



UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA

A U S P I C I A



I VERSION

NOVIEMBRE 2020

# DIPLOMADO TECNOLOGÍAS APLICADAS DE HIDROGENO VERDE

Clases online

presenciales vía zoom



## CONTEXTO

En los últimos años, el cuidado del medio ambiente ha adquirido gran relevancia en todos los aspectos, llevando a una gran cantidad de países a suscribir ambiciosos compromisos con el fin de reducir las emisiones de carbono en sus procesos productivos, tal como se refleja en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.

En el caso particular de Chile, en junio del 2019, el ministerio de energía anunció el plan *"Energía Zero Carbón"*, en donde se propone como meta al 2050 que nuestro país alcance la carbono-neutralidad. Uno de los objetivos de este plan es retirar de la matriz energética cerca de 1000 [MW] de generación a carbón. Esto ha impulsado la irrupción de tecnologías de generación limpias como son las Energía Renovables No Convencionales (ERNC). Dada la naturaleza de generación variable que predomina en estas tecnologías, eólica o solar por ejemplo, es necesario trabajar sobre un mecanismo de almacenamiento energético que permita resolver el problema de desfase entre el instante en que se produce la energía y cuando ésta es consumida. De esta forma el hidrógeno verde, producido por medio de energía 100% renovable, se constituye en el vector energético adecuado debido a su alta densidad energética y su capacidad de almacenamiento.



## PROPOSITO

Al finalizar el programa el participante estará en condiciones de entender y gestionar los elementos de la cadena de valor del hidrógeno verde como son la producción, almacenamiento, transporte y uso de hidrógeno verde, incluyendo la utilización de nuevas tecnologías, factores de mercado del hidrógeno, aspectos regulatorios y normativos que faciliten el manejo y operación de sistemas en torno al hidrógeno verde.

El programa está enfocado principalmente hacia la práctica y aplicación de sistemas en torno al hidrógeno verde.

## DIRIGIDO A

Todas las especialidades, con al menos 2 años de experiencia laboral

- Profesionales del sector público
- Tomadores de decisión en torno a iniciativas de H<sub>2</sub>
- Supervisores de instalaciones energéticas



## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Al finalizar el módulo el alumno será capaz de comprender, reconocer y evaluar:

Módulo 1	Producción y almacenamiento de Hidrógeno verde
Modulo 2	Innovación y vigilancia tecnológica de Hidrógeno verde
Módulo 3	Hidrógeno como vector energético en procesos minero-metalúrgico
Módulo 4	Uso de hidrógeno en procesos térmicos y combustión
Módulo 5	Evaluación Ambiental de proyectos de Hidrógeno en Chile
Módulo 6	Pilas de combustible - FC
Módulo 7	Mercado del Hidrógeno verde
Módulo 8	Regulación en torno al Hidrógeno verde



# CONTENIDOS

## MODULO 1 PRODUCCION Y ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO VERDE

### Relatores

- Dr. Patricio Valdivia
- Dra. Alejandra Tello  
(20 hrs).

- Principios básicos de producción de Hidrógeno
- Producción Hidrógeno verde
- Electrolizadores, diferentes tecnologías
- Nuevos desarrollos tecnológicos de Electrolizadores
- Hidrógeno como sistema de almacenamiento energético
- Diferentes y tecnologías para el almacenamiento de Hidrógeno
- Sesión práctica de laboratorio

## MODULO 2 INNOVACION Y VIGILANCIA TECNOLÓGICA DE HIDROGENO VERDE

### Relatora

- Dra. Ivette Ortiz  
(10 hrs.)

- Manejo de Herramientas de software para la operación y gestión.
- Modelos de Innovación Tecnológica en Hidrógeno
- Gestión de Tecnología e Innovación
- Control y vigilancia de resultados y Mejora Continua



## CONTENIDOS

### MODULO 3

#### HIDROGENO COMO VECTOR ENERGETICO EN PROCESOS MINERO-METALURGICOS

##### Relatores

- Dr. Claudio Acuña
- Dra. Aldonza Jaques  
(20 hrs).

- Almacenamiento químico del Hidrógeno
- Transporte de Hidrógeno en adsorbentes orgánicos
- Uso de H<sub>2</sub> en Procesos Minero - metalúrgicos.
- Producción de amoníaco
- Metanización
- Otros medios de almacenamiento de Hidrógeno

### MODULO 4

#### USO DE HIDROGENO EN PROCESOS TERMICOS Y COMBUSTION

##### Relatores

- Dr. Mario Toledo
- Dr. Rodrigo Barraza  
(20 hrs.)

- Principios fundamentales
- Co-combustion de H<sub>2</sub>
- Gas to power
- Mezclas en motores diésel
- Sesión de laboratorio



## CONTENIDOS

### **MODULO 5** EVALUACION AMBIENTAL PROYECTOS DE H2 EN CHILE

Relatora  
MBA Rossana Gaete Stagno  
(10 hrs).

- Evaluación ambiental de proyectos energéticos
- Impactos para desarrollo de proyecto de H2
- Aspectos técnico-regulatorios.

### **MODULO 6** PILAS DE COMBUSTIBLE Fuel Cells

Relator  
Dr. Antonio Sánchez  
(12 hrs.)

- Principios fundamentales
- Diferentes tipos de pilas de combustible.
- Fabricantes y mercado de FC.
- Usos de FC en Electromovilidad: Tren de propulsión en base a H2
- Otros usos de FC.
- Taller de Pilas de Combustibles



## CONTENIDOS

### **MODULO 7** MERCADO DEL HIDROGENO VERDE

Relatores  
MBA Marco Vaccarezza  
MsC María Teresa Cerda  
(12 hrs).

- Principales modelos de negocios del Hidrógeno
- Calculo del LCO
- Cadena de valor del Hidrógeno
- Oportunidades de negocio en Chile

### **MODULO 8** REGULACION EN TORNO AL HIDROGENO VERDE Y ASPECTOS TERRITORIALES

Relatores  
MEE Javier Saldías  
MsC Natalia Fernandez S.  
(16 hrs.)

- Marco normativo del H2 en Chile  
Regulación actual y en proyecto
- Regulación internacional de Hidrógeno  
EU, Alemania y USA.
- Códigos y estándares internacionales  
para el uso del Hidrógeno
- Desafíos normativos para el Hidrógeno  
en general y su uso en minería
- Aspectos Regulatorios





## CALENDARIO TENTATIVO

N°	Módulo	N° Horas Totales	Mes	Dias	Horas	Horario	Lugar	Home Work	Evaluaciones
1	Producción de Hidrógeno verde <b>Dr. Patricio Valdivia</b> <b>Dra. Alejandra Tello</b>	20	Noviembre	19-11, 21-11, 23-11	6	11:30 - 13:30	WEB	5	1x evaluación final y 2x ejercicio
			Noviembre	23-11, 25-11, 27-11	6	11:30 - 13:30	WEB		
			Noviembre	30-11, 2-12, 4-12*	8	11:30 - 13:30	Lab virtual		
2	Innovación y Vigilancia Tecnológica de Hidrógeno Verde <b>Dra. Ivette Ortiz</b>	10	Diciembre	07-12, 09-12, 11-12	6	11:30 - 13:30	WEB	5	1x evaluación final y 2x ejercicio
			Diciembre	14-12, 16-12	4	11:30 - 13:30	WEB		
3	Hidrógeno como vector energético en procesos minero-metalúrgico <b>Dr. Claudio Acuña</b> <b>Dra. Aldonza Jaques</b>	20	Enero	04-01, 06-01, 08-01	6	11:30 - 13:30	WEB	5	1x evaluación final y 2x ejercicio
			Enero	11-01, 13-01, 15-01	6	11:30 - 13:31	WEB		
			Enero	18-01, 20-01, 22-01*	8	11:30 - 13:30	Laboratorio		
4	Uso de hidrógeno en Procesos térmicos y combustión <b>Dr. Mario Toledo</b> <b>Dr. Rodrigo Barraza</b>	20	Marzo	08-03, 10-03, 12-03	6	11:30 - 13:30	WEB	5	1x evaluación final y 2x ejercicio
			Marzo	15-03, 17-03, 19-03	6	11:30 - 13:31	WEB		
			Marzo	22-03, 24-03, 26-03*	8	11:30 - 13:30	Laboratorio		
5	Evaluación Ambiental proyectos de H2 en Chile <b>MBA Rossana Gaete Stagno</b>	10	Abril	05-04, 07-04, 09-04	6	11:30 - 13:30	WEB	5	1x evaluación final y 2x ejercicio
			Abril	12-04, 14-04	4	11:30 - 13:30	WEB		
6	Pilas de combustible - FC <b>Dr. Antonio Sanchez</b>	12	Mayo	05-05, 06-05, 07-05	6	11:30 - 13:30	WEB	5	1x evaluación final y 2x ejercicio
			Mayo	12-05, 13-05, 14-05	6	11:30 - 13:30	WEB		
7	Mercado del Hidrógeno Verde <b>MBA Marco Vaccarezza</b> <b>MsC Maria Teresa Cerda</b>	12	Junio	31-05, 02-06, 04-06	6	11:30 - 13:30	WEB	5	1x evaluación final y 2x ejercicio
			Junio	07-06, 09-06, 11-06	6	11:30 - 13:30	WEB		
8	Regulación en torno al Hidrógeno verde <b>MCs. Javier Saldias</b> <b>MsC Natalia Fernández</b>	16	Julio	28-06, 30-06, 02-07	6	11:30 - 13:30	WEB	5	1x evaluación final y 2x ejercicio
			Julio	05-07, 07-07, 09-07	6	11:30 - 13:30	WEB		
			Julio	12-07, 14-07	4	11:30 - 13:30	WEB		
	Seminario de trabajo final		Cada 2 meses	17-12, 31-03, 20-05, 15-07	10	11:30 - 13:30	WEB	10	
	<b>Total Horas Lectivas</b>	<b>120</b>						<b>50</b>	
	<b>Total Horas</b>	<b>170</b>							

\*Vi 4-11, 22-01, 26-03

11:30 - 13:30 y 15:00 a 17 hrs



## METODOLOGIA

1. Clases expositiva y prácticas, en terreno y laboratorios. Análisis y discusión de casos.
2. Evaluaciones por módulo y trabajo final de aplicación, con exposición.
3. Clases lunes, miércoles y viernes, 2 hrs. por día, más sesiones de laboratorios
4. Duración: 120 horas.
5. Inicio: 19 Noviembre 2020-Término 15 Julio 2021

## VALOR

80 UF

## MODALIDAD DE PAGO

- Contado (transferencia bancaria, webpay, o cheque).
- 3 cuotas, pagos contado



UNIVERSIDAD TECNICA  
FEDERICO SANTA MARIA



UNIVERSIDAD TECNICA  
FEDERICO SANTA MARIA

## Diploma en Tecnologías Aplicadas de Hidrógeno Verde

### Módulo 1 20 hrs.

Producción y almacenamiento de hidrógeno verde



Dr. Patricio Valdivia



Dra. Alejandra Tello

### Módulo 2 10 hrs.

Innovación y vigilancia tecnológica de hidrógeno verde



Dra. Ivette Ortiz

### Módulo 3 20 hrs.

Hidrógeno como vector energético en proceso mineros



Dr. Claudio Acuña



Dra. Aldonza Jaques

### Módulo 4 20 hrs.

Uso de hidrógeno en procesos térmicos y combustión



Dr. Mario Toledo



Dr. Rodrigo Barraza

### Módulo 5 20 hrs.

Evaluación ambiental de proyecto de H2 en Chile



MBA Rossana Gaete  
Directora H2 Chile

### Módulo 6 12 hrs.

Pilas de combustible - FC



Dr. Antonio Sanchez

### Módulo 7 12 hrs.

Mercado del hidrógeno Verde



MBA Marcos Vaccarezza



M.Sc. Maria Teresa Cerda

Fraunhofer Chile

### Módulo 8 16 hrs.

Regulación en torno al hidrógeno verde



MEE Javier Saldías



M.Sc. Natalia Fernández



Claudia Paredes  
Coordinación general Diploma  
claudia.paredes@usm.cl



Dr. Patricio Valdivia Lefort  
Director Diploma  
patricio.valdivial@usm.cl



UNIVERSIDADES  
PÚBLICAS  
NO ESTATALES



6  
AÑOS  
HASTA  
DICIEMBRE  
DE 2022

UNIVERSIDAD ACREDITADA

GESTIÓN INSTITUCIONAL - DOCENCIA PREGRADO  
INVESTIGACIÓN - POSTGRADO - VINCULACIÓN CON EL MEDIO

usm.cl



imagen: Región de hidrógeno ionizado en la galaxia del Triángulo

## COORDINACION GENERAL DIPLOMA

**Claudia Paredes Arízaga**

[claudia.paredes@usm.cl](mailto:claudia.paredes@usm.cl)  
Whatsapp +569 94082148

# DIPLOMADO TECNOLOGIAS APLICADAS DE HIDROGENO VERDE

I VERSION

NOVIEMBRE 2020

A U S P I C I A



P A R T I C I P A N



INGENIERÍA QUÍMICA  
INGENIERÍA AMBIENTAL

