ

ernesto.correa@cchen.cl

223646327

OBJETIVO

Asegurar la disponibilidad de productos y servicios basados en las demandas y necesidades que tenga la comunidad en las áreas de la salud, industria y alimentación, mediante las capacidades, conocimientos e infraestructura que posee la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

PRINCIPALES LOGROS 2017

En 2017, esta División aumentó su cobertura territorial, en términos de servicios, puesto que a contar del tercer trimestre de 2017 comenzó a abastecer de ^{18}F -FDG a la Clínica Reñaca en la Región de Valparaíso, abriendo sus puertas hacia esa Región. De igual modo, en diciembre se empezó a proveer de este fármaco a Incancer, primera institución del sector público que entrega servicios que emplean técnica de medicina nuclear.

Asimismo, es importante destacar que en octubre del año pasado la CCHEN se transformó en la primera – y hasta ahora única – proveedora de radiofármacos autorizada por el ISP en el país, tras someterse a una revisión del cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que establece la normativa internacional, adoptada por el Instituto.

Finalmente, vale mencionar que la División de Producción y Servicios recibió en 2017 la infraestructura física y de ingeniería del Laboratorio de Producción de Radiofármacos del CEN La Reina, iniciando las actividades de comisionamiento.

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE RADIOFÁRMACOS

Responsable: Andrés Núñez Salinas

andres.nunez@cchen.cl

223646137

OBJETIVO

Su objetivo es asegurar la manufactura y entrega de productos destinados al área de la medicina nuclear, garantizando la calidad, seguridad y eficacia del producto, en pos de la salud de las personas y el cuidado del medio ambiente. El Departamento cuenta con las siguientes secciones:

- Sección Producción
- Radioisótopos y Radiofármacos de Ciclotrón:
 - Radioisótopos de Reactor
 - Área de Liofilizados/Kits
 - Sección Control de Calidad

HECHOS RELEVANTES

- Aumento del tiempo de irradiación del Ciclotrón para obtener una mayor cantidad de ^{18}F -FDG e incorporación de un operador de celda y un operador de Ciclotrón, encargado de su mantención, todo orientado a que los centros de salud atiendan más pacientes.
- En la actualidad, el radiofármaco ^{18}F -FDG, enfocado en estudios metabólicos funcionales, es utilizado para diagnosticar enfermedades no transmisibles. Se prevé que su uso siga en aumento, puesto que se proyecta la adquisición de cámaras PET (Tomografía por Emisión de Positrones) para la red pública de salud en el corto y mediano plazo. A continuación, la tabla Nº 2 muestra la cantidad de pacientes tratados con este producto, en los últimos tres años:

AÑO	Nº PACIENTES TRATADOS
2015	1441
2016	3018
2017	3347

Tabla Nº 2: Demanda por ^{18}F -FDG en el sistema de Salud chileno.

- Durante el 2017, el sistema de Salud solicitó 3433 dosis, de las cuales 3347 fueron enviadas. Esto equivale a un 97,5% de respuesta a nuestros clientes.
- Se amplió alcance del sistema de distribución, abarcando nuevas ciudades con materiales irradiados que forman parte de la cadena de producción de la CCHEN (radioisótopos,

radiofármacos y productos liofilizados). Además de las entregas efectuadas en Valparaíso, Viña del Mar, Santiago, Rancagua y Talca, se sumó el despacho a Reñaca (Región de Valparaíso) y el Instituto Nacional del Cáncer (Santiago), primera entidad pública que cuenta con una cámara PET, lo que posibilitará que quienes tengan menos recursos accedan a este tipo de diagnóstico.

- Se reemplazó la fuente de iones del Ciclotrón por una fuente de iones dual, para reducir el riesgo de exposición a la radiación por parte del encargado de mantención.
- Colaboradores del área participaron en un curso de auditores de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), para abordar de mejor manera los desafíos que implica tener la Autorización Sanitaria del ISP, y en un curso de Diseño de Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC), para una planta de productos regulados por las Buenas Prácticas de Manufactura vigente.
- Además, estuvieron presentes en el XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear (ALASBIMN), permitiendo el contacto entre profesionales y proveedores del área de Radiofarmacia, el intercambio de experiencias y una aproximación a las nuevas tendencias en el desarrollo de radiofármacos.
- Aumento en la producción de Tc^{99m} y I^{131} . Con la utilización de tecnología de reactor se produjeron 940,3 Ci de Tc^{99m} y 54,9 Ci de I^{131} , incrementando en un 10% la venta de I^{131} y en un 7% la de Tc^{99m} . En la Tabla N° 3 se aprecia la cantidad vendida en los últimos tres años:
-

RADIOISÓTOPO	2015	2016	2017
	(mCi)	(mCi)	(mCi)
Tc^{99m}	778.371	877.500	940.300
I^{131}	47.523	50.100	54.900
Sm^{153}	84.000	0	0

Tabla N° 3: Cantidad de mCi producidas anuales por radioisótopo

- Se realizaron 288 producciones en el año, 237 de Tc^{99m} y 51 de I^{131} , dos de las cuales fueron efectuadas en la nueva planta de producción, durante el proceso de comisionamiento para determinar el cumplimiento de las especificaciones del producto terminado.
- Implementación de una celda de respaldo de producción de I^{131} en el CEN Lo Aguirre, para acortar las semanas de mantenimiento del Laboratorio de Radioquímica de ese Centro y de evitar la sobreexposición de los operadores ante eventuales fallas en la celda.
- En 2017 se alcanzó un ingreso por venta de kits liofilizados de \$92.521.594, que representa un 42% de aumento respecto a 2016. Esto se asocia, principalmente, al incremento de las ventas de MIBI (Metoxiisobutilisonitrilo Complejo Catiónico de Cobre), MDP (Metilen Difosfonato) y DMSA (Ácido Dimercaptosuccínico). En tanto, el alza de ingresos por venta de ECD (Etilcisteinato Dimérico) se debió en forma exclusiva al aumento del precio de este producto respecto a 2016.

Número de frascos de Juegos de Reactivos vendidos 2017 v/s 2016

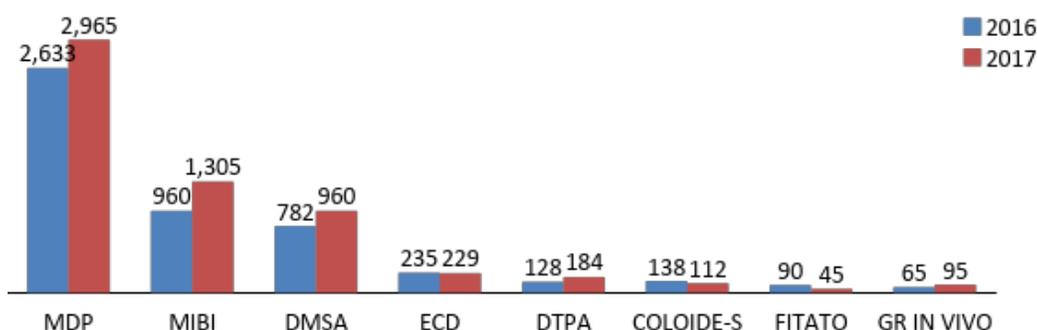


Gráfico N° 1: Unidades de kits demandados

- 39 de los 40 procedimientos realizados en el Laboratorio cumplieron con todos los ensayos de control de calidad. Además, los descartes de unidades en los controles de procesos se redujeron al mínimo.
- En 2017 se implementaron mejoras en el Laboratorio, como la generación de letreros con indicaciones para ingresar a cada área, documentación y registros en cumplimiento con la Norma Técnica N° 127 e ISO 2001:2015, junto con la definición de flujos de materias primas y materiales de envase y empaque, entre otras.
- El Área Liofilizados participó en el proyecto Semilla CCHEN “Desarrollo de kit liofilizado de EC (Etilen-Cisteína) para marcación con Tc^{99m} ”, en lo que respecta al diseño de experiencias, formulación de componentes del kit y liofilización, pruebas de marcación, control de calidad y biodistribución.
- Capacitaciones del área:
 - Pamela Solar asistió al curso “Formación de Auditores Buenas Prácticas de Manufactura”, en agosto; y al curso “Manejo seguro de autoclaves”, en octubre.
 - Ximena Errazu participó en el curso “Formación de Auditores en Buenas Prácticas de Manufactura”, en agosto.
- En comparación al año 2016, aumentó la cantidad de análisis de calidad en un 12,7% para ^{18}F -FDG, 15,6% para I^{131} , 9,5% para compuestos liofilizados y 10,8% para reactivos e insumos a utilizar en manufactura. Además, se realizaron nueve análisis de biodistribución en el sector privado.
- Visita a clientes: el año pasado se ejecutó un programa de visitas a usuarios del área de la medicina nuclear, para conocer su nivel de satisfacción en relación a los servicios que la CCHEN ofrece, junto con efectuar un levantamiento de nuevas necesidades del mercado.

A continuación, se presenta el detalle de las visitas realizadas en el período:

LUGAR	FECHA	USUARIO
Clínica Las Condes	25-01-17	Dr. Marcela Maass y TM José Miguel Cortés
Hospital Clínico U. de Chile	17-04-17	TM. Sonia Otárola, Pamela Padilla, Teresa Massardo
Clínica Las Condes	12-05-17	TM José Miguel Cortés
Clínica Santa María	31-05-17	Dr. Patricio González
Hospital Militar	25-07-17	Dra. Josefina Jofré
Clínica Reñaca	03-08-17	TM Felipe Vera, Claudia Rojas
Clínica Alemana	10-08-17	Dr. Guillermo Chong
Hospital San Juan de Dios	25-09-17	Dr. Gabriel Lobo
Centro Medicina Nuclear Talca	03-10-17	Dra. Milena Quiroz
Congreso ALASBIMN	23 al 26-11-17	
Fundación Arturo López Pérez	05-12-17	Dr. Horacio Amaral
Clínica Alemana	13-12-17	Dr. Guillermo Chong, Dr. Carlos Fuentes
Hospital Sótero del Río	12-12-17	Dr. Arturo Baeza

Tabla Nº 4: Resumen de visitas a clínicas y hospitales realizadas en 2017

En 2017, los productos más demandados por el área clínica durante las visitas fueron:

- Liofilizados para marcación con Tc^{99m} : Macroagregados de albumina (MAA) Nanocoloide (NANOCINT), Dextran, MAG-3 (RENOCINT), Ciprofloxacino (INFECTON) HMDP, HEPATOCINT-DISIDA.
- Radioisótopos: Generadores de Tc^{99m} , Cápsulas de I^{131} , Ga^{68} , I^{123} , Lu^{177} .
- Desarrollo kits liofilizado EC
Profesionales del Departamento de Radiofarmacia de la CCHEN desarrollaron una formulación propia, basada en bibliografía, para el kit de liofilizados de Tecnecio 99 - Etilen-cisteína, como parte de los requisitos de la elaboración de productos farmacéuticos indicados en la “Guía de Desarrollo Farmacéutico ICHQ8 (R2)”.

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS DE CARACTERIZACIÓN E IRRADIACIONES

Responsable:

Juan Espinoza Berdichevsky

Manuel Escudero Vargas

manuel.escudero@cchen.cl

224702820

OBJETIVO

Su objetivo es entregar servicios oportunos y de calidad en las áreas de Caracterización Química y Física en distintas matrices, como también entregar servicios de Irradiación a través de la Planta de Irradiación Multipropósito (PIM) y del Laboratorio de Irradiadores Experimentales, cubriendo un amplio espectro que incluye la irradiación de materiales médicos quirúrgicos, alimentos, productos sanguíneos y no sanguíneos, especias y materias primas.

El Departamento es compuesto por la Sección Irradiaciones y la Sección Caracterización, y esta última es integrada por el Laboratorio de Análisis Químico (LAQ) y el Laboratorio de Caracterización Física (LCF).

HECHOS RELEVANTES

- Aumento en la cantidad de análisis realizados en 2017.

TÉCNICA	AÑO 2016			AÑO 2017		
	N° MUESTRAS	N° ANÁLISIS	%	N° MUESTRAS	N° ANÁLISIS	%
TP servicio interno	68	680	57,1	114	1200	54.0
TP servicio externo	31	310	26,1	40	680	19.0
PyHe servicio interno	18	36	15.1	33	124	15.6
PyHe servicio externo	0	0	0	5	10	2.4
DRX servicio interno	2	2	1.7	19	19	9.0
TOTAL	119	1028	100	211	2033	100

Tabla N° 5: Variación carga de trabajo años 2016 y 2017

- TP: Distribución y tamaño de partículas
 - PyHe: Picnómetro de helio
 - DRX: Difracción de rayos X
- Servicios analíticos químicos para la CCHEN y para clientes externos: Enami-Paipote (Material Particulado Sedimentable), Montgomery & Associates Consultores Ltda. (Analitos en muestras de salmuera).

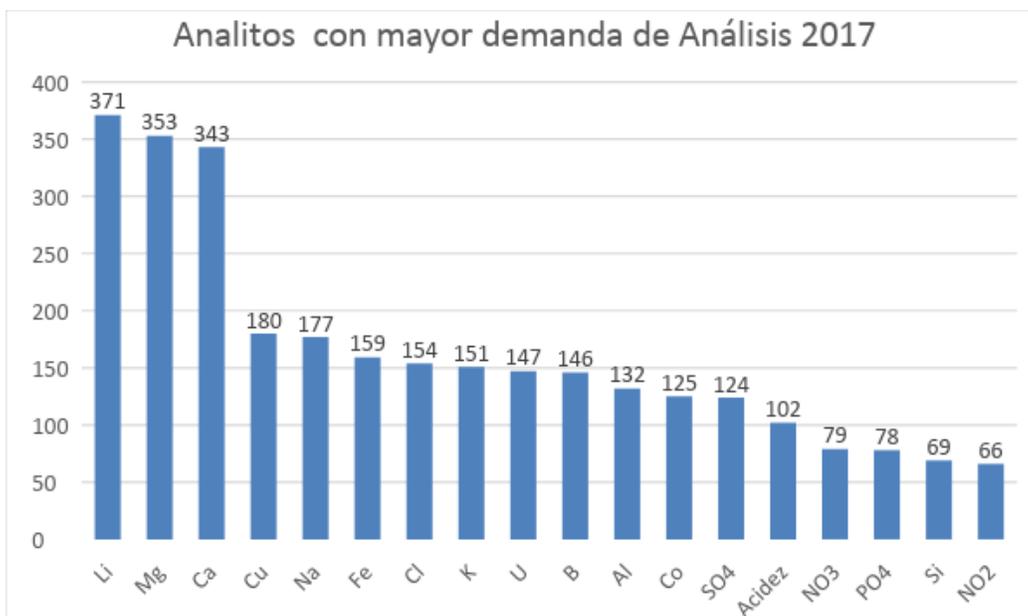


Gráfico N° 2: Analitos con mayor demanda de análisis

- Incorporación de nuevas metodologías de análisis. Se validó la metodología de determinación de alcalinos (Li, Na, K, Ca y Mg) en salmueras, utilizando la técnica de Espectroscopía de Absorción Atómica (EAA). Se inició la validación de la metodología para la determinación de alcalinos (Na, K, Ca y Mg) en Carbonato de Litio por EAA y de la metodología para la determinación de impurezas en compuestos de Li_2CO_3 , mediante Espectrometría de Emisión de Plasma Inductivamente Acoplado (ICP), determinando Cd, Fe, Ni, Cu, Pb, Al, Cr, Zn, Mn y Si.
- El LCF implementó y validó la metodología para la determinación de tamaño de partículas (TP), para la caracterización física de compuestos de Li_2CO_3 grado batería.
- El área es contraparte técnica de la CCHEN en el convenio tripartito firmado entre la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo), Aduanas y CCHEN, que busca implementar y validar técnicas analíticas para la caracterización química y física de salmueras del Salar de Atacama y compuestos de litio en los laboratorios de Aduanas y CCHEN.
- Incorporación del Doctor en Química, Julio Urzúa Piña, mediante el proyecto de Inserción al Sector Productivo de Conicyt “Nueva formulación de líquidos iónicos para el almacenamiento de energía solar, una solución a los materiales convencionales”.

- Investigación proyecto semilla CCHEN “Optimización en el proceso de extracción de litio mediante la aplicación de un nuevo líquido iónico en la etapa de extracción por solvente”, que incluyó la participación del Dr. Urzúa y de los químicos Manuel Escudero y Stephanie Neira.
- Caracterización, interpretación Hidroquímica e Isotópica y análisis para estudios de contaminación de acuíferos financiados por el OIEA, a través de dos proyectos que incluyen a la Dirección General de Aguas (DGA), Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) y Universidad de Concepción.
- La Planta de Irradiación Multipropósito (PIM) participó en el ensayo de intercomparación regional organizada por el OIEA, orientado a la mejora del servicio, donde obtuvo 100%.
- Aumento del 11% respecto a las solicitudes de servicio en 2016.
- Aumento de 5,4% en producción de los irradiadores experimentales respecto al 2016.

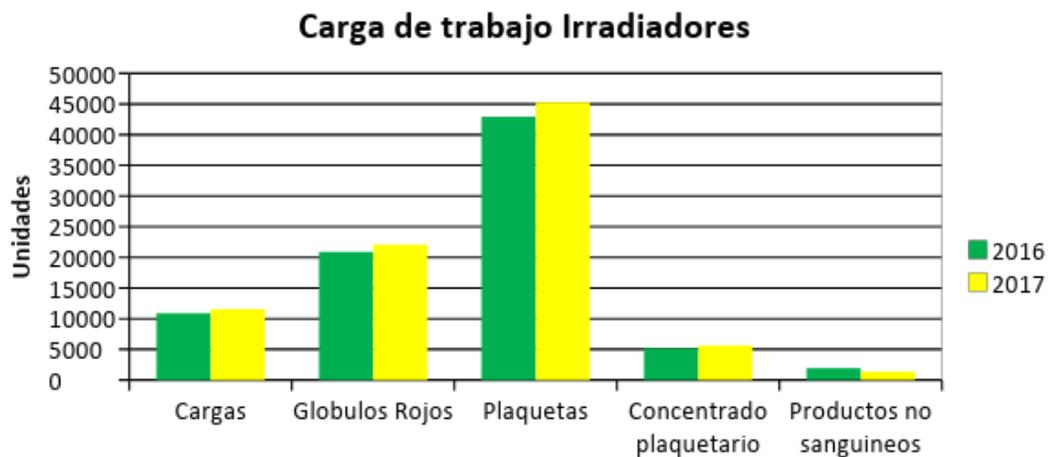


Gráfico N° 3. Variación de los productos tratados en los irradiadores en 2017

DEPARTAMENTO SERVICIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Responsable:
Azucena Sanhueza Mir
Vivian Pereira Campos
vivian.pereira@cchen.cl
223646280 / 224702805

OBJETIVO

Proveer servicios de protección radiológica, tanto a personal de la CCHEN como a personal y entidades externas del país, mediante el control y desarrollo de mediciones radiológicas de diversos parámetros, establecidos internacionalmente, para proteger la salud, la vida, los bienes y el medio ambiente, en el desarrollo y aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear en sus diversas formas tecnológicas.

El Departamento está integrado por la Sección Vigilancia Radiológica Ambiental, la Sección Gestión de Desechos Radiactivos y Cursos de Protección Radiológica.

HECHOS RELEVANTES

- Reducción del tiempo utilizado para dar respuesta a clientes acerca del avance de sus análisis, mediante un nuevo sistema de registro de muestras previo al ingreso.
- Aumento en la capacidad de análisis por espectrometría gamma, a través de la calibración y puesta en funcionamiento del nuevo equipo de Germanio Hiperpuro (Ge-6), principalmente aplicado a análisis cualitativo.
- Aumento en la capacidad de tratamiento simultáneo de muestras para análisis, a través del diseño e implementación de trabajo con planchetas de teflón, lo que libera planchetas de acero inoxidable para análisis de Sr⁹⁰.
- Se agregó la mantención de dos estaciones (La Serena y Valparaíso) al programa que sirve a la Red Nacional de Monitoreo Radiológico Ambiental de la zona norte (Arica, Iquique y Antofagasta).
- Implementación del Sistema de Procesamiento de la Información para la Red Nacional de Monitoreo Radiológico Ambiental, el que otorga la línea base de radiación ambiental, 24/7, con datos de nueve estaciones desde Arica a Puerto Montt.
- El Laboratorio de Dosimetría Interna realizó una nueva calibración en su sistema de espectrometría gamma, la que permite asegurar la calidad de sus mediciones, ya que referencia a un patrón de medición primario.
- Actualización del software de medición (APEX in vivo), en el marco de proyecto OIEA para "Fortalecimiento de las capacidades nacionales de respuesta a emergencias radiológicas".



Imagen N° 8: Equipo Contador de cuerpo entero

- Participación en ejercicio de intercomparación en dosimetría física, biológica y computacional en un escenario simulado de exposición accidental en gammagrafía industrial, a cargo de la Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina, al alero de un proyecto de cooperación financiado por el OIEA. Resultados concluyeron que el 100% de las dosis informadas por el Laboratorio de Dosimetría Externa están comprendidas en el rango de aceptación, evidenciando que el Servicio está capacitado para responder con lecturas dosimétricas confiables en situaciones de incidentes o accidentes.
- Por primera vez, se participó en la reunión final internacional para intercomparación de Dosimetría Interna, lo que marca un avance en cuanto a la mantención de los sistemas de medición actualizados según estándares internacionales.
- Intercomparación nacional. Según el análisis realizado y los resultados obtenidos, el sistema dosimétrico del Servicio de Dosimetría Personal Externa (SDOP) de la CCHEN, a través de este ejercicio de Intercomparación, concluyó que el desempeño es adecuado (90% de aceptación).
- Actualización de permisos ambientales para el proyecto “Instalación centralizada de almacenamiento de desechos radiactivos, CEN Lo Aguirre”.
- Gestión de desechos radioactivos:

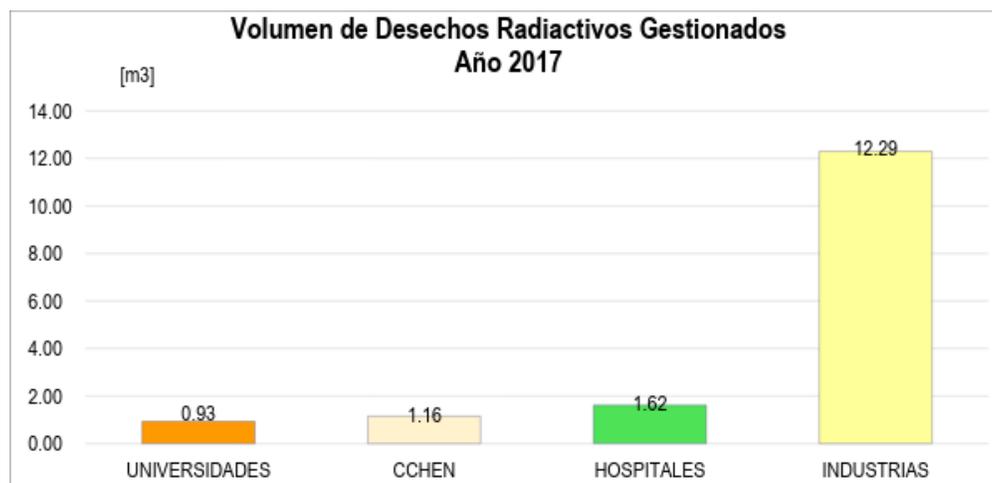


Gráfico N° 4: Distribución desechos radiactivos, según volumen entregado por tipo de clientes.

- Se realizaron asesorías en terreno a dos instalaciones generadoras de desechos radiactivos, Codelco, Gerdau Aza S.A., a quienes se evaluó y entregó recomendaciones para una mejor gestión de estos desechos.
- Reunión regional en Chile sobre “Diseños modulares de instalaciones de gestión de desechos radiactivos”. El objetivo fue presentar las opciones que existen en cuanto a las técnicas para el manejo de desechos radiactivos, mediante tecnología modular. Participaron expertos y profesionales de Inglaterra, India, España, Latinoamérica y El Caribe.
- Participación en Taller regional sobre la “Interface almacenamiento-disposición y opciones de disposición final para desechos de baja actividad y fuentes en desuso”, realizado en Ciudad de México D.F., México.
- Incorporación de Vivian Pereira, jefa de la Sección Gestión de Desechos Radiactivos (Segedra), como investigadora principal del proyecto “Assessment of the Potential Role of Nuclear Energy in National Climate Change Mitigation Strategies” (CRP I12006), iniciado en Viena.
- En 2017, la CCHEN ejecutó la etapa de perfil del proyecto de capacidades tecnológicas para bienes públicos (CCHEN 2.0), con cuatro iniciativas tempranas, una de ellas correspondiente a la Gestión de Desechos Radiactivos. Se presentó el servicio en un formato más didáctico en la plataforma Nucolab (nucolab.cl), a partir del levantamiento de necesidades de los usuarios. Para ello, se visitó Codelco Chile – División Teniente y la Universidad de Concepción.
- En 2017 se realizaron 20 cursos de protección radiológica, lo que se tradujo en un total de 373 personas capacitadas. Los resultados de las encuestas de satisfacción aplicadas arrojaron un 97% que califica como “Muy bueno y Bueno”, en aspectos de gestión, apuntes y presentaciones. La evaluación docente fue evaluada en un 98% como “Muy Buena y Buena”.
- Se modificó el sistema de aprobación para dictar los cursos de Protección Radiológica conducentes a obtener la Autorización Especial para trabajar en instalaciones radiactivas de 1ª categoría. En adelante, cada vez que una entidad dicte un curso debe contar con la autorización respectiva, mediante resolución exenta, otorgada por la autoridad competente.

DEPARTAMENTO COMERCIAL

Responsable: Richard González Zúñiga

richard.gonzalez@cchen.cl

224702536

OBJETIVO

Atender a los clientes de la CCHEN, promoviendo la venta de productos y servicios tecnológicos que se disponen.

HECHOS RELEVANTES

- Los ingresos de operación al cierre contable de 2017 alcanzaron la suma de \$2.480 millones, correspondientes a un 99% de la meta propuesta.

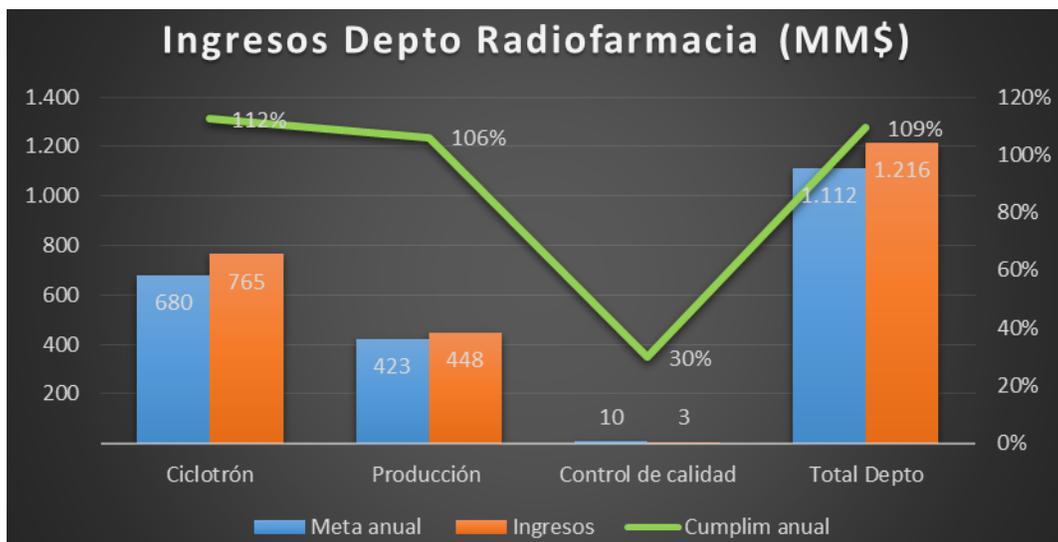


Gráfico N° 5: Ingresos Depto. de Radiofarmacia

- Ingresos operacionales del Departamento de Protección Radiológica.** Este Departamento congregó un total de ingresos anuales de \$649 millones, correspondiente a un 92% de la meta anual. Dentro del área, destacó la Unidad Gestión de Desechos Radiactivos, que totalizó \$130 millones, es decir, un 181% de cumplimiento.

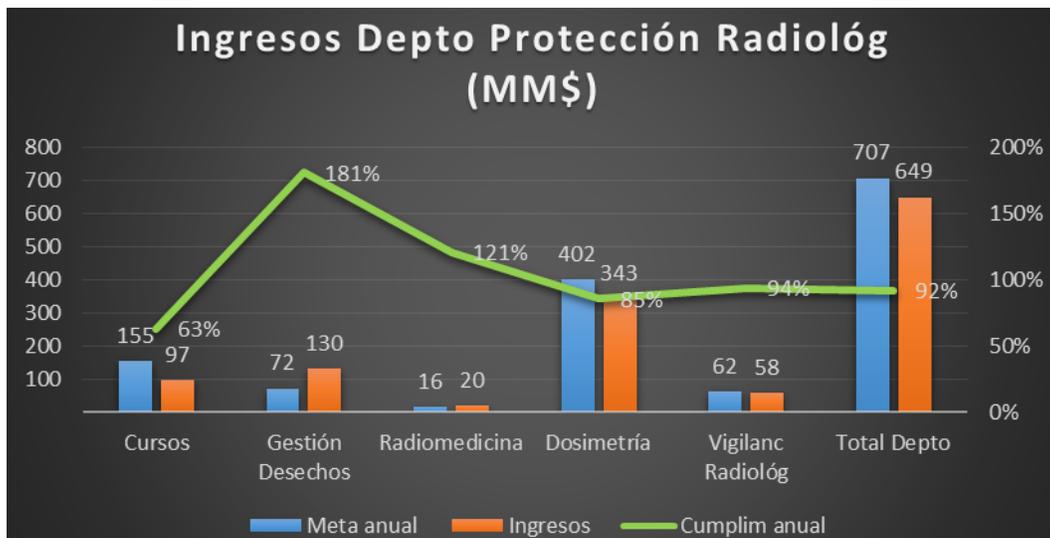


Gráfico Nº 6: Ingresos Departamento de Protección Radiológica

- **Ingresos operacionales del Departamento Irradiaciones y Caracterización.** Obtuvo un total anual de \$615 millones, alcanzando el 89% de la meta. Lo que respecta a la Planta de Irradiación de Lo Aguirre, esta logró \$538 millones, es decir, un 85% de la meta de ingresos. En tanto, la Unidad Irradiaciones del CEN La Reina destacó con un 110% de cumplimiento, expresado en un total de \$62 millones.

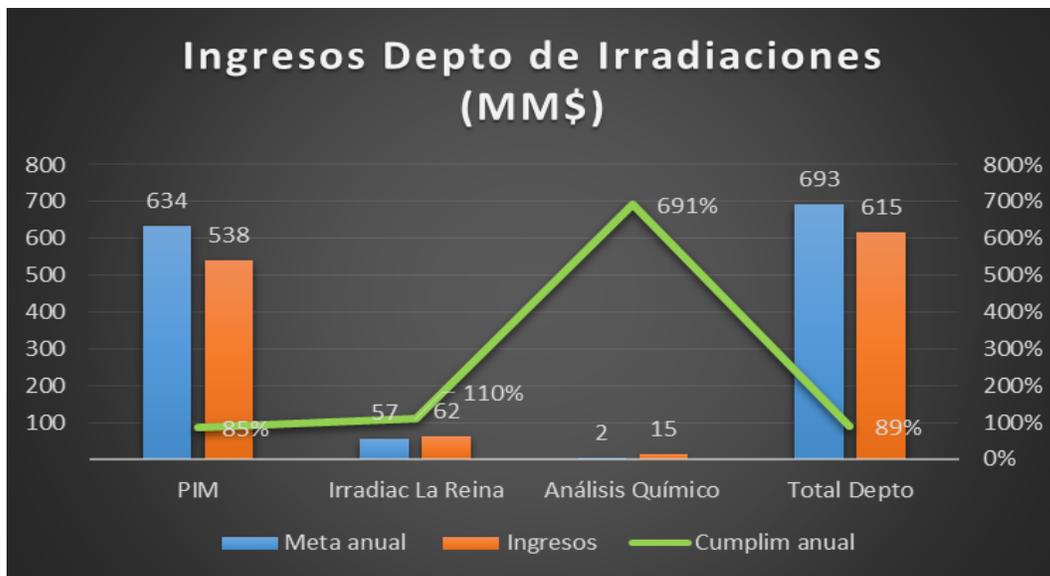


Gráfico Nº 7: Ingresos Departamento de Irradiaciones y Caracterización

- La División de Producción y Servicios sostuvo un crecimiento respecto a 2016, cerrando en un 19%. En concreto, el año pasado se obtuvo un total de ingresos de \$2.477 millones, sin considerar el área Control de Calidad, en comparación al 2016, que cerró en \$2.075 millones. Como se aprecia en la tabla Nº 6, el Departamento con mayor variación respecto al periodo

anterior fue el de Irradiaciones, con un 37%; luego el Departamento Radiofarmacia, con 24% y finalmente el de Protección Radiológica, con un 1%.

Ingresos DIV PyS 2016-2017					
Depto	Nombre unidad	Cod Unidad	Ingresos 2016	Ingresos 2017	Variación
Radiofarmacia	Ciclotrón	576	669	765	14%
	Producción	129	313	448	43%
Total Depto			982	1.213	24%
Protecc Radiol	Cursos	101	119	97	-18%
	Gestión Desechos	125	77	130	69%
	Radiomedicina	124	18	20	11%
	Dosimetría	119	376	343	-9%
	Vigilanc Radiológ	121	55	58	5%
Total Depto	Total Depto		645	649	1%
Irradiaciones	PIM	163	397	538	36%
	Irradiac La Reina	348	49	62	27%
	Análisis Químico	130	1	15	887%
Total Depto	Total Depto		447	615	37%
Total División Productos y Servicios			2.075	2.477	19%

Tabla Nº 6: crecimiento en ingresos División Producción y Servicios

- El mayor crecimiento en relación a las unidades de la División fue desempeñado por la Unidad de Desechos Radiactivos con un 69%. Le sigue la Unidad de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos con un 43%, la Planta de Irradiación del CEN Lo Aguirre con un 36% y Radiofármacos de Ciclotrón con un 14% de crecimiento, respecto al periodo anterior. El detalle se representa en el siguiente gráfico:

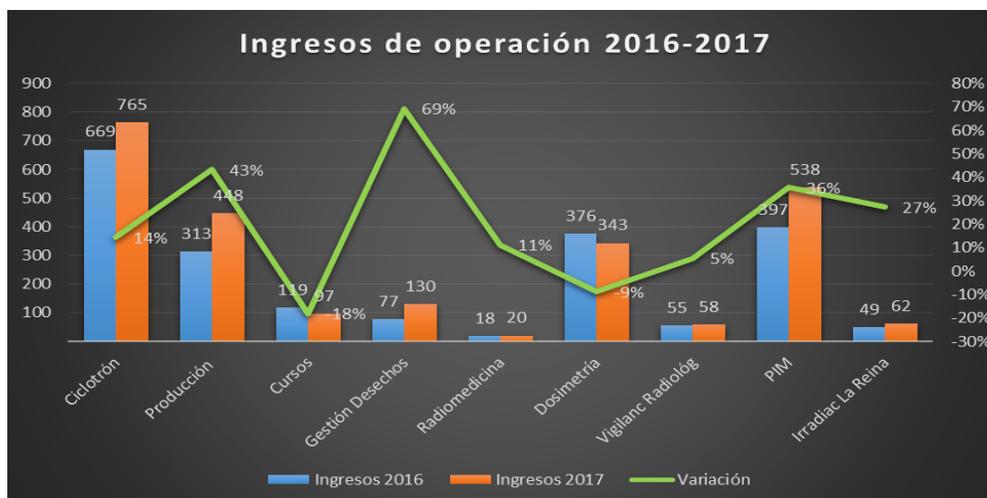


Gráfico Nº 8: Crecimiento unidades División Producción y Servicios

- Durante el periodo 2017, la CCHEN recibió 8.550 solicitudes de servicios mediante el Portal de Productos y Servicios, de las cuales el 31% correspondió a Radioisótopos y Radiofármacos, el 19% a Licenciamiento y el 13% a Radiofármacos del Ciclotrón.

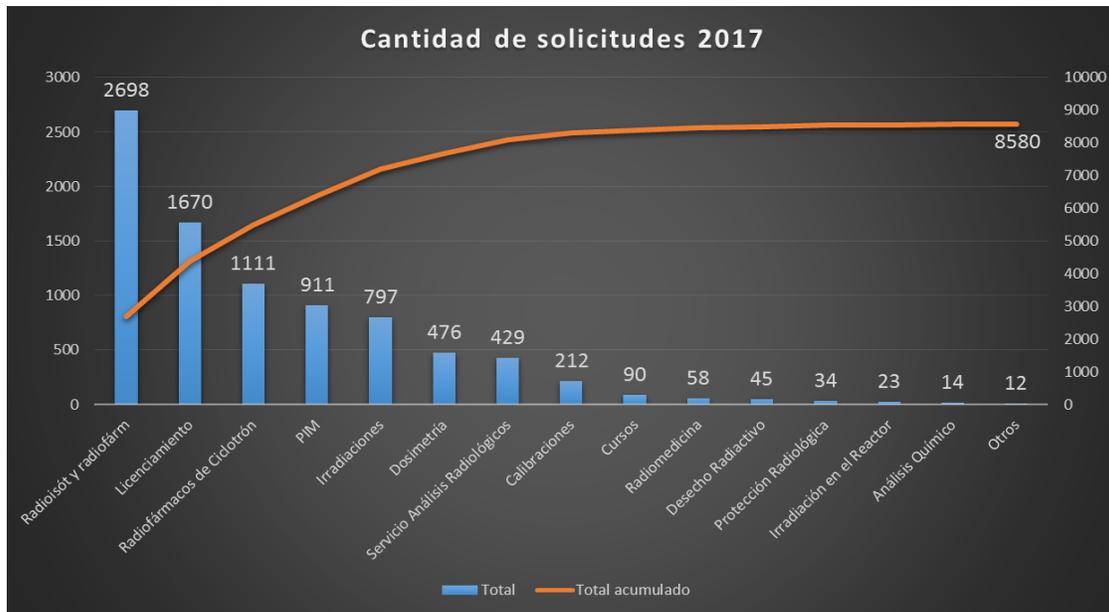


Gráfico Nº 9: solicitudes de servicio

- Se encuestó sobre calidad a 967 clientes, de los cuales 413 respondieron (43%). La evaluación general promedió en un 5.97, en una escala de 1 a 7, donde 1 es la evaluación mínima y 7, la máxima. Las preguntas se orientaron a tres segmentos: “Calibración de equipos”, “Autorizaciones y licenciamiento de instalaciones de 1ª categoría” y “División de Producción y Servicios”.

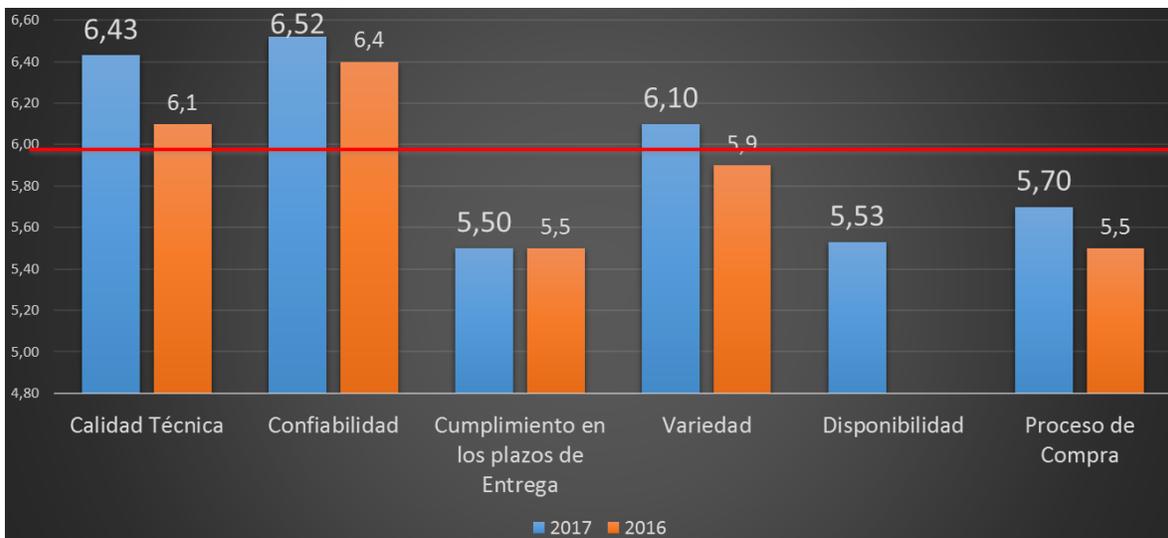


Gráfico Nº 10: Evaluación de atributos

- Durante el 2017, se ejecutó un Plan Comercial para mejorar la relación con los usuarios, beneficiarios y clientes de la CCHEN. Con ello se lograron importantes resultados, además de trabajos conjuntos, tales como capacitaciones, programas de desarrollo de productos, participación en exposiciones, congresos y seminarios, mejora en la cobertura y mejor posicionamiento de mercado.

DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y APLICACIONES NUCLEARES

RESPONSABLE: MAURICIO LORCA MIRANDA

mauricio.lorca@cchen.cl

223646303

OBJETIVO

Orientar e incentivar el desarrollo de actividades científico-tecnológicas, de acuerdo a las políticas en materias de gestión estratégica de investigación, desarrollo e innovación, con propósitos definidos, receptores identificados y actores articulados en redes.

PRINCIPALES LOGROS 2017

El 2017 fue clave para la CCHEN, que se vio inmersa en un proceso de rediseño a nivel institucional para el desarrollo estratégico de sus capacidades tecnológicas. En ese marco, parte de los principales logros del período fue la elaboración, junto a actores clave, de tres herramientas que sustentan el trabajo a desarrollar desde el 2018. Se trata de un programa de fortalecimiento a la I+D, un plan de inversiones 2018-2021, un plan estratégico 2018-2027 y un programa para impulsar los bienes públicos involucrados.

En línea con lo anterior, vale destacar que la CCHEN es reconocida por Corfo para la Ley de Incentivo Tributario, como Centro de Investigación y Desarrollo que responde a necesidades productivas del país. La División de Investigación y Aplicaciones Nucleares potenció sus actividades de investigación, desarrollo e innovación de la CCHEN de forma colaborativa, e instaló la Oficina de Transferencia y Licenciamiento de Tecnologías para proteger, valorar y transferir los activos intelectuales de la Institución al país.

Adicionalmente, en 2017 esta División lideró diversos proyectos, destacando el de “Obtención de concentrados de Elementos de Tierras Raras (ETR), a partir de minerales prospectados en la Región de Atacama, mediante la aplicación de procesos a escala piloto”. Con esta iniciativa se apunta a la comercialización de tierras raras y al posicionamiento de Chile como proveedor de las mismas.

Para lo anterior se requiere lograr transferir estas técnicas a nivel industrial, junto con conformar una red de actores estratégicos mineros y reconstruir redes y capacidades de servicios, estableciendo alianzas estratégicas con proveedores en técnicas de trazadores para, finalmente, aplicar como soluciones para botaderos y relaves, especialmente para pequeña y mediana minería.

En lo que respecta a las metas que la Institución ha desarrollado en el sector del litio, destacó la elaboración de una Plataforma Tecnológica del Litio, estrategia colaborativa a nivel institucional que apunta al desarrollo sustentable de la industria, implicando una caracterización de la

disponibilidad de los recursos de litio que posee el país, modernizando los procesos de regulación, buscando acuerdos para extender la cadena de valor agregado y convirtiendo a la CCHEN en un aglutinador para hacer investigación en la materia.

HECHOS RELEVANTES

- En 2017, se ejecutaron 35 proyectos de investigación y desarrollo, con recursos de fondos concursables, del OIEA y propios, asignados de la Ley de Presupuestos. Estos proyectos fueron ejecutados por 55 investigadores, tecnólogos y colaboradores, de los cuales 14 poseen grado de Doctor.
- Se produjeron importantes avances en el proyecto CCHEN 2.0 - Alineamiento de bienes públicos producidos por la Comisión Chilena de Energía Nuclear, iniciativa de la línea “Fortalecimiento y creación de capacidades tecnológicas para bienes públicos – Etapa perfil” de Corfo, por un monto total de \$150.000.000. Después de nueve meses de ejecución del proyecto, se obtuvieron los siguientes documentos:
 - Programa de fortalecimiento de capacidades para I+D y plan de inversiones 2018-2021.
 - Plan estratégico actualizado con horizonte de diez años, 2018- 2027.
 - Programa piloto 2017 de fortalecimiento de capacidades para proveer bienes públicos.
- Se efectuó el proyecto de acondicionamiento y remodelación realizado en la Biblioteca para transformarla en el nuevo Espacio Colaborativo abierto al público, NuColab, en el marco del proyecto institucional CCHEN 2.0. Junto con esto, se implementó un nuevo sitio web como espacio virtual del NuColab.
- Junto con eso, se incorporaron los siguientes productos de gestión:
 - Se desarrolló una autoevaluación institucional para detectar oportunidades y debilidades de la situación actual. A partir de esto, se realizó un diseño conceptual y de detalle para crear y fortalecer las capacidades tecnológicas de la CCHEN.
 - Se alineó el plan de desarrollo estratégico con prioridades de la Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento, definiendo ámbitos de fortalecimiento en un plazo de tres años.
 - Se elaboró un proyecto de fortalecimiento y mantención de masa crítica de capital humano altamente calificado en la CCHEN, con un horizonte de cinco años para desarrollar bienes y servicios de interés público, incluyendo modelos de gestión del conocimiento.
 - Se diseñó un proyecto de fortalecimiento y mantención de infraestructura, equipamiento tecnológico y personal técnico en la CCHEN, con un horizonte de cinco años, para desarrollar bienes y servicios de interés público.
 - Se elaboró un proyecto de fortalecimiento y mantención de estándares, certificaciones, nuevas regulaciones y plataformas tecnológicas de uso común en la CCHEN, con un horizonte de cinco años, para desarrollar bienes y servicios de interés públicos.
 - Se elaboró un proyecto de fortalecimiento y mantención de redes institucionales locales y de I+D (nacionales e internacionales) en la CCHEN, con un horizonte de cinco años, para desarrollar bienes y servicios de interés públicos.
 - Se diseñó un proyecto de fortalecimiento y mantención de capacidades de evaluación comparativas (benchmarking), prospectiva tecnológica y difusión científica y tecnológica

en la CCHEN, con un horizonte de cinco años, para desarrollar bienes y servicios de interés público.

- Se realizaron 15 publicaciones científicas, que fueron aceptadas e ingresadas al ISI (Institute for Scientific Information, por su sigla en inglés). Más de la mitad del material fue generado por el Departamento de Ciencias Nucleares (DCN), mientras que el Departamento de Tecnologías Nucleares (DTN) y el Departamento de Materiales Nucleares (DMA), en conjunto, fueron responsables del resto. Las publicaciones se mencionan en las respectivas áreas.
- En 2017, la CCHEN participó en el programa de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt): “Atracción e inserción de capital humano avanzado en el sector productivo”, en su modalidad inserción en investigación, lo que permitió la postulación de un Investigador con grado de Doctor para el Departamento de Materiales Nucleares. Este investigador se desempeñará en el proyecto “Desarrollo de dispositivos fotovoltaicos orgánicos en estructura tándem a partir de compuestos de litio”.
- Se gestionó la normalización de los activos de I + D de la CCHEN, desarrollados con fondos internos y externos. Se instaló las capacidades normativas que permiten identificar, valorar y transferir tecnologías en las que participa la CCHEN. Se dispone de un portafolio de proyectos de I + D y un portafolio con las capacidades tecnológicas institucionales, su activo intelectual, capacidades tecnológicas y de conocimiento transferible.
- Oficina de Transferencia y Licenciamiento (OTL) de la CCHEN es única en el sector público de Chile.
- Además, respecto de los proyectos desarrollados con el OIEA, se fomentó el conocimiento y la transferencia de ciencia y tecnología nuclear al país.

DEPARTAMENTO GESTIÓN DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA

Responsable: Doris Ly Muñoz

doris.ly@cchen.cl

223646237

OBJETIVO

Gestionar todos los procesos de las actividades de investigación, desarrollo y transferencia tecnológica, incluyendo actividades de vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva, protección de propiedad industrial e intelectual y gestión de proyectos de I+D.

HECHOS RELEVANTES

Oficina de Transferencia y Licenciamiento Nuclear (Iniciativa apoyada por Corfo):

- Adjudicación del proyecto Corfo “Consolidación de la OTL”, con \$87.000.000 a ejecutar en 24 meses (2018-2019), para dar continuidad y consolidar las actividades iniciadas por el proyecto que dio origen a esta institucionalidad en la CCHEN.
- Se generaron las herramientas: Reglamentos de Transferencia Tecnológica y la Resolución de Conflictos de Interés y de Creación de Empresas de Base Tecnológica, además de los documentos de Declaración de Invención, Acuerdos de Confidencialidad y diagrama de procesos para los investigadores.

Sistema de Gestión de la I+D+i:

- Implementación de Concurso Capital Semilla CCHEN. Durante el primer trimestre de 2017, el Departamento Gestión de Innovación y Transferencia (GIT) lanzó el 1º Concurso de Capital Semilla de I+D, que permitió financiar 13 proyectos, con una duración de ocho meses, por un monto total aproximado de \$39.000.000.
- Se realizaron dos cursos, donde participaron gestores tecnológicos e investigadores de la CCHEN:
 - Gestión de portafolios de proyectos de I+D+i, según Norma UNE 166.002.
 - Curso de Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, según Norma UNE 166.006.
- Participación y consolidación de HUBTec Chile: plataforma nacional de transferencia tecnológica, formada por Universidad de Valparaíso, Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de La Frontera, Universidad de los Andes, Universidad del Desarrollo y Universidad Andrés Bello. En tanto, los beneficiarios atendidos son: Universidad de Magallanes, Centro Regional de Estudios en Alimentos y Salud, CCHEN y Centro Tecnológico del Agua. La plataforma cuenta con cuatro coejecutores: Fundación Chile, Fraunhofer Chile, UC

Davis Chile e Inria Chile. Asimismo, la Cámara Chileno Alemana de Comercio e Industria, la Asociación Gremial de Empresas para la Innovación y la Exportación de Productos Insumos y/o Servicios Intensivos en Conocimiento para el Sector Minero e Industrial y la empresa Analytic S.A. se integraron como entidades asociadas. En 2017 HUBTec obtuvo personalidad jurídica, transformándose en una Corporación.

- Registro Corfo. Se renovó la inscripción de la CCHEN como Centro Tecnológico en el Registro de Centros de Corfo, para poder ser contratados para desarrollar actividades de I+D por empresas que accedan a incentivos tributarios para proyectos de I+D (Ley N° 20.570).

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES

Responsable: José Moreno Martínez

jose.moreno@cchen.cl

223646243

OBJETIVO

Implementar y gestionar las líneas de investigación y desarrollo en las áreas de Física Nuclear y Reactores, Física de Plasma y Fusión Nuclear, propuestas por la División de Investigación y Aplicaciones Nucleares, tanto en el diseño, postulación y ejecución de proyectos científicos, como de la gestión del portafolio de los mismos.

HECHOS RELEVANTES

1. **Proyecto "Síntesis de Nanopartículas de Óxido de Cobre: Simulaciones computacionales de apoyo a la investigación y desarrollo", Concurso Nacional Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo - Conicyt, 2ª Convocatoria 2016.**

Avances

- En 2017 se comenzó a estudiar el modelo de fluidos de la antorcha de plasma y el modelo de nucleación que utiliza las Ecuaciones Dinámicas Nodales Generales (NGDE). Tras ello comenzó el desarrollo de un código para simular la producción de nanopartículas, que hoy está en etapa de prueba. Hasta ahora se logró implementar la modelación en una y dos dimensiones para fluidos no magnetizados y se han realizado pruebas y benchmarks.
- Investigadora de la CCHEN visitó el Instituto Max Planck de Física de Plasmas y el Instituto Leibniz en Alemania, para difundir esta investigación y proponer colaboraciones conjuntas.

2. **Proyecto "Maximum entropy and maximum caliber principles in computational statistical mechanics: from fundamentals to applications"- Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondecyt).**

Avances

- En 2017 se inició este proyecto, centrándose en la generalización de teoremas de fluctuación como el Teorema de Crooks en Termodinámica fuera del Equilibrio y el Teorema de Variables Conjugadas (CVT).
- A la fecha, se formuló de manera compacta y libre de suposiciones adicionales la expansión de Kramers-Moyal y el Teorema de Crooks. Además, se obtuvo una versión covariante del CVT.

3. **Proyecto "Análisis bayesiano de señales eléctricas características de dispositivos plasma focus"- Proyecto Semilla DIAN 2017 / Finalizado.**

Resultados

- Este proyecto aplicó métodos de análisis estadístico a las señales eléctricas generadas en descargas plasma focus del dispositivo PF-400J. Tras ello se consiguió una caracterización completa de la distribución estadística del tiempo en que ocurre el pinch (respecto al inicio de la descarga) y la intensidad del dip en la derivada de la corriente. Los modelos estadísticos obtenidos y las simulaciones Monte Carlo realizadas permitieron evaluar con precisión la incerteza y realizar predicciones sobre el funcionamiento del PF-400J, además de concluir aspectos generales de otros dispositivos.

4. Proyecto “Measurements of neutron spectrum energy at RECH-1 nuclear reactor core by neutron activation experiment and unfolding algorithms based on the Bayes’ theorem of conditional probabilities” – Fondecyt / Finalizado.

Resultados

- Utilizando espectroscopía gamma de alta resolución, se reutilizaron las medidas de activación neutrónica de blancos metálicos puros y delgados sometidos al flujo de neutrones del reactor RECH-1 en la posición del Tubo Seco Poniente.
- Se obtuvo el flujo neutrónico en la posición TSP del RECH-1, utilizando el algoritmo de resolución del problema inverso de Máxima Expectación y simulaciones Monte Carlo para obtener el factor de autoapantallamiento de neutrones en todo el rango de energías de neutrones de reactor.
- Durante el 2017 se realizó la publicación de cierre del proyecto en la revista “Applied Isotopes and Radiation”, siendo la primera publicación de Web Of Science donde es descrito el RECH-1 como instalación nuclear.

5. Proyecto “Experimental neutron studies using a wide energy range multipurpose neutron spectrometer system based on Bonner’s sphere method and proportional counter detectors” – Fondecyt / 1^{er} año de ejecución.

Avances

- Se inició el proyecto para diseñar, construir y probar un espectrómetro de neutrones basado en el método de las esferas de Bonner, capaz de medir flujos neutrónicos de distintas fuentes y en un amplio rango.
- En 2017 se adquirió la electrónica necesaria para construir el sistema de adquisición de datos, en el cual se está trabajando. Está en ejecución la simulación y construcción de los moderadores de neutrones para dos casos físicos a medir: el flujo de neutrones rápidos pulsados, producto de reacciones de fusión; y el flujo de neutrones del reactor, producto de reacciones de fisión.

6. Proyecto Colaboraciones internacionales en estructura nuclear: “Estudio de las transiciones Gamow-Teller en el Tz = -2 Se-64 y Tz = -1 Se-66” / En ejecución.

Avances

- Por primera vez se obtuvo el espectro de emisión de protones para el Se⁶⁴, su vida media y el esquema de niveles de desintegración beta y beta-delayed proton emission.

- Este hito fue publicado en el reporte anual del laboratorio RIKEN (Accelerator Progress Report). Ver aquí: <http://www.nishina.riken.jp/researcher/APR/APR050/pdf/33.pdf>. Además, fue presentado en el Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications, en Cuba.

7. Proyecto colaboraciones internacionales en simulación Monte Carlo: “Flujo de neutrones en un reactor experimental, mediante método Monte Carlo con dependencia temporal” / En ejecución.

Avances

- Se comenzó a trabajar con los códigos Monte Carlo Serpent, Serpent 2 (VTT Technical Research Center, Finlandia) y OpenMC (MIT, USA), en colaboración con el Dr. José Ignacio Márquez, del Centro Atómico de Bariloche. Como resultado, se obtuvieron los parámetros cinéticos del reactor RECH-1, usando los códigos Monte Carlo MCNP6 y Serpent 2.
- Estos resultados fueron presentados en el Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications, en Cuba.
- En relación al cálculo de parámetros cinéticos en OpenMC, se modificó el código fuente para calcular la fracción efectiva de neutrones retardados usando el método prompt. Además, se desarrollaron benchmarks de estas modificaciones con configuraciones conocidas (Godiva 1, Godiva 2, etc.), cuyos valores experimentales están publicados.

8. Proyecto “Development, characterizations and optimizations of atmospheric pressure non-thermal plasma torches for biomedical and material science researches” – Fondecyt / Finalizado.

Resultados

- En 2017 se desarrolló una antorcha de plasma de doble frecuencia y se realizó la caracterización de la antorcha de plasma de frecuencia dual y de la antorcha de plasma de frecuencia única. El diagnóstico de espectroscopía de emisión eléctrica y óptica se ha utilizado para caracterizar la antorcha de plasma.
- Estos resultados fueron expuestos por un experto de la CCHEN en el "International Conference on Applied Physics and Mathematics", en India.

9. Proyecto “Studies on hospital waste treatment by plasma: feasibility in design and development of a IGBT based transformer-less, non-isolated power supply to operate multiple plasma torches”- Proyecto Semilla CCHEN / Finalizado.

Resultados

- Se ejecutó un estudio de factibilidad para diseñar y desarrollar una fuente de alimentación basada en transistores sin aislar (Transistor Bipolar de Puerta Aislada, IGBT, por su sigla en inglés), económicamente viable.
- Se diseñó y fabricó el circuito electrónico PWM (Pulse Width Modulation, por su sigla en inglés). La potencia trifásica del suministro de red fue corregida por rectificadores de alta corriente y alimentados a IGBT. Un inductor de 170 mH, con opción de enfriamiento por agua, fue diseñado y construido utilizando un tubo de cobre. Se fabricó una carga ficticia utilizando dos placas metálicas paralelas sumergidas en agua con sal. Así, al controlar el tiempo de encendido y apagado de los IGBT, se controló la corriente total.

- Todos los componentes se probaron por separado y luego fueron ensamblados en el Laboratorio. Asimismo, se efectuaron pruebas del proceso de ensamblaje y finalmente, se realizó una prueba preliminar de viabilidad para conducir la antorcha de plasma por la fuente de alimentación.

10. Proyecto “Experimental study of singular plasma domains in small plasma accelerators of type plasma focus: plasma filaments” – Fondecyt / En ejecución.

Avances

- Investigación: se continuó con la caracterización de la estructura del plasma en descarga plasma focus, en régimen sin electrodos de retorno, usando técnicas ópticas refractivas (Schlieren y Shadow). Se utilizaron diferentes diámetros y largos efectivos de ánodos, reconociendo estructuras de plasmas tipo filamentos que no se distribuyen en toda la extensión de la lámina de corriente. Para ánodos de largo efectivo superiores a 20 mm, se apreció una alta emisión de neutrones para descargas con deuterio. Y se observó la aparición de dip en descargas con Argón. Se implementó el diagnóstico de imágenes ultra-rápidas en el visible, que se aplicó en el dispositivo plasma foco PF-50J.
- Divulgación: los resultados se presentaron en dos conferencias internacionales realizadas en Chile, a cargo de CCHEN:
 - 23rd IAEA technical meeting on research using small fusion devices, del 29 al 31 de marzo, donde se presentó el trabajo titulado “Plasma Focus Discharge of Low Energy Under Different Regimes of Input Power Density”.
 - 8th international conference on the frontiers of plasma physics and technology, del 3 al 7 de abril, donde se presentó “Digital holography applied to refractive optical diagnostics of pulsed plasmas”.
- Formación de estudiantes: este trabajo condujo al desarrollo de dos tesis de pregrados.

11. Proyecto “Diseño y construcción de generador de potencia pulsada rápido y compacto para aplicaciones” – Proyecto Semilla / En ejecución.

Avances

Avances del proyecto para la etapa 2017 estuvieron supeditados a la Universidad Mayor:

- Se obtuvieron fondos adicionales por parte de la Universidad Mayor, con los cuales se adquirieron módulos de alto voltaje para la fuente bipolar de carga del banco Marx.
- El proyecto ya cuenta con el diseño detallado de cada parte y con los materiales clave para su construcción y armado.

12. Proyecto Semilla “Estudio de los mecanismos de preionización en descargas plasma foco de energías de cientos de Joule” / Finalizado.

Resultados

- Se consideró el estudio del efecto del aumento de la corriente de preionización en dispositivos pulsados de plasma tipo plasma foco.
- Para eso, se estimaron corrientes que aumentaban de 14 a 97 Micro Ampere. El efecto se evidenció al utilizar impurezas de gases, como Metano y Argón, en un fondo de Hidrógeno,

logrando un grado de ionización más alto cuando la corriente de preionización era del orden de 97 Micro Ampere.

- Se determinó que las descargas generadas de esta forma seguían emitiendo pulsos de rayos X de la misma manera que las descargas sin impurezas. Además, el uso de impurezas en las mismas descargas (sin corrientes de preionización) no permite obtener la misma tasa de emisión de rayos X.
- Se realizó el estudio de la evolución del grado de ionización en el tránsito de la lámina de corriente durante la etapa de aceleración axial.

13. Proyecto “Caracterización de fuente radiactiva pulsada de baja dosis para uso biológico” - Proyecto Semilla CCHEN 2017 / Finalizado.

Resultados

- Se realizó una caracterización preliminar, tanto de la radiación electromagnética (rayos-x blando y duro), como de la emisión de neutrones para estimar la dosis equivalente para el caso de radiación pulsada de baja dosis, con potencial aplicación sobre material biológico.
- Se publicaron los siguientes artículos científicos:
 - "Hundred joules plasma focus device as a potential pulsed source for in vitro cancer cell irradiation", J. Jain, J. Moreno, R. Andaur, R. Armisen, D. Morales, K. Marcelain, G. Avaria, B. Bora, S. Davis, C. Pavez y L. Soto. AIP Advances, Vol. 7.
 - "Evidence of nuclear fusion neutrons in an extremely small plasma focus device operating at 0.1 Joules", L. Soto, C. Paves J, Moreno, L. Altamirano, L. Huerta, M. Barbaglia, A. Clause y R. Mayer. Physics of Plasmas, Vol. 24, Issue 8.
 - "Electromagnetic burst measurement system based on low cost UHF dipole antenna", I. Escalona, G. Avaria, M. Díaz, J. Ardila-Rey, J. Moreno, C. Pavez y L.Soto. Energies, Vol. 10.
 - "Energy distribution of the Neutron flux distribution measurements at the Chilean Reactor RECH-1 using multi-foil neutron activation and the Expectation Maximization unfolding algorithm", F. Molina, P. Aguilera, J. Romero-Barrientosc, H. F. Arellano, J. Agramunt, J. Medel, J. R. Morales y M. Zambra. Applied Radiation and Isotopes, Vol. 129.
 - "Plasma expansion synthesis of tungsten nanopowder", T. Sarmah, N. Aomoa, G. Bhattacharjee, S. Sarma, B. Bora, D.N. Srivastava, H. Bhuyan, M. Kakati, G. De Temmerman, Journal Alloys and Compounds, Vol. 725.
 - "Observation and interpretation of neutron origin prior to hard x-rays and pinch in a hundred joules plasma focus device Laser and Particle Beams", J. Jain, J. Moreno, D. Morales, S. Davis, B. Bora, G. Avaria, M. J. Inestrosa-Izurrieta y L. Soto. Laser and Particle Beams, Vol. 35, Issue 4.
 - "Stabilization of body-centred cubic iron under inner-core conditions", A. Belonoshko, T. Lukinov, J. Fu, J. Zhao, S. Davis, S. I. Simak. Nature Geoscience, Vol.10
 - "Microcanonical molecular dynamics simulation of the vitreous phase transition of poly(binaphthylphosphazene)", V.D. Samith, A. R. Ruíz-Fernández, V. E. Bahamondes-Padilla, D. Muñoz - Gacitúa, E. Ramos-Moore, Sergio Davis. Journal of Non-Crystalline Solids, Vol. 460.
 - "Ti film deposition process of a plasma focus: Study by an experimental design", M. J. Inestrosa-Izurrieta, J. Moreno, S. Davis y L. Soto. AIP Advances, Volume 7, Issue 10.
 - "Expectation values of general observables in the Vlasov formalism", D. González, A. Tamburrini, S. Davis, J. Jain, L. Soto y G. Gutierrez. Journal of Physics, Conference Series.

- En el marco de proyectos en ejecución, se realizaron colaboraciones con investigadores de la Universidad de Chile, Universidad de Santiago, Universidad Andrés Bello, Universidad de Talca, Universidad Católica de Chile y la Universidad Técnica Federico Santa María.
- Iniciativas de cooperación internacional:
 - Se recibió carta de interés por participar en proyecto Conicyt Anillos de Investigación y Tecnología (adjudicado en diciembre de 2017), por parte del grupo a cargo del Director de National Science Foundation - Engineering Research Center for Extreme Ultraviolet Science and Technology, Colorado State University.
 - Se mantuvieron los vínculos colaborativos entre investigadores del DCN y el Departamento de Materiales del Instituto de Fusión Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid, España.
 - En el marco del proyecto Fondecyt “Material Study of singular plasma domains in small plasma accelerators of type plasma-focus: Plasma Filaments”, en 2017 se recibió la visita de expertos de Argentina, provenientes de la Universidad Mar del Plata, de la Comisión de Energía Atómica y de la Universidad del Centro.
- El DCN y el OIEA realizaron dos reuniones técnicas, en el CEN La Reina:
 - Reunión preparatoria del programa de proyectos coordinados por el OIEA en Fusión por confinamiento magnético. 27 y 28 de marzo.
 - Reunión técnica del OIEA sobre investigación usando dispositivos pequeños de fusión. 29 al 31 de marzo. Expusieron investigadores del DCN:
 - Gonzalo Avaria:** “Visible spectroscopy of the axial phase in plasma focus discharge of hundreds of joules”.
 - María José Inestrosa:** “Diamond-like carbon deposition using a plasma focus of tens of joules”.
 - Jalaj Jain:** “Hundreds of joule plasma focus device as a potential source of pulsed x-rays and neutrons for in vitro cancer cell irradiation”.
 - Leopoldo Soto:** “Small dense pulsed plasma discharges program at the Chilean Nuclear Energy Commission basic research and applications to fusion, materials and biology”.
 - Cristian Pavez:** “Plasma focus discharge of low energy under different regimes of input power density”.
- 2 al 7 de abril: en Viña del Mar se realizó la 8ª Conferencia internacional “Frontiers in plasma physics and technology” (<http://www.fpptseries.org/>), donde el DCN fue parte del comité organizador. Expusieron:
 - **Charlas:**
 - Patricio Aguilera,** Director Ejecutivo: “Scientific and technological activities at the Chilean Nuclear Energy Commission”.
 - Leopoldo Soto:** “Small dense pinch plasma discharges: basic research and applications to biology and materials”.
 - Sergio Davis:** “Non-thermal plasmas and the concepts of equilibrium and temperature”.
 - Cristian Pavez:** “Digital holography applied to refractive optical diagnostics of pulsed plasmas”.

Biswajit Bora: "Plasma torches: development, characterizations and its applications to nanoparticle synthesis and treatment of microorganism".

○ **Sesión de Posters:**

Sergio Davis: "Non-thermal plasmas and the concepts of equilibrium and temperature".

Cristian Pavez: "Digital holography applied to refractive optical Diagnostics of pulse plasmas.

Biswajit Bora: "Plasma torches: development, characterizations and its applications to nanoparticle synthesis and treatment of microorganism".

María José Inestrosa: "Deposition of titanium using a plasma focus of tens of joules".

Gonzalo Avaria: "Study of the dynamics of a plasma sheath during the axial phase of the PF-400J"

Jalaj Jain: "Studies on plasma focus devices and characterization of pulsed radiation to use it for in vitro cancer cell experiments".

- 21 al 25 de agosto: el investigador del DCN, Dr. Francisco Molina, a través del Centro de Simulaciones y Cálculos en Ciencias y Aplicaciones Nucleares, y en el marco del proyecto "Improving capabilities for simulation and calculation in nuclear sciences", organizó el curso introductorio MATLAB, dictado por los expertos argentinos de la Universidad Nacional de Río Negro y de la Fundación Escuela Medicina Nuclear.
- 14 al 16 de septiembre: el investigador del DCN, Leopoldo Soto, participó en el 16th Latin American workshop on plasma physics", donde se compartieron los avances realizados en las diferentes áreas de la física de plasma, siendo además, una instancia de colaboración entre los científicos de América Latina. El Dr. Soto presentó "Small dense pulsed plasma discharges program at the Chilean Nuclear Energy Commission basic research and applications to fusion, materials and biology".
- 25 y 26 de septiembre: en la Universidad Católica de Chile se desarrolló el XII Congreso regional escolar de la ciencia y tecnología - Región Metropolitana Norte 2017, organizado por el Proyecto Asociativo Regional Explora de Conicyt. La investigadora del DCN, Karla Kauffmann, participó en el equipo evaluador.
- 25 de septiembre: durante la "Conferencia internacional de física aplicada y matemáticas", efectuada en India, el Dr. Biswajit Bora presentó "Independent control of ion energy and ion flux in capacitively coupled radio frequency plasma: a study on harmonic ratio". Además, el Dr. Bora visitó "Institute for Plasma Research", para trabajar colaborativamente con dicho Instituto.
- 17 y 18 de octubre: la Dr. del DCN, Karla Kauffmann, realizó charlas en el colegio Santa Catalina de San Miguel y en el Instituto Santa María de Santiago, en el marco de "1000 Científicos, 1000 Aulas", que reunió a 100 asistentes, entre ellos, alumnos de 7^º básico a 4^º medio. Expuso "Plasma y fusión nuclear: en camino hacia la energía del futuro".
- 06 al 10 de noviembre: el Centro de Simulaciones y Cálculos en Ciencias y Aplicaciones Nucleares, en el marco del proyecto "Improving capabilities for simulation and calculation in nuclear sciences", organizó el 2^º curso MATLAB (Matrix Laboratory), dictado por un experto del Instituto Balseiro de Argentina.
- 16 de noviembre: dos investigadores del DCN participaron en la V Feria Científica Interescolar "Pascalle Aravena", del colegio Antihue (La Florida), donde realizaron dos charlas a alumnos de

enseñanza básica y media. En tanto, como parte del jurado de la Feria asistieron cinco investigadores del Departamento.

- 16 y 19 de octubre: investigador del DCN asistió a la “Conference on Materials Science”, en Valdivia, donde se presentó la contribución realizada por investigadores del DCN, a través de "Superheating phenomena and melting temperature in Potts model for spins".
- Del 6 al 10 de noviembre, un investigador de este Departamento participó en "XV Latin American Workshop on Non-Linear Phenomena", en La Serena, donde expuso "Probabilistic inference for dynamical systems: Bayesian path ensembles and the maximum caliber principle", también a cargo de parte del equipo de esta División.
- La DCN realizó charlas, talleres y seminarios dirigidos a la comunidad CCHEN y al público en general, como parte del programa de difusión científica y tecnológica. Estas son:
 - 22 de marzo: charla “¿Por qué los neutrones son útiles en materia condensada?”, dictada por el Dr. Gabriel Cuello, del Instituto Laue-Langevin de Francia.
 - 3 de mayo: charla "Simulaciones computacionales para la síntesis de nanopartículas de óxido de cobre mediante una antorcha de plasma", dictada por la Dra. Karla Kauffmann, investigadora del DCN.
 - 17 de mayo: charla "Radiaciones ionizantes: una moneda con dos caras", dictada por la Dra. Beatriz Sánchez, jefa del Magister de Física Médica del Departamento de Física de la Universidad Católica.
 - 31 de mayo: charla "Líquidos iónicos: disolventes de diseño para múltiples aplicaciones", a cargo del Dr. Julio Urzúa, investigador del Departamento Materiales Avanzados (DMA) del CEN Lo Aguirre.
 - 7 de junio: charla "Participación de la quinasa Cdk5 en el dolor inflamatorio facial", de Dr. Elías Utreras, profesor asistente del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
 - 14 de junio: charla “Proyecto de ley para la creación del Ministerio de Ciencias y Tecnologías”, del asesor científico de la Presidenta Michelle Bachelet, Mario Hamuy.
 - 28 de junio: charla "Proyecto Molukia: descubriendo la diversidad y rol de las cucarachas nativas en ambientes silvestres", de Constanza Schapheer, Mg. en Ciencias e investigadora del proyecto Molukia.
 - 5 de julio: charla "Diversidad microbiana en ambientes acuáticos poliextremos del Norte de Chile", de Cristina Dorador, investigadora titular en el Centro de Biotecnología y Bioingeniería.
 - 12 de julio: charla "Desafíos y oportunidades en torno al desarrollo de computación especializada, el nuevo paradigma tecnológico", del Dr. Gonzalo Carvajal, de la Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso.
 - 26 de julio: charla "Desarrollo de un dron detector de radiación", dictada por Hernán Loyola, del Departamento de Protección Radiológica y Ambiental, CCHEN.
 - 16 de agosto: charla "Los materiales del futuro", del profesor Fernando Lund, Premio Nacional de Ciencias Exactas 2001.
 - 22 de agosto: charla "Descargas pulsadas de tipo corona bajo el agua: una técnica de desinfección de agua libre de químicos", del Dr. Suryakant Gupta, del Institute for Plasma Research, India.
 - 25 de agosto: charla "Machine Learning en Dispositivos de Fusión Nuclear", del Dr. Gonzalo Farías, de la Universidad Católica de Valparaíso.

- 27 de septiembre: charla “El viaje del SUCHAI -1: lecciones y oportunidades para SUCHAI-2 y -3”, del Dr. Marcos Díaz, de la Universidad de Chile.
- 8 de noviembre: charla “Reflexión estratégica de posicionamiento para CCHEN 2.0”, de Marco Auspont, jefe de la División Corporativa de la CCHEN.
- 30 de noviembre: charla “Caracterización computacional del RECH-1 usando el método Monte Carlo”, de Francisco Cabrera, de la CCHEN.

DEPARTAMENTO REACTORES DE INVESTIGACIÓN

Responsable: Eugenio Vargas Cárdenas

eugenio.vargas@cchen.cl

223646149

OBJETIVO

Operar en forma segura y eficiente los reactores nucleares de investigación, mediante el desarrollo de capacidades y personal preparado para utilizar los instrumentos e instalaciones que usan los neutrones directamente en el núcleo del reactor o en el área experimental y prestar los servicios de irradiación de materiales, satisfaciendo los requerimientos internos y externos a la Institución.

Promover el conocimiento de los reactores nucleares experimentales y su utilización en investigación y docencia a nivel nacional.

HECHOS RELEVANTES

- Se retomó la cooperación con entidades externas con el reactor nuclear RECH-1. La instalación se utilizó para irradiar nueve conjuntos de muestras geológicas para datación del Sernageomin. El reactor RECH-1 cuenta en su núcleo con un sistema que permite mantener girando una muestra de manera continua mientras se está irradiando con neutrones. Se realizaron los cálculos neutrónicos necesarios para montar la configuración N° 75 del núcleo del reactor RECH-1.
- En 2017, ingresaron al núcleo del reactor dos nuevos elementos combustibles de bajo enriquecimiento en U^{235} (< 20%), fabricados por la Planta de Fabricación de Elementos Combustibles de la CCHEN.
- En lo que respecta a divulgación científica y tecnológica, se recibieron más de 30 delegaciones de colegios, universidades, instituciones, municipalidades y juntas de vecinos, entre otras.
- El funcionario del Departamento, Luis Manríquez, actuó como jefe del Programa de Proyectos Coordinados (CRP, por su sigla en inglés) del OIEA, vinculado a técnicas de monitoreo en línea de máquinas rotatorias en reactores de investigación.
- Estaciones de Monitoreo de la Falla de Ramón. Se donaron tres estaciones sismológicas permanentes, de un total de seis, para la red de monitoreo de la Falla de Ramón. La iniciativa es liderada por la Subsecretaría del Interior, Onemi y la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Cada Central cuenta con sismógrafos, sismómetros, acelerógrafos y digitalizadores. A su vez, cuentan con conexión vía 3G al Centro Sismológico Nacional, para su monitoreo en tiempo real. El ingeniero de seguridad nuclear y radiológica, Cristián Sepúlveda, desarrolló la iniciativa, que además aporta a la información que el reactor nuclear RECH-1 obtiene respecto de la falla geológica.

DEPARTAMENTO DE MATERIALES AVANZADOS

Responsable: María José Inestrosa Izurieta

mariajose.inestrosa@cchen.cl

224702240

OBJETIVO

Desarrollar y mantener conocimiento, tecnologías y capacidades en las diferentes etapas del ciclo del combustible nuclear, los materiales atómicos naturales y de interés nuclear, así como implementar y gestionar investigación y desarrollo que resulten de beneficio a la sociedad, fomentando la generación de conocimiento y la exploración de aplicaciones en las áreas de Materiales de uso industrial, Nuevos materiales y Litio.

El Departamento está compuesto por:

- Planta piloto de hidrometalurgia
- Planta de elementos combustibles

HECHOS RELEVANTES

- Establecimiento de una nueva componente de investigación básica-aplicada, para complementar el desarrollo de las áreas y alcanzar una contraparte científico-técnica válida para colaboraciones tanto internas como externas, de modo de apuntar hacia la investigación sinérgica y multidisciplinaria, de excelencia y pertinente para el país desde nuestro rol.
- Implementación del Laboratorio de Líquidos Iónicos en CEN Lo Aguirre.
- Establecimiento de una red de colaboración con la Universidad Federico Santa María y Universidad de Chile, en el marco del proyecto de Inserción al Sector Productivo (PAI).
- Proyecto **“Obtención de concentrados de Elementos de Tierras Raras (ETR), a partir de minerales prospectados en la Región de Atacama, mediante la aplicación de procesos a escala piloto”**. En enero se inició este Proyecto, en el marco del 1º Concurso de Investigación Tecnológica Temática en Minería, del programa IDeA de Fondef, liderado por el Ing. Pedro Orrego. Además, cuenta con la participación de académicos del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Santiago de Chile y el patrocinio de Enami. Resultados:
 - Recuperación del 40% de los ETR al utilizar H_2SO_4 .
 - Eliminación del 80% de impurezas (hierro y aluminio), mediante precipitación selectiva.
 - Concentración y purificación del 80% de los ETR presente en las soluciones, mediante extracción por solventes.
 - Avances generados en medio nítrico presentan una eficiencia de precipitación de los ETR sobre un 97% con $H_2C_2O_4$, producto que finalmente es calcinado para generar el concentrado de óxido de ETR.
 - Cada operación fue desarrollada utilizando parámetros escalables, que serán utilizados para proyectar el nivel de producción de óxidos de ETR a nivel piloto.



Imagen N° 9: Concentrado de óxidos de ETR

Sc	Y	La
0,01%	27,51%	1,35%
Tb	Dy	Ho
0,10%	1,60%	0,80%
Ce	Pr	Nd
6,72%	0,20%	1,10%
Er	Tm	Yb
2,37%	0,50%	5,55%
Sm	Eu	Gd
0,31%	0,10%	0,70%
Lu		ETR
0,79%		49,71%

Tabla N° 7: Ley de los ETR presentes en concentrado

● **“Diseño de planta piloto y validación de obtención de concentrados de óxidos de ETR”.**

Las principales conclusiones del trabajo a la fecha son:

- Se obtuvieron los parámetros y dimensiones necesarios para desarrollar pruebas piloto en dependencias de la CCHEN.
- En base a los rendimientos obtenidos en las experiencias desarrolladas, se contempla el procesamiento de 100 Kg de mineral por ciclo, para recuperar entre 45 y 50 grs. de concentrados de óxidos de ETR, con una ley aproximada de entre 40% a 50%.
- **Proyecto Semilla “Implementación de un sistema de cristalización para la purificación de salmueras conteniendo litio”.**

El objetivo es desarrollar una metodología para purificar salmueras conteniendo cloruro de litio y cloruro de magnesio. En este marco, se obtuvieron curvas de calentamiento realizadas a distintas temperaturas, agitación y presión de vacío, siendo posible eliminar el solvente de las soluciones portadoras de litio, a temperaturas superiores a la ambiente, en cortos intervalos de tiempo. Resultados:

- Construcción de diagramas ternarios para condiciones de trabajo reales.
- Divulgación de los resultados de esta nueva metodología en artículos científicos.
- Implementación del proceso a nivel piloto, para conseguir financiamiento externo para proyectos científicos y tecnológicos.
- **Proyecto Semilla “Obtención de salmueras concentradas de litio, mediante la técnica de extracción por solventes, a partir de salmueras procedentes del Salar de Atacama”.**

El objetivo fue investigar y desarrollar una alternativa tecnológica que permita obtener salmueras concentradas en litio, mediante la aplicación de una técnica diferente a la evaporación solar en piscinas utilizada en la actualidad en la industria. La técnica utilizada fue la de extracción por solventes. Conclusiones:

- Mediante el análisis de los resultados obtenidos, se afirma que, dadas estas condiciones, es factible extraer las impurezas de la solución de manera selectiva, es decir, la afinidad del extractante es prioritaria para dichos elemento por sobre el litio.
- Además, es posible proponer una etapa previa de eliminación de estos elementos, mediante esta técnica u otra.

- Adjudicación y desarrollo del Proyecto Semilla **“Optimización en el proceso de extracción de litio mediante la aplicación de nuevo líquido iónico en etapa de extracción por solvente”**, con resultados favorables que permitirán postular a proyecto Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef) IDeA de Conicyt.
- Adjudicación y desarrollo parcial del Proyecto Semilla **“Implementación de un equipo de depósito químico en fase vapor asistido por plasma para el desarrollo de investigaciones en nuevos materiales y nanotecnología”**.
- Validación de la fabricación de componentes estructurales de elementos combustibles, en aleación de aluminio Al-6061, en un centro de mecanizado con control numérico la cual permite realizar la producción con un menor rango de tolerancia.
- Reanudación de la fabricación de elementos combustibles, de acuerdo al plan de suministro solicitado por el RECH-1 y a nuevo plan de fabricación entre la CCHEN y el DOE de EE.UU., para el periodo 2018-2021.
- Fabricación y despacho de 900 unidades de cápsulas para irradiación de materiales para el cliente interno Sección de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos.

Publicaciones:

TÍTULO	AUTORES	LUGAR/REVISTA	AÑO
Divergent synthesis of porous tetraphenylmethane dendrimers	Julio I. Urzúa, Mercedes Torreiro	The Journal Organic Chemistry	2017
Ti film deposition process of a plasma focus: study by an experimental design	M.J. Inestrosa- Izurieta, J. Moreno, S. Davis, L. Soto	AIP Advances	2017
Construction of a Potentiostat to Perform Electrochemical Impedance Spectroscopy Tests	J Hernández Francisco Sepúlveda	Scientific Research Publishing	2017
Determinación de perfil térmico y propiedades mecánicas en uniones soldadas por fricción-agitación (FSW) para planchas de aluminio AA6061-T6 de grado nuclear	Jaime Lisboa, Mario Barrera, Karem Tello	Revista Materia	2017
Evolución microestructural de un aleación de aluminio A356 reforzada con partículas de Si₃N₄ sometida a molienda mecánica	Stella Ordoñez, Pedro Palominos, Oscar Bustos y Jaime Lisboa	VI Congreso Nacional de Pulvimetalurgia y I Congreso Iberoamericano de Pulvimetalurgia, Ciudad Real, España	2017

- Se validó la fabricación de componentes estructurales en aleación de aluminio Al-6061, junto con la tarea de armado del cuerpo del elemento combustible. La evaluación consideró inspección y ensayos diversos, además de la elaboración de un instructivo de trabajo (en condiciones seguras) para el armado del cuerpo del elemento combustible, la modificación del formulario de registros, la elaboración del algoritmo de armado, el desarrollo de un programa de armado en lenguaje de máquina, el armado virtual y la compilación del programa de armado.
- Se fabricaron y despacharon 900 unidades de cápsulas para irradiación de materiales para el cliente interno de la Sección de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos.
- Se realizó la Memoria para optar al título de Ingeniero Civil en Metalurgia: “Determinación de propiedades mecánicas de aleaciones de aluminio con diferentes grados de deformación plástica”. Departamento de Ingeniería en Metalurgia, Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello. Autor: Pedro Montero Martínez.

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS NUCLEARES

Responsable: Adriana Nario Mouat

adriana.nario@cchen.cl

223646279

OBJETIVO

Encontrar respuestas a problemas y demandas en el ámbito público/privado por medio del planteamiento de proyectos y convenios nacionales e internacionales, donde el uso y aplicación de metodologías y técnicas isotópicas, complementadas a las convencionales, permitan fortalecer el conocimiento en áreas de salud humana, inocuidad alimentaria y medio ambiente (suelo/agua/aire y su relación con la flora y fauna).

Este Departamento cuenta con el Laboratorio de Radiología Celular y Molecular; el Laboratorio de Salud, Alimentos y Medio Ambiente; el Laboratorio de Metrología Química y Activación Neutrónica; el Laboratorio de Isótopos Ambientales y el Laboratorio de Agricultura.

HECHOS RELEVANTES

- La CCHEN actuó como patrocinante de proyectos presentados al Concurso de Conicyt “Apoyo a la Formación de Redes Internacionales para Investigadores en etapa inicial”, convocando a investigadores de Chile, Cuba, México, Colombia, Brasil y Argentina para participar como investigadores asociados. Ambas iniciativas fueron enviadas a evaluación:
 - “Red Internacional de Colaboración para fortalecimiento de la Investigación en Bancos de Tejidos”
 - “Red Internacional de Investigación en Oncofertilidad”
- El proyecto “Modulación del proceso angiogénico en condiciones fisiológicas y patológicas por el factor de coagulación X y factor Xa” posibilitó la realización de estudios in vivo, el procesamiento de muestras de tejidos para análisis histológico convencional, tinciones y marcadores moleculares.
- En tanto, para el proyecto “Efecto de hormona folículo estimulante sobre la glicosilación en el ovario”, se realizó la evaluación histológica de marcadores y pruebas de unión a lectinas en muestras de tejidos obtenidas previamente.
- Participación del Laboratorio de Radiobiología Celular y Molecular en seminarios, congresos y cursos:
 - Curso Procedimientos experimentales no quirúrgicos en rata, ratón y conejo, aula virtual Bioterio (acreditada en International Council for Laboratory Animal Science, ICLAS).
 - Congreso Regional Escolar de Ciencia y Tecnología 2017 del Explora-Conicyt, como evaluador de proyectos científicos para alumnos de establecimientos educacionales de la Región Metropolitana Norte.
 - Congreso de Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear 2017.

Proyectos:

- **Proyecto “Study, optimization and irradiation conditions in bones, causing minimal structural damage. Determination of expiration time of irradiated skin tissue preserved at refrigeration temperature”.**

- Este proyecto alcanzó su objetivo de estudio, respecto al comportamiento de los tejidos biológicos irradiados en relación a su óptima conservación en el tiempo. Se ha continuado realizando ensayos de microscopía electrónica y tinciones para confirmar los resultados.

- **Proyecto “Desarrollo de la técnica de insecto estéril (TIE) mediante radiación ionizante, para el control de la plaga cuarentenaria Lobesia botrana, técnica amigable y sustentable con el medio ambiente”.**

Proyecto conjunto entre la CCHEN, Fundación para el Desarrollo Frutícola y Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), que consiste en irradiar pupas de lobesia, favoreciendo su supervivencia y la mantención de sus características reproductivas, bajo condiciones de infertilidad.

- Se ejecutó la etapa de liberación semanal controlada de polillas irradiadas en ambientes urbanos para evaluar su reducción. Los avances de esta fase fueron dados a conocer por la colaboradora Paulina Aguirre, quien expuso en el Seminario “Medicina Nuclear. Control de vectores de plagas”, organizado por la CCHEN y la Universidad Santo Tomás, en noviembre, en el marco del Día Mundial de la Ciencia para la Paz y el Desarrollo.

- **Proyecto “Diseño y construcción de un irradiador gamma prototipo para el desarrollo de la técnica del insecto estéril (TIE)”.**

A cargo del ingeniero Oscar Durán, busca combatir y erradicar la reproducción y propagación del mosquito *Aedes aegypti*, vector de enfermedades como dengue, zika, chikungunya y fiebre amarilla. Para ello se tratan pupas del insecto con radiaciones ionizantes que induzcan esterilidad en su etapa adulta. Se obtuvieron las bases y los parámetros de diseño y construcción de dicho irradiador.

- **Proyecto Arcal “Aumento del rendimiento y potencial comercial de los cultivos de importancia económica”,** que cuenta con el apoyo del OIEA y con el interés de Chile por obtener una variedad de tomate resistente al estrés hídrico.

- Se experimentó para determinar la dosis crítica de radiación mediante la irradiación de semillas a diferentes dosis (0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 Gy). Para evaluar la germinación y crecimiento inicial de esta especie, se implementaron mejoras en el invernadero que la CCHEN posee en el CEN La Reina.

- Se recibió la Misión de la experta cubana, investigadora principal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Dra. María Caridad González, quien se reunió con expertos de la Universidad de Chile y Universidad Católica de Valparaíso, donde realizan estudios de selección y adaptación de la especie en cuestión.

- La CCHEN organizó el Taller sobre mutagénesis inducida, donde la Dra. González dictó cuatro conferencias sobre la experiencia cubana en el área. Asistieron conferencistas de la Universidad de Chile, Universidad Andrés Bello y Universidad Católica de Valparaíso; además de invitados del Instituto Forestal, Universidad de Talca, Instituto de

Investigaciones Agropecuarias, SAG, Universidad de Chile y Universidad de Concepción, generando interacción entre profesionales y académicos del sector.

- **Proyecto “Contrato de investigación con el OIEA en el Desarrollo de sistemas integrados de automatización para análisis por activación neutrónica”.**
 - Se puso en marcha el laboratorio de irradiación neumática para el análisis de radioisótopos de vida media corta.

- **Proyecto OIEA-Arcal “Utilización de técnicas nucleares en apoyo a la conservación y preservación de objetos del patrimonio cultural”.** En el marco de este Proyecto se realizaron las siguientes actividades:
 - Análisis de sitios de estudio y diseño de muestreo.
 - Definición de protocolos de preparación y análisis de muestras.
 - Recolección y almacenamiento de muestras.
 - Análisis de 125 muestras de pelos de momias de distintos asentamientos arqueológicos del norte del país.
 - Participación en capacitación sobre técnicas avanzadas de análisis estadístico multivariado para la evaluación de datos, en Uruguay.

- **Convenio colaborativo con la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Chile en Estudio de nanopartículas de oro y otros, para detección y tratamiento de cáncer y Alzheimer (2015 – 2017).**
 - En 2017 se analizaron 353 muestras, mediante la técnica de análisis por activación neutrónica.
 - Se realizaron dos publicaciones en revistas científicas:
 - Peptide Multifunctionalized Gold Nanorods Decrease Toxicity of β -amyloid Peptide in a Caenorhabditis elegans Model of Alzheimer’s Disease. F. Morales-Zavala, H. Arriagada, N. Hassan, C. Velasco, A. Riveros, A.R. Alvarez, A.N. Minniti, X. Rojas-Silva, L. Muñoz, R. Vásquez, Katherine Rodriguez, M. Sánchez-Navarro, E. Giralt, E. Araya, R. Aldunate, M.J. Kogan. Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine vol. 13, 2341-2350/7.
 - Improving gold nanorod delivery to the central nervous system by conjugation to the shuttle Angiopep-2. Carolina Velasco-Aguirre, Francisco Morales, Edison Salas Huenuleo, Eduardo Gallardo-Toledo, Oscar Andonie (†), Luis Muñoz, Ximena Rojas, Gerardo Acosta, Macarena Sánchez-Navarro, Ernest Giralt, Eyleen Araya, Fernando Albericio, Marcelo Javier Kogan. Nanomedicine, vol. 12, Nº 20.

- Convenio con la Universidad Católica de Chile para investigación en Chañaral, donde se analizaron 221 muestras de orina de sus habitantes, determinando cinco especies de Arsénico, además de Cobre, Níquel, Plomo y Mercurio.

- Ronda de intercomparación internacional de metrología química y activación neutrónica, organizada por el OIEA. Esto se realizó en muestras de vegetales y suelos con un rendimiento

de éxito en un 98.5% de los resultados entregados. Se participó en la reunión de evaluación de estos resultados, realizada en Liubliana, Eslovenia, en noviembre.

- Se actualizaron los datos isotópicos de la red nacional en el sitio web de la CCHEN. Esto ha sido de utilidad para estudios en hidrología en Chile y en el extranjero.
- **Proyecto “A multi-approach assessment of "Mountain block recharge" in rural, middle mountain rain-fed areas of North Central Chile”**. Fondecyt, en colaboración con el Dr. Ricardo Oyarzún, de la Universidad de La Serena.

El objetivo es caracterizar y determinar los procesos de recarga en zonas de secano áridas de montaña media y semi-áridas, mediante el uso integrado de técnicas analíticas en diversas escalas espaciales y temporales, incluyendo herramientas isotópicas derivadas de aplicaciones nucleares.

- **Proyecto “Strengthening monitoring of water resources in mining and industrial activity areas using isotopic techniques”**. Proyecto nacional.

Busca integrar al programa de monitoreo de fuentes de agua del sector de El Tranque el uso de la técnica de isótopos ambientales, cuyo resultado será un parámetro que fortalecerá la información obtenida a partir del monitoreo químico convencional.

- En 2017 se realizaron campañas a terreno y análisis de muestras de agua. Además, el equipo de trabajo asistió al curso nacional “Aplicaciones de Isótopos ambientales en el ámbito de la minería”, a cargo de expertos de Canadá y España.

- **Proyecto “Hillslope water storage and runoff processes: linking climate variability and interannual storage”**. Fondecyt, en colaboración con el Dr. Diego Rivera, de la Universidad de Concepción.

La propuesta se enfoca en la gestión y manejo de almacenamiento de agua en procesos de laderas, precipitación y escurrimiento, utilizando monitoreo isotópico e hidroquímico para cambios estacionales a largo plazo. Lo que se busca es proponer modelos hidrológicos conductuales para la hidrología de laderas, estimando el almacenamiento de la cuenca.

- **Proyecto Iniciativas Tempranas “Elementos que generan impacto en el agua”**.

Se determinó como bien público, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de la CCHEN 2.0” y, además, se entregó información técnica para la página virtual de Nucolab, que permite al usuario conocer el aporte de las técnicas isotópicas aplicadas a estudios del recurso agua.

- Publicaciones referidas a isótopos ambientales en el período:

- “Isotopic characterization of waters across Chile”. 2018. R. Sánchez-Murillo, E. Aguirre-Dueñas, M. Gallardo-Améstica, P. Moya-Vega, C. Birkel, G. Esquivel-Hernández, J. Boll. 205-230 p.
- Rivera, D. (Ed.), Godoy-Faúndez, A. (Ed.), Saavedra, M. (Ed.). (2018). Andean Hydrology. Boca Raton: CRC Press. 264 p.

- **Proyecto Arcal “Desarrollo de indicadores para determinar el efecto de los plaguicidas, metales pesados y contaminantes emergentes en Ecosistemas Acuáticos Continentales importantes para la Agricultura y Agroindustria”**.

Las actividades de este Proyecto se focalizaron en el área analítica, que involucra radiotrazadores en muestras ambientales (suelo, vegetal y sedimentos) y organismos bioindicadores. Además, se determinaron las constantes de partición de los plaguicidas

Atrazina, Carbaril, Clorpirifos, Diazinon, Glifosato, Imidacloprid y Tebuconazol, bajo condiciones del tipo de suelo de las cuencas de los ríos Tijeral y Traiguén.

La mayor parte de ellos muestra un grado moderado de adsorción al suelo de ambos ríos, salvo Glifosato que es fuerte, lo que implica que el potencial de lixiviación hacia recursos de agua subterránea es casi nula. De estos valores se consideró Atrazina y Clorpirifos para aplicar en modelos SWAT y AQUATOX de predicción de escenarios de cargas de plaguicidas en las cuencas.

Como ejemplo, en el caso del modelo SWAT para el plaguicida Clorpirifos se observó que en la zona de manzano, la que mayores concentraciones de plaguicida recibe, siendo la más cercana a la desembocadura en el río Vergara, presentó un valor máximo de 13.94 $\mu\text{g/L}$ (0.129 mg/L). Al igual que el modelo Aquatox, es importante considerar las variaciones anuales, atribuibles a las diferencias climáticas de cada año, en especial a la pluviometría, siendo necesario obtener datos del terreno durante varias temporadas.

Se envió a eventos de difusión el siguiente trabajo:

- “Influence of maize plant residue on the biodegradation of 14 C - Atrazine in a Chilean agricultural soil”, Videla, X., Gonzalez M., Parada A.M., Wolff, C., Palma, R., Nario, A. Presentado al 6° Latin American Pesticide Residue Workshop, realizado en San José de Costa Rica, en mayo de 2017.
- **Proyecto nacional OIEA / Oficina de Estudios y Políticas Agrarias / CCHEN “Cuantificación de la contribución de la producción agrícola en sectores prioritarios en la generación de gases efecto invernadero (balance CO_2 , CH_4 y N_2O) utilizando técnicas isotópicas”.**

Durante el tercer año de estudio, se continuó cultivando maíz, en su variedad choclero, para determinar el efecto inhibitor de la nitrificación de la urea y su influencia sobre las emisiones de N_2O . En esta fase, las conclusiones evidenciaron que:

 - El uso del inhibidor de la nitrificación, aplicado bajo las condiciones de este estudio, redujo las emisiones de N_2O en un 37% en promedio, comparado con las emisiones de los tratamientos control T0 (sin urea) y un 9% menos de emisión al utilizar el inhibidor de la nitrificación. Como datos preliminares, los factores de emisión del cultivo de maíz desde siembra a cosecha fueron de 0,26 para T1, y de 0,052 y 0,032 para T2 y T3, respectivamente.
 - Se recibió la misión de experto de la Dra. Carolyn Görres, del área de Investigación de Cambio Climático para Cultivos Especiales de la Universidad de Hochschule, Alemania, para interpretar los datos obtenidos en dos tipos de estudio de campo en la medición de Gases Efecto Invernadero y presentar prácticas de mitigación en una agricultura sustentable.
- **Proyecto “Emisiones de Gases NH_3 , N_2O , CH_4 y CO_2 en cultivo de maíz con fuentes de fertilizante nitrogenado utilizando técnicas isotópicas”.**

Este Proyecto ha establecido cuatro tratamientos para evaluar el efecto inhibitor de la nitrificación, ya sea incorporando la urea (como producto terminado) y el inhibidor tipo gel adherido a la urea de manera mecánica.
- **Proyecto Arcal “Mejora de los sistemas de producción agrícola mediante la eficacia en el uso de los recursos”.**

La iniciativa, finalizada en 2017, consideró la evaluación de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) en leguminosas de grano (lupino, haba, arveja y vicia), para utilizarse como abono verde, para rotación de cultivo y para uso en producción orgánica. Los niveles de fijación oscilaron entre 191 y 576 kg N/ha por hectárea y por año. Los rendimientos de trigo cultivado después de las leguminosas, variaron entre 88 y 118%, en relación al rendimiento de testigo (5,9 ton grano /ha) con aplicación de N mineral (206 kg de N /ha).

Paralelamente, se evaluó la FBN de praderas de leguminosas anuales trébol subterráneo (*Trifolium subteraneum*), medicago anual (*Medicago polymorpha*) y trébol balasa (*Trifolium michemianum*) para utilizarse en rotaciones con cereales. En ese caso, los niveles de fijación oscilaron entre 83 y 193 kg Nda por hectárea/año. Los rendimientos de trigo cultivado, al año siguiente de las praderas de leguminosas, fue de 77% en relación al rendimiento de testigo con aplicación de N mineral (160 kg de N /ha).

Finalmente, se evaluó, con métodos isotópicos con N¹⁵ en siembras asociadas de gramíneas con leguminosas forrajeras, la transferencia de Nitrógeno fijado por las leguminosas a las gramíneas. Se detectó que el 60% del N contenido en la biomasa de la gramínea provino de la leguminosa asociada, concluyendo que el uso de leguminosas, ya sea utilizadas tanto como abono verde como en rotaciones de praderas con cereales, constituyen una excelente alternativa para el manejo sustentable de los sistemas productivos en la región mediterránea de Chile.

- Otros (convenios y resultados del Laboratorio de Agricultura):
 - Participación en ronda Internacional de Laboratorios de Ensayos de Aptitud Analítica en la determinación de los porcentajes de Nitrógeno Total y de N¹⁵ átomos en exceso en muestras de vegetales, donde se obtuvieron excelentes resultados de precisión y se aseguró la calidad analítica de estas conclusiones en los Laboratorios de la Sección Agricultura. Cabe destacar que el análisis de N¹⁵ a.e. (%) por espectrometría de emisión óptica es una técnica única en el país.
 - Convenio de cooperación entre la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa), la CCHEN y la Viña Concha y Toro S.A.
 - Convenio de cooperación entre el Laboratorio de Agricultura de la CCHEN y el Laboratorio de Nutrición Frutal de la Facultad de Agronomías e Ingeniería Forestal de la Universidad Católica, para generar conocimientos y desarrollos en ciencia y tecnología nuclear, y colaborar en el estudio y desarrollo de nuevas capacidades de medición de absorción y movilización de nutrientes esenciales en plantas, mediante el uso de elementos pesados, para investigar la absorción, transporte y distribución de los nutrientes en las plantas.
- Informes técnicos:
 - Informe final de Arcal del proyecto “Desarrollo de indicadores para determinar el efecto de los pesticidas, metales pesados y contaminantes emergentes en los ecosistemas acuáticos continentales importantes para la agricultura y la agroindustria. 2014-2017”.

FISCALIZACIÓN Y CONTROL VENTAS DEL LITIO

Responsable: Mauricio Maureira Vargas

mauricio.maureira@cchen.cl

224702580

Control de ventas de litio

Su objetivo es lograr que el Estado tenga autonomía en el control de las exportaciones de Productos de minería no metálica, especialmente productos de litio, por corresponder a un Elemento estratégico para el país.

Fue así como durante 2017 la CCHEN incrementó sus capacidades para realizar análisis al litio extraído a sus concentrados, derivados o compuestos.

En marzo de 2017 finalizó la implementación y validación de metodologías para la determinación de metales alcalinos en salmueras del Salar de Atacama, con la correspondiente redacción de procedimientos técnicos.

En abril de 2017 se inició el proceso de implementación y validación de metodologías para la determinación de metales alcalinos por Espectrofotometría de Absorción Atómica en Carbonato de Litio, Determinación de metales trazas en Carbonato de Litio por la técnica de Emisión por Plasma Inductivamente Acoplado (ICP-OES) y además se implementó y validó la caracterización física de Tamaño de Partícula para Carbonato de Litio por la técnica de Distribución de Tamaño de Partícula por Difracción Laser.

En noviembre de 2017, se auditó el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la Sección de Caracterización, en específico la técnica de espectrofotometría de Absorción utilizada para la determinación de Salmueras en base a ISO 17025 - Of2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración", con el fin de robustecer el SGC en base a la norma ISO 17025 con miras a una futura acreditación de las técnicas y metodologías implementadas y validadas.

A fines de diciembre, se trabajó en la redacción de los procedimientos asociados a la implementación y validación de las metodologías de análisis antes mencionadas. Todo esto en conjunto con el Laboratorio Químico de Aduanas, y bajo la supervisión de una experta contratada por Corfo, en el marco de este convenio de colaboración.

Los principales hitos de este proceso fueron:

- Se incorporaron a CCHEN dos profesionales para la implementación del plan de acción suscrito tras revisión externa al proceso realizada el año 2016.
- Se recibieron solicitudes sobre autorización e cuota de litio de acuerdo al siguiente cuadro:

EMPRESA	UBICACIÓN	ESTADO
Codelco	Salar de Maricunga	Terminada con asignación de cuota, mediante acuerdo de consejo CCHEN.
Minera Salar Blanco	Pertenencias en Salar de Maricunga	En revisión, en consulta con otros organismos técnicos del estado
Codelco	Salar de Pedernales	En revisión.
Minera Uno de Peine	Pertenencias Salar de Atacama	En revisión, de antecedentes legales.

- Firma y puesta en operación del convenio de colaboración entre la CCHEN y Sernageomin, con el objetivo de contar con asesoría técnica especializada en la evaluación de las solicitudes de autorización de cuota de extracción de litio.
- Desarrollo del convenio de colaboración entre la CCHEN y el Comité de Minería no Metálica de Corfo, para mejorar y fortalecer los procesos de control de la explotación de productos de minería no metálica, especialmente productos de litio.
- Desarrollo de un convenio de colaboración entre la CCHEN y Corfo, con el objetivo de regular el trabajo colaborativo de estos órganos vinculados a las actividades de autorización y control de los actos jurídicos sobre litio, y en especial, a la comercialización de los productos que se obtienen a partir de la extracción de las salmueras del Salar de Atacama, cada uno en el marco de sus atribuciones, para conocer, en detalle, el cumplimiento de las cuotas asignadas, los contenidos de dichas comercializaciones.
- Se emitieron 66 Resoluciones Exentas autorizando ventas para el año 2017.
 - SQM Salar S.A. : 34 resoluciones correspondientes a 103 solicitudes
 - Rockwood Lithium Ltda. : 32 resoluciones correspondientes a 191 solicitudes
- En tanto, se recibió desde las empresas la información solicitada sobre las ventas, asociadas a cada una de estas autorizaciones.

DIVISIÓN SEGURIDAD NUCLEAR Y RADIOLÓGICA

RESPONSABLE: MAURICIO LICHTENBERG VILLARROEL

mauricio.lichtenberg@cchen.cl

223646259

OBJETIVO

Prevenir los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes sobre las personas y el medio ambiente, velando por el cumplimiento de las exigencias nacionales e internacionales, en materia de seguridad tecnológica, seguridad física y de salvaguardia de las instalaciones nucleares y radiactivas.

PRINCIPALES LOGROS 2017

- Gestión del sistema de fiscalización basado en riesgos. Se desarrollaron y establecieron criterios de seguridad basados en los riesgos de las instalaciones. La metodología consideró recomendaciones internacionales, y actualmente este sistema está desarrollado e implementado.
Durante 2017 se ejecutó el plan de inspecciones que considera un horizonte de tres años y su ejecución se inicia en enero de 2018. Los criterios de seguridad basados en riesgos considerados en la planificación permitieron una asignación de recursos más eficiente, principalmente para las prácticas del área industrial.
Respecto de los riesgos asociados a las distintas prácticas y el desempeño de los distintos explotadores, se podrá contar en el mediano plazo con una base de datos con las distintas fuentes y situaciones de riesgos, considerando la información que proporcionarán las actas de inspección y los informes técnicos de hallazgos.
- Durante 2017 se desarrolló un arduo trabajo de autoevaluación del sistema regulatorio nacional.
El resultado de este trabajo se vio plasmado en el desarrollo del material de referencia avanzado (ARM), insumo fundamental para la Misión IRRS (Servicio Integrado de Revisión Regulatorio, por su sigla en inglés) del OIEA, previsto para enero de 2018. El trabajo arrojó un diagnóstico basado en la determinación de brechas del sistema regulatorio nacional versus los estándares internacionales promovidos por el OIEA y la proposición de planes de trabajo para la corrección de las brechas antes mencionadas.
- Durante la fiscalización del año 2017 a instalaciones de 1ª categoría se detectaron 14 hallazgos de gravedad tipo 1, los que dieron origen a seis sumarios. Adicionalmente, existen seis hallazgos, también de gravedad tipo 1, que aún están en proceso de tomar una resolución.

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE SEGURIDAD

RESPONSABLE: Cristián Sepúlveda Soza

cristian.sepulveda@cchen.cl

223646212

OBJETIVO

Proponer, para aprobación por la autoridad institucional, los textos legales, disposiciones reglamentarias, normativas y guías técnicas sobre la seguridad nuclear, radiológica, física, salvaguardias y desempeño del personal asociado a instalaciones nucleares y radiactivas de competencia de la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

HECHOS RELEVANTES

Regulación:

Durante el año 2017 se elaboraron y aprobaron por el Consejo Directivo las siguientes propuestas de Reglamentos:

- Gestión de Combustible Gastado y Desechos Radiactivos.
- Transporte Seguro de Materiales Radiactivos.
- Protección Radiológica.

Se desarrollaron además seis Normas que fueron aprobadas por el Director Ejecutivo de la CCHEN:

- Criterios básicos de protección radiológica.
- Requerimientos de control dosimétrico para personal de operación de Instalaciones Nucleares o Instalaciones Radiactivas.
- Formato de Documentos de Licenciamiento para Instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- Contenido del Manual de Protección Radiológica Operacional para Instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- Contenido del Informe de Funcionamiento y Seguridad Radiológica para instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- Protección Física en el transporte de los Materiales Nucleares y los Materiales Radiactivos.

DEPARTAMENTO EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN

Responsable: Patricio Fonseca Fonseca

patricio.fonseca@cchen.cl

223646201

OBJETIVO

Supervisión:

- Establecer criterios de seguridad que permitan reducir, a niveles aceptables, los riesgos potenciales de las radiaciones, y desarrollar las técnicas de análisis y evaluación de los citados riesgos y sus correspondientes criterios de aceptación.
- Evaluar las solicitudes para el emplazamiento, construcción, puesta en servicio, operación, cierre, desmantelamiento u otra actividad pertinente de las instalaciones nucleares y radiactivas de 1ª categoría y proponer las autorizaciones respectivas a la autoridad institucional.
- Evaluar las solicitudes de autorizaciones para la importación, exportación, transporte y transferencia de sustancias nucleares y materiales radiactivos y proponer las autorizaciones respectivas a la autoridad institucional.
- Evaluar las solicitudes de personal que opere y ejerza como en las instalaciones nucleares y radiactivas de 1ª categoría y proponer las autorizaciones respectivas a la autoridad institucional.

Fiscalización:

- Verificar el cumplimiento de las disposiciones legales, reglamentarias y normativas sobre seguridad tecnológica, física y salvaguardias, establecidas como límites y condiciones de operación en las autorizaciones emitidas para cada práctica nuclear y radiactiva de 1ª categoría que opere en el país.

HECHOS RELEVANTES

Fiscalización

En el ámbito de las Fiscalizaciones, durante el 2017, se efectuaron 285 fiscalizaciones a instalaciones radiactivas de 1ª categoría a nivel nacional, considerando instalaciones de la CCHEN e instalaciones externas médicas e industriales.

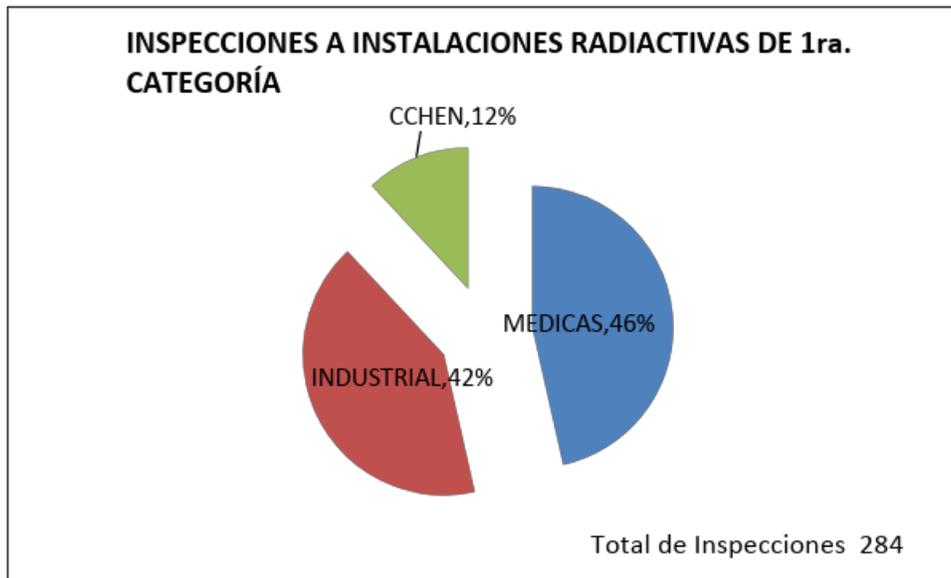


Gráfico Nº 13: Inspecciones a instalaciones 2017

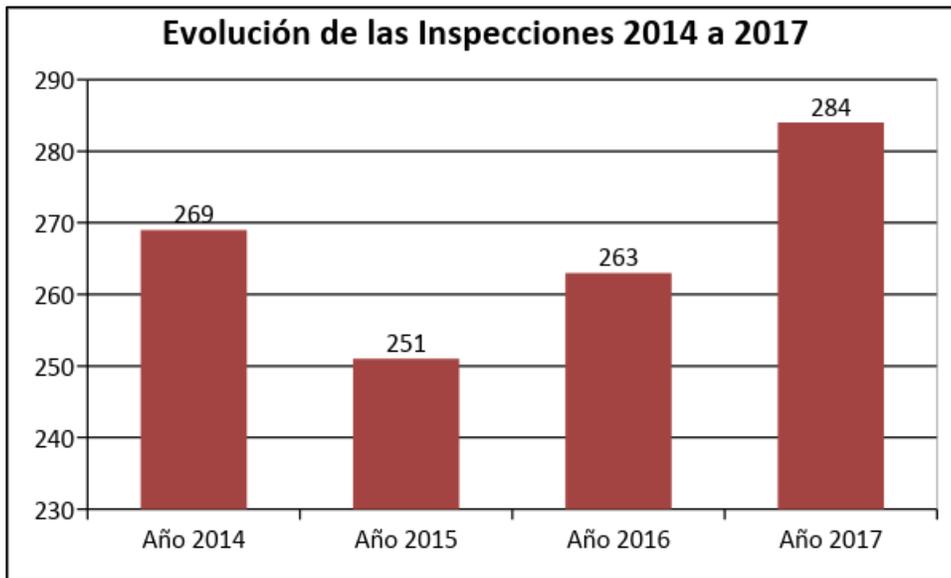


Gráfico Nº 14: Evolución de inspecciones a instalaciones 2014-2017

Durante el año se realizaron inspecciones del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares a cuatro instalaciones de la CCHEN, tanto por inspectores nacionales como extranjeros dispuestos por el Organismo Internacional de Energía Atómica: Laboratorio de Conversión, Reactor Nuclear Lo Aguirre (RECH-2), Planta de Elementos Combustibles y Reactor Nuclear La Reina (RECH-1).

Se concluyó que los materiales nucleares, guardados y comprobados en los diferentes puntos de control, se encuentran en total concordancia con los registros de inventario del Sistema Nacional de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (SNCCMN). Dichos puntos de control de materiales nucleares cuenta con las medidas de seguridad necesarias para su protección.

Autorización

Durante el 2017 se otorgaron 1204 autorizaciones correspondientes a:

- 136 autorizaciones de operación de instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- 12 autorizaciones de construcción de instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- 716 autorizaciones especiales para trabajadores en instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- 151 autorizaciones de transporte de material radiactivo asociado a instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- 59 autorizaciones de importación/exportación de materiales radiactivos y de equipos asociados a instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- 102 autorizaciones de transferencia para instalaciones radiactivas de 1ª categoría.
- 28 autorizaciones de cierre definitivo y temporal para instalaciones radiactivas de 1ª categoría.

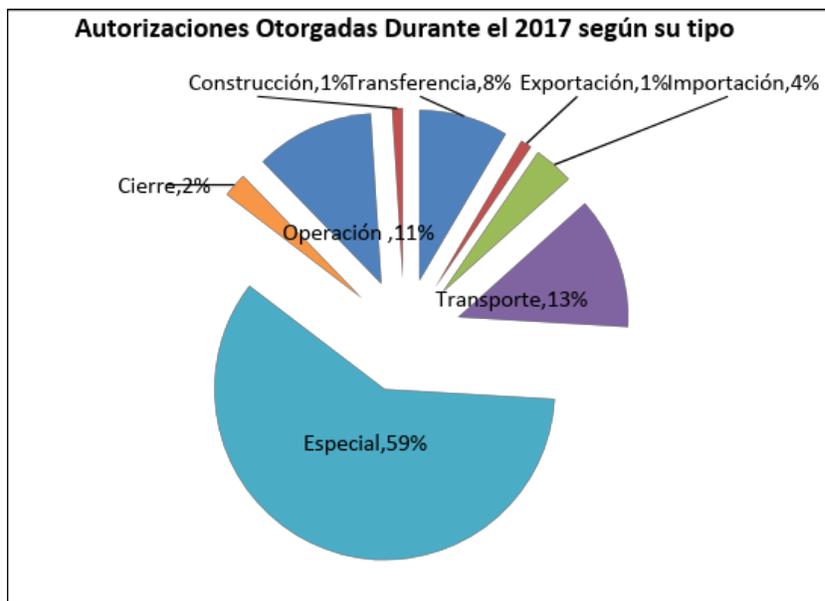


Gráfico Nº 14: Autorizaciones otorgadas en 2017

Al 31 de diciembre se contó con la siguiente información de autorizaciones vigentes:

- 399 autorizaciones de operación para instalaciones radiactivas de 1ª categoría. Se incluyen el Acelerador Industrial, Braquiterapia, Ciclotrón, Dependencia de Almacenamiento Industrial, Dependencia de Almacenamiento Médico, Fortín Industrial, Laboratorio de Fraccionamiento, Gammagrafía Industrial, Irradiador Industrial, Medicina Nuclear, Radiografía Industrial, Sala de Hospitalización, Teleterapia e Instalaciones de la CCHEN.

OFICINA DE CONTROL DE GESTIÓN

Responsable: Norman Araya Bustos

norman.araya@cchen.cl

224702565

OBJETIVO

Su objetivo es realizar el control de los indicadores de la DiSNR y sus procesos, para efectos de la gestión y toma de decisiones.

HECHOS RELEVANTES

Durante el año 2017 se desarrollaron importantes iniciativas tendientes a la mejora de procesos y a la atención de requerimientos de actualización de los procesos y cumplimiento de diversos compromisos contraídos por la División de Seguridad Nuclear. Es así como se desarrollaron actividades como:

- Mejora de Procesos de Fiscalización y Sanción desde la perspectiva de la Gestión para el seguimiento y monitoreo. Las mejoras en el proceso de Fiscalización y Sanción atendieron a la necesidad de mejorar la integración de los procesos regulatorios, lo que genera ineficiencia, descoordinación, doble trabajo, problemas de comunicación y falta de estandarización en las prácticas y procedimientos; además de la necesidad de reforzar los roles y responsabilidades.

OFICINA DESARROLLO ESTRATÉGICO Y ENERGÍA NUCLEAR DE POTENCIA

RESPONSABLE: BÁRBARA NAGEL ARAYA

barbara.nagel@cchen.cl

223646217

OBJETIVO

Apoyar a la Dirección Ejecutiva, a través de la generación y provisión de información de valor, que apoye la toma de decisiones estratégicas en materias de nucleoelectricidad y áreas relacionadas. Su labor se focaliza en cuatro ámbitos, detallados a continuación:

HECHOS RELEVANTES

Estrategia de Comunicaciones

Aportar al debate nacional, mediante actividades de divulgación, enmarcadas en una nueva estrategia comunicacional de la Institución, que responda a las actuales herramientas y tendencias en la materia, propiciando una discusión informada frente al tema nuclear.

Avances y resultados:

Las principales actividades que se desarrollaron en 2017 fueron:

- Apoyo en la gestión de las jornadas vocacionales de la mujer del Ministerio de Energía. Representando a la CCHEN, la Dra. María José Inestrosa participó como expositora, el 25 de septiembre, en el Liceo N° 1 de Niñas Javiera Carrera; y el 3 de octubre, en el Liceo Carmela Carvajal de Prat.
- Colaboración en la elaboración de contenido para un video sobre energía nuclear de potencia, que formó parte de un set de videos del Ministerio de Energía.
- Apoyo en el trabajo realizado por representante de la CCHEN en la Mesa de Educación del Ministerio de Energía.
- Actualización de información para sitio web del Ministerio de Energía (aprendeconenergia.cl).
- Continúa en proceso el trabajo realizado con productora 4changemedia para la realización de programa que incluye entrevista a Leopoldo Soto y aplicaciones de la energía nuclear.
- Se visitó a universidades para realizar charlas y participar en seminarios, buscando abrir espacios en el mundo académico para difundir información técnica y general sobre nucleoelectricidad:

- Charla “Perspectivas de nucleoelectricidad como componente de matriz energética en Chile”, el 25 de agosto, a alumnos de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM).
- Charla “Tecnología y Usos de la Energía Nuclear” a Escuela de Ingeniería de la Universidad Diego Portales, el 10 de octubre.
- Charla “Estado del arte y proyecciones de la tecnología nuclear de potencia” en Universidad Técnica Federico Santa María (Valparaíso), el 14 de noviembre.
- Seminario “Rol del Ingeniero Mecánico en la Energía Nuclear”, UTEM, el 17 de noviembre.

Seguridad Nuclear

Se licitó y desarrolló el Estudio "Condiciones necesarias para la implementación segura de un programa nuclear de potencia en Chile", a cargo de la empresa IDOM, con el objetivo de revisar los principales accidentes e incidentes ocurridos en la historia y comprender cómo las lecciones aprendidas se han incorporado en la industria y en la regulación.

También permitió identificar las condiciones de infraestructura necesarias a nivel nacional en materia de seguridad, si se optara por un programa nuclear de potencia en el país, considerando las últimas mejoras en los estándares internacionales.

Avances y resultados:

En relación al Estudio, las principales actividades desarrolladas en el periodo fueron:

- Ejecución del Estudio, que incluyó la entrega de tres informes.
- Presentación del Estudio a la contraparte técnica de la CCHEN, en diciembre de 2017.
- Presentación a la comunidad de la CCHEN y otros invitados, en enero de 2018.

Impactos Medioambientales

Otro tema de interés público son los potenciales impactos medioambientales de una central nuclear. Por ello se aprobó la realización de un informe que abarcará esta temática y entregará información de los impactos positivos y negativos de esta tecnología y cómo se compara con otras alternativas.

Avances y resultados:

- En relación al Estudio, las principales actividades desarrolladas fueron:
 - Publicación del Estudio en el portal Mercado Público, en noviembre de 2017.
 - Adjudicación del Estudio “Identificación y evaluación de posibles efectos e impactos ambientales producidos por la generación de energía nuclear de potencia” en enero de 2018.

TAREA	% AVANCE	FECHA DE VENCIMIENTO
Publicación Estudio en portal	100%	Noviembre 2017
Licitación Estudio	100%	Enero 2018

- CRP “Evaluaciones del rol de la energía nuclear en las estrategias nacionales de mitigación del cambio climático”.

En 2017, se trabajó en esta iniciativa de la IAEA, donde se simulan los modelos de proyección de demanda eléctrica y de red eléctrica para mediano y largo plazo:

- Uso de modelos MAED (Model for the Analysis of Energy Demand, por su sigla en inglés) y MESSAGE (Model for Energy Supply System Alternatives and their General Environmental Impacts, por su sigla en inglés).
- Determinación sobre si la energía nuclear puede ser introducida en el mercado eléctrico proyectado.
- Evaluación de tecnologías que pueden ser desplazadas en caso de introducir energía nuclear.
- Estimación de cantidades de CO2 que pueden ser desplazadas en caso de sustitución por tecnologías de generación térmicas.

Viabilidad Económica

Parte de los temas a analizar es la viabilidad económica de una central nuclear operando en nuestro mercado nacional, bajo diferentes escenarios proyectados y considerando los lineamientos que provee la política energética.

Este Estudio comprende la elaboración de un modelo de costos y la estimación de los precios que tendría un proyecto de generación nucleoelectrónica en el país, evaluando sus riesgos financieros y los factores críticos. Esta primera parte se ejecutó en 2017.

La segunda parte, cuyos resultados se verán en 2018, busca estudiar la viabilidad económica de una central nuclear, simulando operar en el mercado eléctrico nacional.

Avances y resultados:

En 2017 se licitó y desarrolló a través de la consultora IDOM, el estudio "Modelo y estimación de costos para implantación de una central nuclear de potencia en Chile", cuyos objetivos fueron:

- Proponer una estructura de costos para una central nuclear de potencia, considerando las exigencias que este proyecto tendría en Chile y abarcando todo su ciclo de vida, desde la elaboración de los estudios preliminares hasta la clausura de la central. Incluyó la elaboración del Modelo de Costos.
- Estimar los costos que tendría cada ítem de la estructura identificada, en relación a una central nuclear de potencia en Chile, en todo su ciclo de vida.

- Determinar el costo de desarrollo en USD/MWh y el rango de precios de la energía para que el proyecto sea económicamente viable. Además, se considera la estimación de pagos por potencia, servicios complementarios u otro servicio potencial de la tecnología.
- Identificar riesgos y sensibilización de factores críticos para un proyecto nuclear en Chile. Análisis de sensibilidad y precios requeridos para la viabilidad del proyecto ante cambios en factores críticos.

PLANIFICACIÓN 2018

- Adjudicación y desarrollo de estudio sobre impactos ambientales de una central nuclear de potencia comparados con otros tipos de tecnología.
- Desarrollo de estudio en conjunto con el Ministerio de Energía sobre condiciones de viabilidad económica para una central nuclear operando en el mercado nacional.
- Levantamiento de información para la determinación de zonas no aptas para la localización de centrales nucleares en Chile.
- Desarrollo de actividades de divulgación de los resultados del estudio.

DIVISIÓN GESTIÓN Y DESARROLLO DE PERSONAS

RESPONSABLE: OSCAR BARAHONA PADILLA

oscar.barahona@cchen.cl
224702587

OBJETIVO

Diseñar, elaborar y ejecutar las políticas y procedimientos de gestión de personas a través del desarrollo de condiciones laborales adecuadas, que promuevan una cultura colaborativa, la gestión del conocimiento y una mejor calidad de vida, según las políticas y normativas que la rigen, para garantizar la máxima contribución al cumplimiento de la misión institucional.

PRINCIPALES LOGROS 2017

- Se tramitó el retiro voluntario, con incentivo al retiro, de 30 funcionarios/as.
- Se instauró el programa de Prácticas Chile, por el cual se concretaron 34 prácticas.
- Se ejecutó el presupuesto de Bienestar sin deuda.
- Se elaboraron nuevas políticas de reclutamiento, inducción, movilidad y el reglamento especial de calificaciones, logrando el cumplimiento del 100% de las buenas prácticas laborales comprometidas en los lineamientos de Presidencia.
- Se instalaron metodologías comunicacionales transversales que promovieron espacios de colaboración y participación: proyecto CCHEN 2.0, Código de Ética, actualización de misión y visión institucional. La participación de los funcionarios y de la Asociación Gremial fue alta y oportuna.

ALGUNAS CIFRAS EN EL ÁMBITO DE PERSONAS

- A fines de 2017, la dotación fue de 313 funcionarios, alcanzando un 96,01% de la autorizada de 326 personas.
- Respecto a la distribución por género en las contrataciones, del total de personas que ingresó en 2017, un 31,25% fueron mujeres y un 68,75% hombres.
- Se gestionaron 13.781 prestaciones médicas y sociales para afiliados activos, pasivos (jubilados) y cargas legales del servicio institucional de bienestar.
- Se realizaron 199 pagos por concepto de sala cuna y 48 por jardín infantil.
- Se ejecutó el presupuesto de remuneraciones en un 100%.

DEPARTAMENTO COMUNICACIONES INTERNAS

Responsable: Carolina Medina Poblete

carolina.medina@cchen.cl

224702520

OBJETIVO

Promover una cultura colaborativa, informada y empoderada del quehacer institucional, mediante un sistema de comunicación interna transversal a la organización.

HECHOS RELEVANTES

- Se implementó el apalancamiento en gestión del cambio tecnológico institucional, a través de campañas internas, difusión, diseño gráfico, gestión con expertos y responsables del tema, para temas como: implementación de Google Cloud, nueva plataforma SAP, Sistema Gestión de Vehículos, acceso a Mesa de Servicios.
- Se articuló un programa de Reconocimiento Institucional, orientado a funcionarios/as de destacada labor y/o apoyo a la comunidad.
- Se mejoró el canal Intranet, con gestión del diseño e implementación del nuevo canal de comunicación interno.

DEPARTAMENTO ADMINISTRACIÓN DE PERSONAL

Responsable: Víctor Aravena González

victor.aravena@cchen.cl

224702533

OBJETIVO

- Supervisar y controlar la gestión de los procesos administrativos asociados a la vida funcionaria, para el cumplimiento de los objetivos y metas comprometidas por la Institución dentro del marco legal.
- Supervisar y controlar la gestión presupuestaria asociada a remuneraciones y contratación de personas con criterios de probidad, transparencia, eficacia y eficiencia.

HECHOS RELEVANTES

- El proceso de reclutamiento y selección permitió cubrir las vacantes solicitadas, alcanzando un 84,21% de incorporación por el portal de empleos públicos.
- En términos de formación, entrenamiento y actualización de conocimientos, la implementación del plan anual de capacitación logró un ejecutable del 93%. Se capacitaron 141 funcionarios/as, con un total de 4.256 horas de capacitación efectiva.

DEPARTAMENTO BIENESTAR

Responsable: Ana Ramírez Mura

ana.ramirez@cchen.cl

224702551

OBJETIVO

Contribuir a la calidad de vida laboral de los/las funcionarios/as, proporcionándoles asistencia social, económica y otros beneficios que se determinen, con una atención integral.

HECHOS RELEVANTES

- Se generaron 15 actividades culturales-recreativas, donde participó un 80% de la dotación.
- Se entregaron nueve becas de estudio, siete para funcionarios/a y dos para cargas familiares.

OFICINA ASESORA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE GESTIÓN

RESPONSABLE: EDUARDO ROJAS VERDUGO

eduardo.rojas@cchen.cl
224702822

OBJETIVO

Administrar el proceso de planificación y control de la gestión institucional, identificando los factores que se desenvuelven en su ámbito de desempeño, así como las desviaciones que permitan a la autoridad de la Institución adoptar las medidas preventivas y correctivas para el mejoramiento de las actividades y proyectos correspondientes a las previsiones de desarrollo de la Comisión.

HECHOS RELEVANTES

● PMG 2017

Durante el año 2017, el Programa de Mejoramiento de la Gestión institucional incluyó el Sistema de Monitoreo del Desempeño Institucional, que consta de cuatro objetivos de gestión, a partir de los cuales la CCHEN comprometió tres:

Objetivo 1:

Cumplir las metas de los indicadores de desempeño de los productos estratégicos (bienes y servicios) e informar sin errores.

Se evaluaron, informaron y publicaron el 11 de enero de 2018, a través del sitio web de la Dirección de Presupuestos (Dipres), los siete Indicadores de Desempeño (Formulario H) comprometidos para el período. Estos obtuvieron un cumplimiento igual o superior al 100% y debido a que la ponderación es de un 60%, el cumplimiento ponderado informado fue de un 60%.

Objetivo 2:

Medir e informar correctamente los Indicadores de Desempeño Transversales.

Tras realizar la medición final de estos Indicadores, al 31 de diciembre de 2017, se concluyó en un 100% de cumplimiento, lo que fue informado y publicado con fecha 5 de enero de 2018 en el sitio web de la Dipres. Puesto que su ponderación es de un 30%, el cumplimiento ponderado que se informó fue de un 30%.

Objetivo 3:

Publicar la formulación del año 2017 de los compromisos de gestión, asociados a los mecanismos de incentivos de remuneraciones y sus resultados en el año 2016.

El 29 de diciembre de 2017, se publicó la información correspondiente a los indicadores que conforman los mecanismos de incentivos de remuneraciones a nivel institucional de 2017 y 2016

en el banner “Compromisos de Gestión Institucional” ubicado en el sitio web de la CCHEN y en el de Gobierno Transparente, alcanzando así un cumplimiento del 100%. Debido a que su ponderación es de un 10%, el cumplimiento ponderado que se informó fue de un 10%.

En conjunto, el Sistema de Desempeño Institucional (PMG 2017) alcanzó un cumplimiento ponderado del 100% (60% + 30% + 10%), lo que da derecho a los funcionarios a percibir, durante el 2018, la totalidad del Incremento por Desempeño Institucional (7,6%).

● **CDC 2017**

Respecto al Convenio de Desempeño Colectivo suscrito con el Ministerio de Energía, la CCHEN comprometió 18 indicadores asociados a cinco grupos de trabajo.

De los cinco grupos de trabajo, la totalidad obtuvo un cumplimiento igual o superior al 90%, por lo que los funcionarios participantes tendrán derecho a percibir, durante el año 2018, la totalidad del Incremento por Desempeño Colectivo (8%).

● **Gestión Presupuestaria**

La Ley de Presupuestos 2017 autorizó un presupuesto total de \$10.713,6 millones, el que fue incrementado a \$12.142,4 millones, una vez autorizadas las diversas modificaciones presupuestarias.

La ejecución del presupuesto de gastos alcanzó los \$12.297,5 millones, que representan un 99,1% del presupuesto en trámite, mientras que la ejecución del presupuesto de ingresos alcanzó los \$11.992,7 millones, que se traducen en un 98,7% del presupuesto aprobado.

● **Ley de Presupuesto 2018**

La Ley de Presupuestos 2018 se aprobó con un total de M\$11.838.447, que contempla el financiamiento para dos iniciativas de inversión: Almacén de Desechos Radiactivos y estudios de la Plataforma Tecnológica Nuclear, ambos por un total de de M\$964.440. Adicionalmente, se financian M\$246.214 para la adquisición de activos no financieros.

● En el año 2017 se implementó una Oficina de Gestión de Proyectos y para el monitoreo y la validación de estos proyectos se implementó el Comité de Gobierno de Proyectos, donde participan los jefes de División y la Dirección Ejecutiva. Se desarrollan acciones en tres ámbitos: procedimientos y metodologías, desarrollo de habilidades en gestión de proyectos e implementación de herramientas para la gestión de proyectos. Dichos ámbitos son abordados por la Oficina de Gestión de Proyectos, que es parte de la Oficina Asesora de Planificación y Control de Gestión, con un horizonte de desarrollo 2017-2018.

● **Gestión Corporativa de Proyecto**

Para impulsar la madurez en cuanto a la gestión de proyectos, se tomó como referencia lo realizado por la organización internacional PMI (Project Management Institute, por su sigla en inglés), desarrollando acciones en tres ámbitos:

- Procedimientos y metodologías
- Desarrollo de Habilidades en Gestión de Proyectos
- Implementación de herramientas para la gestión de proyecto

Estos ámbitos son abordados por la Oficina de Gestión de Proyectos, con un horizonte de desarrollo que abarca los años 2017 y 2018. En relación a lo anterior, en 2017 se realizaron las siguientes acciones:

- Diseño e implementación de procedimientos de Gestión Corporativa de Proyectos.
- Implementación de portafolio de proyectos en Plataforma de Proyectos.
- Implementación de panel de control de monitoreo de Portafolio de Proyectos.

AUDITORÍA Y CONTROL INTERNO

Responsable: Paulina Retamal Pizarro

paulina.retamal@cchen.cl

223646199

En conformidad a la Ley Orgánica de la Comisión, el Director Ejecutivo reporta al Consejo Directivo de la CCHEN, al menos una vez al mes, sobre la gestión desarrollada, las contingencias generadas y aquellas materias que requieran de su autorización. Los Acuerdos del Consejo son publicados en el sitio web de la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

OBJETIVO

Ayudar a la Institución a cumplir sus objetivos, aportando un enfoque sistemático y disciplinado para evaluar y mejorar la eficacia de los procesos de gestión de riesgos, control y gobierno. Se trata de una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consulta, concebida para agregar valor y mejorar las operaciones de una organización.

HECHOS RELEVANTES

- Definición de los Valores de la Comisión: se consolidó un informe que recogió las percepciones y vivencias de los funcionarios. Fruto de ese trabajo, se obtuvieron las definiciones de los valores de la Comisión.
- Instauración y difusión del Código de Ética Institucional. Durante el año 2017, se puso a disposición de los funcionarios y de la ciudadanía el Código de Ética de la Comisión, elaborado en forma participativa, aprobado por el Servicio Civil y difundido mediante su publicación interna y en el sitio web de la Comisión. Este contenido se incluirá en la inducción de nuevos funcionarios en 2018.
- En octubre de 2017 se reportó el avance y la verificación de la implementación de este hito del Modelo de Prevención de Delitos Funcionarios, Lavado de Activos y Financiamiento al Terrorismo al Consejo de Auditoría General de Gobierno, incluyendo un Manual de Prevención asociado a estos tipos de falta, elaborado por la Institución y aprobado por la Dirección Ejecutiva.
- Con el objetivo de fortalecer el Proceso de Gestión de Riesgos Institucional y en base de las directrices emanadas del Ministerio de Hacienda y del Consejo de Auditoría General de Gobierno, se desarrolló una iniciativa para actualizar la matriz de riesgos e incorporar las alertas asociadas al Delito Funcionario, Lavado de Activos y Financiamiento al Terrorismo.
- Como parte de las medidas preventivas del Sistema de Control Interno, se efectuó un proceso de análisis y ejecución de las mejoras necesarias para incorporar en los contratos con proveedores y clientes de productos y servicios, cláusulas de conocimiento y cumplimiento del Código de Ética de la Comisión, fortaleciendo así la cadena de valor y traspasando buenas prácticas.

Como parte de las gestiones del Comité de Integridad y Ética, instancia institucional.

- En agosto se cursó la tarea de fortalecer el comportamiento ético institucional, estableciéndose y difundiéndose la creación del Comité de Integridad y Ética de la Comisión, su estructura y funciones. Este Comité se reunió en el año para diseñar el procedimiento de utilización del canal de denuncia establecido por la Comisión, el que fue aprobado y difundido a todos los funcionarios en enero de 2018.
- Se estableció el procedimiento de utilización del canal de denuncias y gestión de la línea ética de la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

Socialización y promoción de una cultura ética.

Para la Dirección Ejecutiva, generar y consolidar una cultura ética organizacional es un objetivo clave, por lo que en 2017 se efectuaron distintas actividades, que contaron con la participación de los jefes de divisiones y oficinas asesoras, junto al resto de los funcionarios, especialmente quienes desarrollan labores con mayor riesgo inherente (contabilidad, compras, fiscalización, etc.).

- La Dirección Ejecutiva y la Oficina Asesora de Auditoría y Control Interno gestionaron una capacitación para los funcionarios de la CCHEN, a cargo de la Unidad Especializada Anticorrupción (UNAC) de la Fiscalía Nacional, realizada en octubre de 2017, para promover una cultura preventiva sobre los delitos funcionarios.
- Adicionalmente, la Dirección Ejecutiva promovió la ejecución de una capacitación por parte de la Unidad de Análisis Financiero (UAF), en septiembre, para brindar conocimientos y herramientas adicionales a las jefaturas en cuanto a la implementación de las tareas preventivas del Modelo de Prevención de Delitos Funcionarios, Lavado de Activos y Financiamiento al Terrorismo.
- También, junto a la División Personas, se generó un ciclo de comunicaciones internas asociadas a la Difusión del Código de Ética, incluyendo un mensaje del Director Ejecutivo, mediante un video, donde promueve el compromiso con las conductas éticas.

AGENDA PROBIIDAD

- CÓDIGO DE ÉTICA
- COMITÉ ELABORADOR DEL CÓDIGO DE ÉTICA
- ¿Qué es un Código de Ética?
- NOTICIAS
- CÓDIGO DE ÉTICA CCHEN
- COMITÉ DE INTEGRIDAD Y ÉTICA
- MENSAJE DIRECTOR EJECUTIVO CCHEN
- ¿QUÉ ES EL CÓDIGO DE ÉTICA CCHEN?

MENSAJE DIRECTOR EJECUTIVO CCHEN



Estimadas funcionarias y funcionarios,

En estas páginas les presentamos el Código de Ética de la Comisión Chilena de Energía Nuclear, documento que se ha forjado a través de la participación, el compromiso, el entusiasmo y el esfuerzo de todos y todas sus funcionarios y funcionarias durante este año 2016.

Este código refleja aquellos principios y valores que más nos representan y que dan coherencia para nuestro actuar y conducta. El código pone el foco en las personas y en las relaciones de trabajo y convivencia entre nosotros, independiente

División Corporativa

- División de Investigación y Aplicaciones Nucleares
- División Seguridad Nuclear y Radiológica
- División Producción y Servicios
- Desarrollo Estratégico y Energía Nuclear de Potencia
- Aplicaciones Nucleares
- Ingeniería y Sistemas
- Administración y Finanzas
- Protección Radiológica

tarjetas

- Bienestar Innova
- Compras

Imagen Nº 10: Publicación en sitio web de la CCHEN

Auditoría y control interno.

El año pasado, teniendo en cuenta el diagnóstico efectuado a la Unidad y el Plan Estratégico autorizado por el Director Ejecutivo, se obtuvieron avances en las siguientes materias, en correlación con la adopción del Marco Internacional para la Práctica Profesional de Auditoría Interna (MIPP):

- Actualización metodológica y normativa de la labor y el establecimiento de hitos y requisitos de desempeño que proporcionen un marco en base a Normas Internacionales de Auditoría Interna para la ejecución de las actividades del Plan de Auditoría.
- Incorporación del análisis preliminar de riesgos y fortalecimiento de la observación de las causas que aporten recomendaciones que agreguen valor a la Institución.
- Establecimiento formal, a nivel institucional, del proceso de seguimiento del cumplimiento de compromisos incluidos en los planes de acción, con impacto en el Sistema de Control Interno, Gobierno y Gestión de Riesgos Institucional.
- Promoción de los Principios de Independencia y Objetividad de la función de Auditoría.
- Junto a la Dirección Ejecutiva, se ejecutó y comunicó un plan de asesoramiento dirigido a las jefaturas de División y Oficinas Asesoras, sobre competencias de Auditoría Interna.
- Se ha adoptado una visión estratégica sobre los objetivos de la Unidad de Auditoría, de acuerdo a la misión, visión y objetivos estratégicos Institucionales, definida en el siguiente recuadro:

Proceso o Materia Crítica	2017	2018	2019	
	Actividad Aseguramiento y Seguimiento de Auditoría		Actividades de Autoaseguramiento, Monitoreo y Auditoría Interna	
1	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
2		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
3			<input checked="" type="checkbox"/>	
5...		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Fomento de mejoras en ambiente de control y actividades de control (comunicación y coordinación con primera línea defensa)				
Coordinación y optimización de comunicación con Segunda Línea de Defensa (Gobierno Corporativo, Gestión de Riesgos, otras)				
Adopción de Normas Internacionales de Auditoría y Código de Ética.				
Aumento Competencias Equipo Auditores				
Mejora miento Herramientas Tecnológicas e Infraestructura				

Tabla N° 9: Adaptación a cambios entorno

OFICINA ASESORA DE COMUNICACIÓN CORPORATIVA

RESPONSABLE: ROSAMEL MUÑOZ QUINTANA

rosamel.munoz@cchen.cl

224702569

OBJETIVO

- Apoyar el relacionamiento entre la Institución y el público, tanto en la concreción de actividades comunicativas de iniciativa propia o en conjunto con otros, como aquellas realizadas en cumplimiento de las disposiciones legales.
- Establecer mecanismos de trabajo con comunidades educativas y sectores de la sociedad civil, con el fin de extender el alcance de la CCHEN y generar un mayor conocimiento de la labor científica y tecnológica que desarrolla la Institución.
- Promover la participación ciudadana, en línea con los mecanismos establecidos en la Ley 20.500 y en el Instructivo Presidencial N° 7 del año 2014 y con iniciativas propias.

HECHOS RELEVANTES

Acciones de divulgación científica y escolar

En el marco del programa Explora, se realizaron actividades tendientes a transformar nuestro capital humano e infraestructura en un espacio de aprendizaje para las comunidades escolares:

- Participación de 30 estudiantes de 8° básico a 3° medio y nueve docentes, representando a ocho colegios de Santiago Centro, Ñuñoa, Quilicura, Providencia, Conchalí y Lampa, en nueve pasantías escolares en la CCHEN, al alero del Proyecto Asociativo (PAR) Explora-PUC Región Metropolitana Norte, proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico.
- Primer evento atomFEst, como preparación para postular a congresos regionales escolares. Asistieron 26 estudiantes de pasantías y cinco docentes, quienes fueron evaluados por un panel de expertos de cinco instituciones técnicas.
- Cuatro trabajos seleccionados y uno premiado en el Congreso Científico Regional de Explora RM Norte :
 - “Detección de fondo radiactivo con drones”, equipo del Liceo 1 de Niñas, liderado por el profesor de Física, David Aparicio. Fue premiado como el mejor trabajo de Ingeniería y Tecnología 2017.
 - “Dilucidando las energías del futuro”, a cargo de cuatro estudiantes y el docente Oscar Garrido, del Liceo 1.
 - “Océanos: reduciendo la contaminación por plásticos”, por parte de tres alumnos de Emprender Larapinta de Lampa, junto a la docente Ximena Salazar.

- “Utilización de radiación gamma contra la marea roja”, realizado por dos alumnas y su profesora Marcela Escárate, del Liceo República de Siria de Ñuñoa.
- Se envió propuesta de 14 temas científicos y tecnológicos para torneos de debates escolares a los Proyectos Asociativos Regionales Explora de la Región Metropolitana Norte y Metropolitana Sur Oriente, abarcando 30 comunas.
- 1200 personas participan en las siguientes charlas y ferias para escolares:
 - Dos charlas en el Colegio Altamira de Peñalolén, a la que asistieron 200 alumnos de 2do, 3º y 4º medio, el 24 de octubre. Se trata de un colegio inclusivo, orientado a las artes y donde el tema nuclear es prácticamente desconocido para los alumnos.
 - Feria Científica Escolar de Fundación Ciencia Joven. Valparaíso y Feria Científica Escolar de Nogales, Región de Valparaíso. Ambas ferias reunieron a cerca de 900 estudiantes, docentes y apoderados.
 - Charla "Difracción - El lado oscuro de la luz", realizada por el ing. Ricardo Ávila en el marco del evento “Ciencia al Parque. El Lollapalooza de la ciencia”, el 8 de diciembre, en el Parque O’Higgins y organizado por el PAR Explora-PUC RM Norte. Público: 75 personas.
 - Dos talleres de divulgación científica para pilotear metodología junto al Programa de Acceso a la Educación Superior, PACE, en la UMCE, que busca impulsar vocaciones científicas en estudiantes de Educación Media. Participaron 25 estudiantes de Santiago y Rancagua.

Actividades de Vinculación

- Día Mundial de la Ciencia para la Paz y el Desarrollo de la Unesco. El día 10 de noviembre, en una actividad realizada en conjunto con la U. Santo Tomás, en dependencias de dicha casa de estudios, se realizó un ciclo de charlas sobre casos de éxito de aplicaciones de la tecnología nuclear en diversos ámbitos. La actividad reunió a 70 académicos, estudiantes e invitados.
- Para generar redes estratégicas con sus públicos de interés, la Oficina atendió a las siguientes instituciones:
 - Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) Región Metropolitana. CEN La Reina. Fecha: 25/08/2017.
 - SEA Región Metropolitana. CEN Lo Aguirre. Fecha: 26/09/2017.
 - Sonami. Asisten presidente y vicepresidente. CEN La Reina. Fecha: 18/10/2017.
 - Centro de Información sobre Energía Nuclear (CIEN), y el Director Ejecutivo, para establecer cooperación de la CCHEN respecto de las actividades de divulgación de dicho Centro, especialmente en atención anual de visitas y delegaciones universitarias en los centros nucleares. Febrero 2017.
 - Concurso “Mi energía, Tu energía” del Ministerio de Energía. 49 personas en tres delegaciones de estudiantes y profesores premiadas, quienes visitaron centros nucleares de la CCHEN:
 - Seremi de Energía de la Región de Tarapacá visitó CEN La Reina. Asistió junto a tres alumnos ganadores y tres profesionales. Fecha: 20/10/2017
 - Seremi de Energía de la Región de Valparaíso visitó CEN Lo Aguirre. Asistió junto a 26 personas. Fecha: 14/11/2017.
 - Seremi de Energía de la Región Metropolitana visitó CEN La Reina, junto a nueve alumnos, tres profesores y tres profesionales de producción. Fecha: 11/12/2017.

Cobertura de Medios de comunicación social

● Medios escritos:

- Columna de opinión del Director Ejecutivo incluida en boletín de la Sonami.
- Opinión del Director Ejecutivo sobre el rol institucional en el Litio en revista Nueva Minería.
- Artículo sobre equipo de trabajo del laboratorio de plasmas y sus principales logros, publicado en sitio web de Conicyt.
- Portada y artículo en Las Últimas Noticias, sobre miniaturización de aparatos para estudiar el plasma físico liderado por el Dr. Leopoldo Soto, un logro único a nivel mundial que atrajo el interés de la comunidad científica.

● Radio:

- Nota informativa en radio Cooperativa. Cápsula Dr. Leopoldo Soto, por miniaturización de aparatos que generan plasma físico.

● Audiovisual y web:

- Participación del Dr. Leopoldo Soto en panel de expertos en programa de La Red TV “Cultura Verdadera”, en el marco de un nuevo aniversario de las bombas atómicas lanzadas en Japón.
- Entrevista al Dr. Leopoldo Soto en programa de CNN “Ciencia en Primera Persona”, con motivo de la miniaturización de aparatos que generan plasma físico.
- Entrevista al Dr. Leopoldo Soto y reportaje del Depto. de Plasmas y Fusión Nuclear para cadena RuptlyTV, de Alemania, con presencia en Asia y Europa, con motivo de la miniaturización de aparatos que generan plasma físico. Fue replicado en sitio web ruso RT.
- Nota informativa en Chilevisión. Cápsula CCHEN, en el marco del Día del Patrimonio en Chile.
- Cápsula Dr. Leopoldo Soto en CNN “Ciencia en Primera Persona: ¿Desafíos para el 2018?”.

Actividad en portal web institucional cchen.gob.cl, redes sociales y boletines

- Cchen.cl: 46 notas publicadas sobre actividades de divulgación (visitas, charlas y seminarios), investigación, misiones de expertos, participación de colaboradores y directivos de CCHEN en eventos dentro y fuera de Chile, convocatorias y concursos.
- Twitter: 2.155 seguidores, 452 usuarios seguidos, 176 tweets y retweets, 5.554 interacciones (veces que los seguidores interactuaron con la cuenta, ya sea compartiendo o indicando “Me gusta”), 162.400 impresiones totales (veces que los seguidores vieron el perfil de la CCHEN).
- Youtube: 138 suscriptores, 4 videos publicados, 372 visualizaciones con un histórico, desde el año 2011 a la fecha, de 126 videos publicados con 68.137 visualizaciones.
- Boletines CCHEN: 1 en tema de salud y 1 en tema de agricultura, enviados a 765 personas, entre stakeholders, consejeros, representantes del consejo de la sociedad civil y otros contactos. Fechas de envío: 14 y 29 de agosto de 2017, vía mail.

Actividades de asesoría institucional

- Incorporación del Ing. Comercial Gustavo Venegas a la Mesa de Trabajo sobre Comunicación de Riesgos, coordinada por el Centro Nacional de Enlace del Ministerio de Salud, con motivo del trabajo de dicho ministerio relacionados con el Reglamento Sanitario Internacional, en los

temas referidos a planes de medios, mensajes y etapas del ciclo comunicacional en situaciones de riesgos.

Participación Ciudadana en actividades de Puertas Abiertas

- Día del Patrimonio Cultural en la CCHEN. En total asistieron 593 personas: 54% hombres, 46% mujeres y destacó un 13% de asistencia de niños menores de 12 años. Por primera vez, la CCHEN formó parte del programa, organizado por la Dirección de Monumentos Nacionales del Ministerio de Educación y celebrado el domingo 28 de mayo, en el CEN La Reina. En la ocasión, los asistentes visitaron diversas instalaciones del Centro Nuclear, conocieron el patrimonio arquitectónico, artístico y tecnológico y participaron en charlas sobre el origen de las radiaciones ionizantes.
- 44 visitas guiadas a los Centros de Estudios Nucleares La Reina y Lo Aguirre, lo que significó que 757 personas en total recorrieron sus instalaciones y un aumento de casi un 50% respecto a las 30 actividades y 521 participantes de 2016. De las 44 visitas, 27 asistieron a La Reina (61 %) y 17 (39 %) a Lo Aguirre. El 93% de las delegaciones recibidas corresponden al sector educacional y solo el 7%, a empresas o instituciones.
- Día de Puertas Abiertas CCHEN. El 11 de noviembre se efectuó esta actividad en el CEN La Reina, donde 188 personas visitaron el reactor nuclear experimental y otras dependencias de dicho Centro y asistieron a charlas sobre importantes logros científicos nacionales, dictadas por investigadores invitados.

Actividades contempladas en la Ley 20.500 Participación Ciudadana

- Se actualizó la norma institucional de Participación Ciudadana y el reglamento del Consejo de la Sociedad Civil, con miras a adaptar los mecanismos contemplados en la ley según las nuevas necesidades de la comunidad y de la Institución.
- Primera Cuenta Pública Participativa en modalidad presencial, realizada el 18 de mayo, en el CEN La Reina. El documento resultante fue puesto a disposición en el sitio web de la CCHEN.
- Realización de dos consultas ciudadanas en modalidad virtual y en forma simultánea, para la revisión de dos documentos: "Norma de Criterios Básicos de Protección Radiológica" y "Contenido del Informe de Funcionamiento y Seguridad Radiológica para Instalaciones Radiactivas de Primera Categoría", elaborados por la División de Seguridad Nuclear y Radiológica. Participaron 10 especialistas entre médicos nucleares y tecnólogos médicos, que respondieron a las invitaciones electrónicas que les fueron enviadas.
- Consejo de la Sociedad Civil, integrado por representantes de áreas de interés para la CCHEN. En 2017, el Consejo sesionó en seis oportunidades para abordar temas como el presupuesto institucional, la cuenta pública participativa, el proyecto CCHEN 2.0 de Alineamiento de Bienes Públicos producidos por la CCHEN, mediante el Desarrollo Estratégico de sus Capacidades Tecnológicas y las próximas elecciones del COSOC, emanadas del nuevo reglamento del Consejo. A su vez, conocieron las instalaciones del Laboratorio de Microanálisis de la Policía de Investigaciones, donde se usan técnicas nucleares para tratar pruebas en casos policiales.

Acceso a la información por parte del público

- 64 solicitudes de acceso a la información pública, todas respondidas en los plazos legales. De ellas, 57 fueron respondidas en 15 o menos días hábiles; 5, en plazo legal de 20 días y 2 con ampliación de plazo.
- 2.357 solicitudes fueron procesadas por el SIAC. De ellas, 2.183 fueron ingresadas a través de la Biblioteca, 119 por medio del buzón virtual, 52 mediante correo electrónico, 2 por el mesón y solo una vía teléfono (Ley 19.880 Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana).

Capacitación y Participación internacional

- La CCHEN ha mantenido una política de vocería única, centrada en el Director Ejecutivo de la Institución. De este modo, el 10 de marzo, se realizó una jornada de capacitación en Media Training a cargo de la consultora Extend, dirigida al Director Ejecutivo, Patricio Aguilera, y que contó también con la participación del Dr. Leopoldo Soto, de la División de Investigación y Aplicaciones Nucleares y del Ingeniero Gustavo Venegas de la Oficina de Comunicación Corporativa.
- El jefe de la Oficina de Comunicación Corporativa de la CCHEN, Rosamel Muñoz, asistió a una reunión a cargo del Grupo Directivo del OCTA-Arcal, con el objetivo de discutir y definir las estrategias y acciones relacionadas con el grupo de trabajo de Comunicaciones y, además, preparar los documentos necesarios para el desarrollo de la reunión del Órgano de Coordinación Técnica.
 - Lugar: Asunción, Paraguay. Fecha: 3 al 7 de abril de 2017.
- En representación de la CCHEN, Gustavo Venegas participó en el “Curso regional de capacitación sobre comunicación con el público en casos de emergencia nuclear o radiológica”.
 - Lugar: Buenos Aires, Argentina. Fecha: 24 al 28 de julio de 2017.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

SIGLAS:

ALASBIMN	Asociación Latinoamericana de Sociedades de Biología y Medicina Nuclear
ANI	Agencia Nacional de Inteligencia de Chile
Arcal	Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe
ARM	Material de Referencia Avanzado (Advance Reference Material, por su sigla en inglés)
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
CAS	Central de Alarmas, Vigilancia y Comunicaciones
CCHEN	Comisión Chilena de Energía Nuclear
CEN La Reina	Centro de Estudios Nucleares La Reina
CEN Lo Aguirre	Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre
CIEN	Centro de Información sobre Energía Nuclear
Conicyt	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
Conser	Comisión de Seguridad de Emergencias Radiológicas
Corfo	Corporación de Fomento de la Producción
Cosoc	Consejo de la Sociedad Civil
CRP	Programa de Proyectos Coordinados (Coordinated Research Project, por su sigla en inglés)
CTBT	Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (Comprehensive Nuclear – Test – Ban Treaty, por su sigla en inglés)
CVT	Teorema de Variables Conjugadas (Continuously Variable Transmission, por su sigla en inglés).
DCN	Departamento de Ciencias Nucleares de la CCHEN
DGA	Dirección General de Aguas
DIAN	División de Investigación y Aplicaciones Nucleares de la CCHEN
Dipres	Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda
Directemar	Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile
DOE	Departamento de Energía de EE.UU.
DMA	Departamento de Materiales Avanzados de la CCHEN
DMSA	Ácido Dimercaptosuccínico (Dimercaptosuccinic Acid, por su sigla en inglés)
DTN	Departamento de Tecnologías Nucleares de la CCHEN
EAA	Espectroscopia de Absorción Atómica
EC	Etilen-Cisteína
ECD	Etilcisteinato Dimérico
ERP	Enterprise
ETR	Elementos de Tierras Raras
EXBS	Programa de Control de Exportaciones y Seguridad Fronteriza (Export Control and Related Border Security, por su sigla en inglés)
Factor Xa	Factor X activado
FBN	Fijación Biológica de Nitrógeno
Foco PF-50J	Plasma Focus 50-Joules
Fondecyt	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico

Fondef	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico
FRX	Fluorescencia de Rayos-X
FSW	Soldadura por fricción-agitación (Friction Stir Welding, por su sigla en inglés)
GCI	Infraestructura de Comunicaciones Globales (Global Communications Integrators, por su sigla en inglés)
GICNT	Iniciativa Global contra el Terrorismo Nuclear (Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism, por su sigla en inglés)
GIT	Departamento de Gestión de Innovación y Transferencia de la CCHEN
GMP	Buenas Prácticas de Fabricación (Good Manufacturing Practice, por su sigla en inglés)
Hazmat	Sustancia Peligrosa (Hazardous Materials, por su sigla en inglés)
HVAC	Curso de Diseño de Sistemas de Ventilación y Aire Acondicionado (Heating, Ventilation, and Air Conditioning, por su sigla en inglés)
ICLAS	Consejo Internacional de Ciencias de Animales de Laboratorio (International Council for Laboratory Animal Science, por su sigla en inglés)
ICP	Plasma de Acoplamiento Inductivo (Inductively Coupled Plasma, por su sigla en inglés)
ICP - OES	Plasma de Acoplamiento Inductivo - Espectrofotómetro de Emisión Óptica (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry, por sus siglas en inglés)
IGBT	Transistor Bipolar de Puerta Aislada (Insulated Gate Bipolar Transistor, por su sigla en inglés)
INN	Instituto Nacional de Normalización
IRL	Laboratorio de Reactores de Internet (Internet Reactor Laboratory, por su sigla en inglés)
IRRS	Servicio Integrado de Revisión Regulatoria (Integrated Regulatory Review Service, por su sigla en inglés)
ISI	Instituto para la Información Científica (Institute for Scientific Information, por su sigla en inglés)
ISP	Instituto de Salud Pública de Chile
LCF	Colector Lineal Fresnel (Linear Fresnel Collector, por su sigla en inglés)
MAED	Modelo para el Análisis de la Demanda de Energía (Model for the Analysis of Energy Demand, por su sigla en inglés)
MAN	Materiales Atómicos Naturales
MATLab	Matrix Laboratory
MDP	Metileno Difosfonato
Message	Sistemas de Suministro de Energía y sus impactos ambientales generales (Model for Energy Supply System Alternatives and their General Environmental Impacts, por su sigla en inglés)
MIBI	Metoxiisobutilisonitrilo Complejo Catiónico de Cobre
MIN	Materiales de Interés Nuclear
Minsal	Ministerio de Salud
MIPP	Marco Internacional para Práctica Profesional de Auditoría Interna
MIT	Instituto Tecnológico de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology, por su sigla en inglés)
NGDE	Ecuaciones Dinámicas Nodales Generales (Nodal General Dynamic Equation, por su sigla en inglés)

OCTA-Arcal	Organismo de Coordinación Técnica de Arcal
Odepa	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
Onemi	Oficina Nacional de Emergencia
OPRA	Oficial de Protección Radiológica en Alerta
Orpas	Servicio de Evaluación de Protección Radiológica Ocupacional (Occupational Radiation Protection Appraisals, por su sigla en inglés)
OTL	Oficina de Transferencia y Licenciamiento
PACE	Programa de Acompañamiento y Acceso efectivo a la Educación Superior
PAI	Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado
PAR	Proyecto Asociativo Regional
PDI	Policía de Investigaciones de Chile
PET	Tomografía por Emisión de Positrones (Positron Emission Tomography, por su sigla en inglés)
PIM	Planta de Irradiación Multipropósito
PMI	Project Management Institute
PWM	Modulación por Ancho de Pulsos (Pulse Width Modulation, por su sigla en inglés)
RECH-1	Reactor Nuclear Experimental Chileno Nº 1 – La Reina
RECH-2	Reactor Nuclear Experimental Chileno Nº 2 – Lo Aguirre
REP	Responsabilidad Extendida de Productos
Sernageomin	Servicio Nacional de Geología y Minería
SNCCMN	Sistema Nacional de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares
Respel	Residuos Peligrosos
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
SDOP	Servicio de Dosimetría Personal Externa
SEA	Servicio de Evaluación Ambiental
Segedra	Sección Gestión de Desechos Radiactivos
Seremi	Secretaría Regional Ministerial
Sevra	Sección Vigilancia Radiológica y Ambiental de la CCHEN
SIAC	Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana
Sidrep	Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos
Sinader	Sistema Nacional de Declaración de Residuos
SIV	Sistema Internacional de Vigilancia (o IMS, International Monitoring System, por su sigla en inglés)
TIE	Técnica de Insecto Estéril
TP	Tamaño de Partículas
TSP	Triple Súper Fosfato
UAF	Unidad de Análisis Financiero
UMCE	Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación
UNAC	Unidad Especializada Anticorrupción de la Fiscalía Nacional
UNE	Una Norma Española
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, por su sigla en inglés)
Usach	Universidad de Santiago de Chile

SIGNIFICADO DE SIGLAS DE NOMENCLATURAS Y ELEMENTOS:

Al	Aluminio
Ca	Calcio
Cd	Cadmio
CH₄	Metano
Ci	Curie
CO₂	Dióxido de Carbono
Cr	Cromo
Cu	Cobre
Fe	Hierro
Ga⁶⁸	Galio 68
Ge⁶	Germanio 6
H₂C₂O₄	Ácido oxálico
H₂SO₄	Ácido Sulfúrico
I¹³¹	Yodo 131
I¹²³	Yodo 123
K	Potasio
Li	Litio
Li₂CO₃	Carbonato de Litio
Lu¹⁷⁷	Lutecio 177
Mg	Magnesio
Mn	Manganeso
N¹⁵	Nitrógeno 15
Na	Sodio
NH₃	Amoníaco
Ni	Niquel
N₂O	Óxido de Nitrógeno
Pb	Plomo
Se⁶⁴	Selenio 64
Si	Silicio
Si₃N₄	Nitruro de silicio
Sm¹⁵³	Samario 153
Sr⁹⁰	Estroncio 90
Tc^{99m}	Tecnecio 99
U²³⁵	Uranio 235
Zn	Zinc

