

Diplomado en **LITIO, SALARES Y PROCESOS INDUSTRIALES**



Webinars en Vivo

Por especialistas

Aula Virtual 24/7

Material descargable

Evaluación en Línea

Compatible con horarios
laborales



Dedicación

70 horas lectivas +
70 horas dedicación
personal



Modalidad de clases

Asincrónica



Talleres prácticos en vivo

dirigidos por
expertos

DESCRIPCIÓN

El Diplomado en Litio, Salares y Procesos Industriales es un programa de formación profesional orientado a entregar una comprensión integral de la industria del litio, desde sus fundamentos técnicos y geológicos hasta los procesos industriales, la sustentabilidad, la evaluación de proyectos y la gobernanza territorial.

El programa aborda el litio como mineral crítico para la transición energética, la electromovilidad y el almacenamiento de energía, considerando su cadena de valor completa: recurso, extracción, concentración, procesamiento, refinación, producto, mercado y contexto socioambiental. A través de sus cursos, el participante estudia las principales fuentes de litio, con énfasis en salares y salmueras, junto con rutas de procesamiento desde salmueras y minerales.

El diplomado integra fundamentos de química aplicada de salmueras, evaporación solar, precipitación de sales, balances de masa, balances hídricos, purificación química, producción de carbonato e hidróxido de litio, cristalización, separación sólido-líquido y tecnologías emergentes como extracción directa de litio, adsorbentes, intercambio iónico, membranas, electrodiálisis y rutas electroquímicas.

Además, incorpora una mirada estratégica sobre economía del litio, evaluación técnico-económica básica, sustentabilidad ambiental, permisos, comunidades, ESG, trazabilidad, eficiencia de recursos y toma de decisiones bajo incertidumbre tecnológica. De esta forma, el programa entrega una visión técnica, aplicada e interdisciplinaria, adecuada para profesionales que buscan comprender, fortalecer o proyectar su participación en la industria del litio.

Está dirigido a profesionales de minería, ingeniería de procesos, química, laboratorio, medio ambiente, mantenimiento, proyectos, calidad, sustentabilidad, consultoría, proveedores tecnológicos, empresas de ingeniería y profesionales que desean adquirir un lenguaje técnico sólido para interactuar con equipos vinculados a operaciones, proyectos o servicios asociados al litio.

CONTENIDO

CURSO 1: INDUSTRIA DEL LITIO Y SALARES: CADENA DE VALOR, RECURSOS Y FUNDAMENTOS TÉCNICOS

CURSO 2: SALARES Y SALMUERAS: QUÍMICA APLICADA, EVAPORACIÓN SOLAR Y BALANCE HÍDRICO

CURSO 3: PROCESOS INDUSTRIALES DEL LITIO: PURIFICACIÓN, CRISTALIZACIÓN Y TECNOLOGÍAS

CURSO 4: ECONOMÍA, SUSTENTABILIDAD Y GOBERNANZA DE PROYECTOS DE LITIO

PROYECTO DE CERTIFICACIÓN

Temario

Curso 1. Industria del Litio y Salares: Cadena de Valor, Recursos y Fundamentos Técnicos

Propósito formativo: Entregar una comprensión integrada del litio como mineral crítico, sus fuentes, salares, rutas generales de procesamiento y competencias profesionales básicas requeridas en la industria.

Resultado de aprendizaje: Al finalizar el curso, el participante explicará la cadena de valor del litio, distinguirá fuentes y rutas de procesamiento, y reconocerá el lenguaje técnico esencial para insertarse en equipos de operación, procesos, laboratorio, proyectos o sustentabilidad.

Unidad 1.1. Panorama global de la industria del litio y cadena de valor

- Litio como mineral crítico para transición energética, electromovilidad y almacenamiento.
- Productos comerciales: carbonato, hidróxido, cloruros y equivalencia LCE como lenguaje común.
- Fuentes principales: salmueras, pegmatitas/espodumeno, arcillas y reciclaje como referencia general.
- Cadena de valor: recurso, extracción, concentración, procesamiento, refinación, producto y mercado.
- Escenarios de demanda, oferta, seguridad de suministro y ciclos de precio como contexto introductorio.

Unidad 1.2. Salares como sistemas naturales, hidroquímicos e industriales

- Definición de salar y cuenca evaporítica cerrada.
- Formación de salares, evaporitas, salmueras y evolución geoquímica.
- Conceptos de salmuera, concentración, ley, impurezas, recuperación, recurso y reserva.
- Comparación conceptual entre recursos salinos, salmueras y minería metálica.
- Salar de Atacama y salares andinos como casos documentados de relevancia industrial.

Unidad 1.3. Rutas generales de procesamiento del litio

- Ruta convencional desde salmueras: evaporación, concentración, purificación y producción de carbonato.
- Ruta desde minerales: concentración, tostación/lixiviación, conversión y producción de compuestos.
- Producción general de carbonato e hidróxido de litio y diferencias de ruta.
- Tecnologías emergentes y extracción directa de litio: familias tecnológicas y nivel introductorio.
- Comparación crítica entre rutas convencionales y emergentes: selectividad, agua, energía, químicos, madurez y ambiente.

Unidad 1.4. Perfil profesional, competencias transferibles y lenguaje técnico operativo

- Áreas de una operación o proyecto de litio: recursos, pozos, piscinas, planta, laboratorio, mantenimiento, ambiente, calidad y proyectos.
- Roles profesionales e interfaces entre operación, procesos, laboratorio, mantenimiento, medio ambiente y proyectos.
- Competencias técnicas transferibles desde minería metálica, química, procesos, laboratorio, ambiente y mantenimiento.
- Lenguaje técnico esencial: salmuera, LCE, ley, impurezas, recuperación, especificación, balance y trazabilidad.
- Rutas de inserción profesional como orientación general, no como promesa de empleabilidad.

Curso 2. Salares y Salmueras: Química Aplicada, Evaporación Solar y Balance Hídrico

Propósito formativo: Desarrollar fundamentos de química de salmueras, evaporación solar, precipitación de sales y balances de masa/agua, conectando operación industrial con hidrogeología y sustentabilidad.

Resultado de aprendizaje: Al finalizar el curso, el participante interpretará composiciones de salmueras, explicará la concentración por evaporación solar, reconocerá secuencias de precipitación y construirá balances básicos de salmuera, litio y agua.

Unidad 2.1. Química aplicada de salmueras y comportamiento no ideal

- Composición típica de salmueras de litio y principales iones: Li, Na, K, Mg, Ca, Cl, SO₄, B y carbonatos.
- Razones químicas relevantes: Li/Mg, Li/Ca, Li/K y su relación con dificultad de procesamiento.
- Impurezas críticas y su impacto en recuperación, selectividad y calidad de producto.
- Concentración, densidad, fuerza iónica, actividad y comportamiento no ideal de salmueras concentradas.
- Interpretación básica de análisis químicos y limitaciones de extrapolar desde soluciones diluidas.

Unidad 2.2. Evaporación solar y concentración de salmueras

- Principios de evaporación solar en sistemas salinos y cuencas cerradas.
- Piscinas de evaporación como sistema industrial de concentración progresiva.
- Variables climáticas y operacionales: evaporación, temperatura, viento, salinidad, densidad y composición.
- Conceptos operacionales de residencia, transferencia entre etapas y control de densidad/composición.
- Precipitación progresiva de sales durante la evaporación y cambios en la química de la salmuera.

Unidad 2.3. Precipitación de sales, impurezas y manejo de corrientes

- Secuencia conceptual de precipitación de sales: halita, silvita, carnalita, yeso y otras fases relevantes.
- Pérdidas de litio asociadas a precipitación, arrastre, coprecipitación o manejo de corrientes.
- Salmueras madres, purgas y recirculaciones como elementos de balance y operación.
- Remoción y manejo de Mg, Ca, sulfatos y boratos desde una perspectiva de impurezas críticas.
- Riesgos operacionales de incrustación y ensuciamiento como diagnóstico conceptual, no ingeniería de mitigación detallada.

Unidad 2.4. Balance de masa, balance hídrico e hidrogeología aplicada a salares

- Balance global de salmuera, balance de litio y balance de agua.
- Evaporación, extracción, recarga, recirculación, purgas y restricciones ambientales.
- Indicadores de eficiencia hídrica y limitaciones metodológicas de huella hídrica en salares.
- Monitoreo hidrogeológico y ambiental: niveles, continuidad hidroestratigráfica, mezcla salmuera-agua fresca y modelos conceptuales.
- Relación entre operación, recursos hídricos, sustentabilidad y evaluación ambiental.

Curso 3. Procesos Industriales del Litio: Purificación, Cristalización y Tecnologías Emergentes

Propósito formativo: Entregar fundamentos de purificación, producción de compuestos, cristalización, separación sólido-líquido y evaluación crítica de tecnologías emergentes para procesos industriales de litio.

Resultado de aprendizaje: Al finalizar el curso, el participante explicará etapas industriales de purificación y producción de carbonato/hidróxido, interpretará fundamentos de cristalización y evaluará tecnologías emergentes con criterios técnicos y ambientales.

Unidad 3.1. Purificación química y control de impurezas

- Objetivos de la purificación en salmueras y corrientes de proceso.
- Impurezas críticas: Mg, Ca, sulfatos, boratos y otras especies relevantes.
- Precipitación química selectiva y remoción de impurezas.
- Control de pH, alcalinidad, temperatura, composición y dosificación de reactivos.
- Relación entre impurezas, recuperación de litio, consumo de reactivos y calidad del producto.

Unidad 3.2. Producción de carbonato, hidróxido y calidad de producto

- Producción de carbonato de litio desde rutas de salmuera y corrientes purificadas.
- Producción de hidróxido de litio y conversión química a nivel general.
- Carbonatación, precipitación de compuestos de litio y control de condiciones de operación.
- Diferencias generales entre grado técnico y grado batería: pureza, humedad, granulometría e impurezas.
- Control de producto final como lógica de calidad y especificación general.

Unidad 3.3. Cristalización y separación sólido-líquido

- Fundamentos de nucleación, crecimiento cristalino y sobresaturación.
- Distribución de tamaño de cristales y su relevancia en calidad, filtración y secado.
- Cristalización de sales y compuestos de litio.
- Filtración, lavado de cristales, centrifugación, espesamiento/clarificación y secado.
- Manejo de salmueras madres y recirculaciones como parte del balance de proceso.

Unidad 3.4. Control operacional, diagnóstico y tecnologías emergentes

- Variables e indicadores operacionales básicos: densidad, pH, temperatura, caudal, composición, recuperación y calidad.
- Consistencia básica de datos operacionales y balances para diagnóstico de proceso.
- Diagnóstico de desviaciones: impurezas, scaling, ensuciamiento, variabilidad de producto y pérdidas de recuperación.
- Extracción directa de litio: adsorbentes, intercambio iónico, membranas, electrodiálisis y rutas electroquímicas.
- Criterios para comparar rutas convencionales y emergentes: selectividad, madurez tecnológica, agua, energía, químicos, salmuera residual y evidencia disponible.

Curso 4. Economía, Sustentabilidad y Gobernanza de Proyectos de Litio

Propósito formativo: Analizar proyectos de litio desde mercado, evaluación económica, sustentabilidad ambiental, permisos, comunidades, ESG, trazabilidad y toma de decisiones bajo incertidumbre tecnológica.

Resultado de aprendizaje: Al finalizar el curso, el participante integrará criterios económicos, ambientales, regulatorios, territoriales y ESG para analizar proyectos de litio y comunicar sus riesgos y oportunidades.

Unidad 4.1. Economía del litio, mercado global y cadena de valor

- Litio como mineral crítico para transición energética, baterías, electromovilidad y almacenamiento.
- Productos comerciales: carbonato, hidróxido y compuestos asociados a cadenas de suministro.
- Mercado global: productores, consumidores, refinación, concentración geográfica y seguridad de suministro.
- Volatilidad de precios, ciclos de inversión y relación entre precio, costos y expansión.
- Riesgos de mercado: química de baterías, sustitución tecnológica, sobreoferta, déficit y calidad de producto.

Unidad 4.2. Evaluación económica básica de proyectos de litio

- Conceptos introductorios de evaluación de proyectos mineros e industriales.
- CAPEX: pozos, piscinas, planta, energía, agua, caminos, permisos y contingencias.
- OPEX: reactivos, energía, personal, mantenimiento, transporte, residuos, monitoreo y gestión ambiental.
- Producción, recuperación, ley, rendimiento, calidad, ingresos, costos, margen y punto de equilibrio.
- VAN, TIR, payback y análisis de sensibilidad a precio, recuperación, CAPEX, OPEX, ley, evaporación, calidad y riesgo de retraso.

Unidad 4.3. Sustentabilidad ambiental, agua y salares

- Salares como sistemas hidrogeológicos, ecológicos, industriales y socioambientales.
- Diferencias conceptuales entre agua dulce, agua salobre, salmuera y agua industrial.
- Extracción de salmuera, balance hídrico territorial, evaporación, recarga, monitoreo y restricciones ambientales.
- Impactos potenciales sobre humedales, vegas, lagunas, biodiversidad y comunidades.
- Huella hídrica, LCA y limitaciones metodológicas en salares.
- Discusión crítica sobre DLE, reducción de piscinas y trade-offs de agua, energía, químicos y salmuera residual.

Unidad 4.4. Permisos, institucionalidad y cumplimiento regulatorio en Chile

- Marco institucional general de proyectos de litio y litio como recurso estratégico.
- Estrategia Nacional del Litio, CEOL y gobernanza público-privada.
- Evaluación de impacto ambiental, descripción de proyectos y permisos sectoriales.
- Participación ciudadana y consulta indígena cuando corresponda.
- Cumplimiento regulatorio, trazabilidad de compromisos, evidencia técnica y riesgo de permisos en cronograma.

Unidad 4.5. Comunidades, territorio y legitimidad social para operar

- Territorio, cultura, desarrollo local y comunidades aledañas a salares.
- Pueblos originarios y conflictos socioambientales documentados en zonas de salar.
- Licencia social entendida como legitimidad social, diálogo temprano y confianza.
- Transparencia, información técnica y comunicación de riesgos, impactos y medidas de control.
- Beneficios compartidos, desarrollo territorial y gobernanza colaborativa como principios, no como receta cerrada.

Unidad 4.6. ESG, trazabilidad, eficiencia de recursos y decisión bajo incertidumbre

- ESG aplicado a litio y minerales críticos.
- Trazabilidad de producto, due diligence y cadenas de suministro responsables.
- Requerimientos de clientes, inversionistas y mercados internacionales.
- Economía circular como tendencia crítica: eficiencia de agua, energía, reactivos y territorio.
- Desafíos de manejo de sales descartadas, salmueras madres, residuos y subproductos.
- Riesgo de greenwashing tecnológico y toma de decisiones bajo incertidumbre.

PROYECTO DE CERTIFICACIÓN

El Proyecto de Certificación es el componente final del diplomado, diseñado para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el programa a través de la resolución de un caso real. Los participantes trabajarán con el apoyo de tutores expertos, lo que asegura un proceso de aprendizaje guiado y especializado.

Este proyecto tiene dos objetivos fundamentales:

- Aplicación práctica de conocimientos: Los estudiantes aprovecharán desafíos reales de la industria, aplicando las metodologías, técnicas y herramientas aprendidas a lo largo del diplomado.
- Desarrollo del trabajo colaborativo: Los equipos trabajarán de manera colaborativa, potenciando sus habilidades de liderazgo y coordinación. Esta dinámica también fomenta la creación de redes de contacto entre profesionales con intereses y especialidades afines.

OPORTUNIDADES LABORALES

El diplomado fortalece el perfil profesional para participar en áreas como:

- Operación de procesos de litio, sales y salmueras.
- Plantas de carbonato e hidróxido de litio.
- Laboratorios químicos, control de calidad y análisis de salmueras.
- Ingeniería de procesos, proyectos y consultoría técnica.
- Sustentabilidad, permisos, monitoreo ambiental y gestión de agua.
- ESG, trazabilidad, comunidades, gobernanza territorial y tecnologías emergentes.

PERFIL DE EGRESO

Al finalizar el Diplomado en Litio, Salares y Procesos Industriales, el participante contará con una visión integrada de la cadena de valor del litio, comprendiendo sus fundamentos técnicos, sus principales rutas de procesamiento, su relación con los salares y salmueras, y los criterios económicos, ambientales, regulatorios y territoriales que influyen en el desarrollo de proyectos de litio.

El egresado será capaz de:

- Comprender la cadena de valor del litio, desde el recurso hasta el producto comercial, el mercado y la gobernanza del proyecto.
- Distinguir las principales fuentes de litio, incluyendo salmueras, minerales, arcillas y reciclaje como referencia general.
- Explicar el funcionamiento de los salares como sistemas naturales, hidroquímicos, evaporíticos e industriales.
- Utilizar lenguaje técnico básico asociado a salmueras, LCE, ley, concentración, impurezas, recuperación, especificación, balance y trazabilidad.
- Reconocer fundamentos de química aplicada de salmueras, incluyendo composición iónica, razones químicas relevantes, impurezas críticas, densidad, fuerza iónica y comportamiento no ideal.
- Explicar los principios de evaporación solar, concentración progresiva, precipitación de sales y manejo de corrientes en procesos desde salmueras.
- Interpretar balances básicos de salmuera, litio y agua, relacionando operación industrial, hidrogeología aplicada y sustentabilidad.
- Comprender etapas generales de purificación química, producción de carbonato e hidróxido de litio, cristalización, filtración, lavado, centrifugación, clarificación y secado.
- Evaluar de manera introductoria tecnologías emergentes para litio, considerando selectividad, madurez tecnológica, consumo de agua, energía, químicos, manejo de salmuera residual y evidencia disponible.
- Analizar proyectos de litio desde criterios de mercado, CAPEX, OPEX, recuperación, calidad de producto, riesgos de permisos, restricciones ambientales, comunidades, ESG y trazabilidad.
- Interactuar de mejor manera con equipos multidisciplinarios de operación, procesos, laboratorio, proyectos, medio ambiente, sustentabilidad, permisos, calidad y gestión territorial.

CUERPO ACADÉMICO

DR RICARDO JELDRES

- Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, Chile.
- Doctor en Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Chile.

DR. EDER PICEROS

- Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, Chile.
- Magíster en Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Concepción, Chile.
- Doctor en Ingeniería de Procesos de Minerales, Universidad de Antofagasta, Chile.

DR. MATÍAS JELDRES

- Ingeniero Civil Metalúrgico, Universidad de Concepción, Chile.
- Doctor en Ingeniería de Procesos de Minerales, Universidad de Antofagasta, Chile.

DR. NORMAN TORO

- Ingeniero Civil Metalúrgico, Universidad Católica del Norte, Chile.
- Doctor en Tecnología y Modelización en Ingeniería Civil, Minera y Ambiental - Universidad Politécnica de Cartagena, España.

DR. GONZALO QUEZADA

- Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, Chile.
- Doctor en Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Chile.