

INFORME FINAL

CURSO REGIONAL DE CAPACITACIÓN

Relación entre humedales y aguas subterráneas

Hidrogeología, monitoreo isotópico
y gestión sostenible



31 de agosto al 4 de septiembre de 2026



Santa Cruz de la Sierra, Bolivia



Contenido

1. Propuesta formativa	4
1.1. Nombre del curso	4
1.2. Antecedentes	4
1.3. Justificación de la actividad	5
2. Modalidad	5
3. Sede, fecha y duración	6
4. Instituciones involucradas	6
4.1. UNESCO PHI-LAC	6
4.2. Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas en América Latina y el Caribe (CeReGAS) ..	6
4.3. Conferencia de Direcciones y Autoridades Iberoamericanas del Agua (CODIA)	6
4.4. AECID y Centro de Formación de Santa Cruz de la Sierra	7
5. Presentación	7
5.1. Marco teórico que fundamenta los contenidos del curso	7
5.1.1. Humedales como componentes de los sistemas hídricos	7
5.1.2. Interacción entre humedales y aguas subterráneas	7
5.1.3. Cantidad, calidad y balance hídrico	8
5.1.4. Isótopos ambientales y trazadores hidrológicos	8
5.1.5. Monitoreo, muestreo e interpretación	8
5.1.6. Servicios ecosistémicos, presiones y cambio climático	8
5.1.7. Gestión y seguimiento de ecosistemas relacionados con el agua	8
5.2. Resumen de actividades	9
6. Objetivos	10
7. Programa	11
8. Coordinación y ponentes	13
8.1. Coordinación	13
8.2. Docentes y ponentes invitados	13
9. Actividades desarrolladas	14
9.1. Apertura, encuadre y presentación de participantes	14
9.2. Humedales: definiciones, funcionamiento y servicios ecosistémicos	14
9.3. Aguas subterráneas: conceptos, cantidad y calidad	15
9.4. Aplicaciones isotópicas, muestreo e interpretación	15
9.5. Ejercicios interactivos y construcción conceptual	15
9.6. Casos de estudio regionales	17
9.7. Presentación e intercambio de experiencias nacionales	18

9.8. Actualización del Indicador ODS 6.6.1	18
9.9. Trabajo grupal y discusión final	18
9.10. Cierre y disponibilidad de materiales	20
10. Participación y representación regional.....	20
11. Evaluación de la actividad	21
12. Principales resultados y conclusiones.....	22
13. Continuidad y líneas de trabajo.....	22
14. Recomendaciones	23
15. Bibliografía y materiales de referencia	23
16. Anexos.....	25
Anexo I. Pieza gráfica de la actividad.....	25
Anexo II. Modelo de certificado de participación	26
Anexo III. Nómina de participantes asistentes	27
Anexo IV. Experiencias nacionales presentadas	29
Anexo V. Trabajos grupales y productos de cierre	31
Anexo VI. Registro fotográfico.....	33

1. Propuesta formativa

1.1. Nombre del curso

“Relación entre humedales y aguas subterráneas”.

1.2. Antecedentes

La actividad se inscribió en las acciones regionales de formación y fortalecimiento de capacidades en materia de recursos hídricos impulsadas por la Conferencia de Direcciones y Autoridades Iberoamericanas del Agua (CODIA), el Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO para América Latina y el Caribe (PHI-LAC), el Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas en América Latina y el Caribe (CeReGAS) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

CeReGAS, CODIA, UNESCO y AECID vienen articulando en los últimos años actividades de capacitación orientadas al conocimiento y la gestión de los humedales atendiendo a su estrecha vinculación con las aguas subterráneas. El curso de 2026 dio continuidad a esta línea de trabajo, incorporando como eje específico la relación entre humedales y aguas subterráneas, una temática que requiere integrar conceptos hidrogeológicos, hidrológicos, ecológicos, de monitoreo y gestión.

Los organismos que han impulsado esta propuesta formativa cuentan con sólidos antecedentes en este campo temático. La AECID en su sede de Santa Cruz de la Sierra (Bolivia) desde el 17 al 21 de octubre de 2016 acogió el curso presencial “Patrimonio natural y servicios ecosistémicos de los humedales: identificación y puesta en valor desde la perspectiva de las aguas subterráneas”. El contenido expuesto comprendió el vínculo de los humedales y las aguas subterráneas, los humedales como patrimonio natural abiótico, flora y fauna de los humedales, sus servicios ecosistémicos y la calidad de sus aguas y conservación. Participaron de este curso 21 técnicos del ámbito latinoamericano.

Posteriormente, desde la misma sede de AECID, entre el 4 y 22 de noviembre de 2024, se impartió el curso “Sostenibilidad de ecosistemas naturales dependientes de aguas subterráneas: la protección de humedales”. El curso tuvo una modalidad virtual, se dictó a lo largo de 12 conferencias y su temática comprendió: los humedales y los sistemas hídricos, sus servicios ecosistémicos; causas de su contaminación; instrumentación y parámetros a medir para su estudio; balance hídrico; seguimiento de su estado de conservación; biodiversidad de humedales fluviales; etapas de su evolución; protección y aprovechamiento de los humedales y la modelación numérica en su representación y estudio. La modalidad virtual permitió la participación de 83 técnicos y gestores hídricos de distintos países de Latinoamérica.

Por otro lado, los días 31 de octubre y 1º de noviembre de ese mismo año se realizó en Montevideo, Uruguay, el «I Taller de Agua Subterránea y Humedales en la Cuenca del Plata», organizado por CeReGAS y el Servicio Geológico de Brasil (SGB), con la participación de UNESCO. El encuentro estuvo orientado a dar a conocer iniciativas de investigación y herramientas metodológicas para el reconocimiento y estudio de las interacciones entre las aguas subterráneas y los humedales, a partir de experiencias y proyectos desarrollados en los países de la Cuenca del Plata. Durante las jornadas se abordaron aplicaciones isotópicas, herramientas hidroquímicas y distintos casos de estudio regionales, incluyendo un minicurso sobre el uso de equipos de medición de radón (Rn-222). El evidente interés generado en torno a la temática y las posibilidades de profundización identificadas en esta instancia contribuyeron a sentar las bases para el desarrollo de una propuesta de capacitación más extensa y de alcance regional.

En este contexto, el curso de Santa Cruz de la Sierra se planteó como una oportunidad para dar continuidad y profundizar en esta temática que tiene un evidente interés en la región. Así, aprovechando

las experiencias previas, se planteó esta propuesta formativa que ha incidido en el intercambio de experiencias nacionales, procurando generar un diálogo en una base de conocimientos sólida y extensa. Por ello, esta acción se ha dirigido a profesionales de distintos países de América Latina y ha estado orientada a profundizar en los fundamentos conceptuales y las herramientas metodológicas para el estudio de la interacción entre humedales y aguas subterráneas.

1.3. Justificación de la actividad

El agua subterránea constituye un recurso estratégico para el abastecimiento doméstico, agrícola e industrial y cumple funciones fundamentales dentro del ciclo hidrológico. Su disponibilidad y calidad dependen de procesos de recarga y descarga condicionados por la precipitación, la permeabilidad de los materiales, la topografía y las actividades humanas. En un contexto de cambio climático y aumento de presiones sobre los recursos hídricos, su monitoreo y gestión sostenible adquieren una relevancia creciente.

Los humedales, por su parte, comprenden ecosistemas inundados o con suelos saturados de manera permanente o intermitente, con una alta importancia ecológica y social. Cumplen funciones de almacenamiento y regulación hídrica, contribuyen a la atenuación de inundaciones, sostienen una elevada biodiversidad y proporcionan múltiples servicios ecosistémicos. Al mismo tiempo, presentan una marcada fragilidad frente a procesos de urbanización, agricultura intensiva, contaminación, modificaciones hidrológicas y cambio climático.

Una parte sustantiva de los humedales mantiene vínculos directos o indirectos con los sistemas de aguas subterráneas. La interacción puede manifestarse mediante aportes de descarga subterránea hacia el humedal, recarga desde el humedal hacia el acuífero o intercambios variables en el tiempo. Comprender estos procesos es esencial para interpretar adecuadamente la dinámica de los humedales y evitar decisiones de gestión que consideren de manera aislada las aguas superficiales, las aguas subterráneas y los ecosistemas asociados.

En este marco, la caracterización hidrogeológica, el balance hídrico, la hidroquímica, el monitoreo de cantidad y calidad y las técnicas isotópicas constituyen herramientas complementarias para reconocer fuentes de agua, patrones de flujo, tiempos de residencia e interacciones entre compartimentos del sistema hídrico. El curso se diseñó para integrar estas perspectivas y facilitar su aplicación a situaciones concretas de América Latina y el Caribe.

Más allá de las numerosas diferencias de carácter fisiográfico y biótico, los humedales también son abordados de formas muy distintas por las políticas públicas de los diferentes países. Su gestión hídrica presenta diferencias marcadas tanto en los ámbitos legal e institucional, como en el grado de gobernanza en el que se basan. El intercambio de estas experiencias resulta siempre muy valioso y puede desencadenar procesos de fortalecimiento institucional a nivel nacional y regional.

La dimensión regional de la propuesta resultó particularmente relevante. La presentación de experiencias nacionales y casos de estudio permitió poner en diálogo contextos hidroclimáticos, marcos institucionales y niveles de información diferentes, fortaleciendo el conocimiento mutuo entre países y favoreciendo la identificación de necesidades y oportunidades de cooperación.

2. Modalidad

El curso se desarrolló en modalidad presencial durante cinco jornadas completas, con una metodología que combinó exposiciones conceptuales, análisis de casos, ejercicios participativos, presentaciones de experiencias nacionales, ponencias especializadas en modalidad virtual, trabajos grupales y espacios de discusión y puesta en común.

La secuencia de contenidos se estructuró de manera progresiva, partiendo de las bases conceptuales sobre humedales y aguas subterráneas para avanzar hacia herramientas de caracterización y monitoreo, aplicaciones isotópicas y aspectos vinculados a su gestión. Estos contenidos se complementaron con el análisis de experiencias regionales y nacionales y, como instancia integradora, con un taller final desarrollado en grupos de trabajo sobre diferentes tipologías y escalas de abordaje de los humedales.

A lo largo de toda la actividad se priorizó un enfoque participativo y de intercambio. Las exposiciones de los docentes, apoyadas en presentaciones audiovisuales, explicaciones en pizarra y ejercicios interactivos, se complementaron con preguntas, debates y aportes de los participantes. La participación de especialistas en modalidad virtual permitió, asimismo, ampliar la diversidad de experiencias y casos considerados durante la capacitación.

3. Sede, fecha y duración

La actividad se llevó a cabo del 31 de agosto al 4 de septiembre de 2026 en el Centro de Formación de la Cooperación Española en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. El certificado de participación establece una carga total de 35 horas lectivas.

4. Instituciones involucradas

4.1. UNESCO PHI-LAC

El Programa Hidrológico Intergubernamental (PHI) es el programa intergubernamental del sistema de las Naciones Unidas dedicado a la investigación sobre el agua, la gestión de los recursos hídricos, la educación y la creación de capacidades. Su novena fase, PHI-IX (2022–2029), se desarrolla bajo el marco estratégico “Ciencia para un mundo con seguridad hídrica en un entorno cambiante” y promueve enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios para afrontar los desafíos de la seguridad hídrica.

Desde la Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe en Montevideo, el PHI implementa iniciativas regionales y nacionales en diálogo con los Estados Miembros, los Comités Nacionales y Puntos Focales, la Familia del Agua de la UNESCO y otras oficinas de la Organización. En el marco del curso, su participación contribuyó a vincular los contenidos técnicos con los objetivos regionales de cooperación científica y fortalecimiento de capacidades.

4.2. Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas en América Latina y el Caribe (CeReGAS)

CeReGAS es un Centro Categoría 2 bajo los auspicios de la UNESCO orientado a articular capacidades nacionales y regionales para la generación y transferencia de conocimiento sobre las aguas subterráneas. Su misión se vincula con la gestión sustentable de acuíferos, la protección del recurso hídrico y la promoción de su uso racional, integrando dimensiones ambientales, económicas y sociales.

El Centro ha desarrollado actividades de capacitación, cooperación y difusión en temas de hidrogeología y gestión de acuíferos, incluyendo acciones conjuntas con CODIA y UNESCO.

4.3. Conferencia de Direcciones y Autoridades Iberoamericanas del Agua (CODIA)

La CODIA es una iniciativa de cooperación y colaboración técnica en materia de gestión de recursos hídricos creada en el año 2000 por mandato del Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente. Se ha consolidado como una plataforma regional de intercambio y formación, y su Programa de Formación Iberoamericano en materia de agua constituye una de sus líneas de trabajo de mayor continuidad.

El Programa de Formación Iberoamericano comprende áreas vinculadas con seguridad hídrica y eventos extremos, planificación y gestión integrada de los recursos hídricos, y abastecimiento y saneamiento. La CODIA articula estas acciones con socios estratégicos, entre ellos UNESCO y AECID, y favorece la participación de técnicos y autoridades de los países iberoamericanos en actividades regionales de fortalecimiento de capacidades.

4.4. AECID y Centro de Formación de Santa Cruz de la Sierra

La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), a través del Centro de Formación de la Cooperación Española en Santa Cruz de la Sierra y de la plataforma Interconecta, proporcionó el marco operativo para la realización de la actividad. El Centro fue sede del curso y brindó los recursos logísticos, técnicos y de apoyo necesarios para el desarrollo de las sesiones, los espacios de intercambio y las actividades grupales.

La evaluación realizada al finalizar la actividad reflejó una valoración especialmente positiva de los recursos técnicos, la atención y la organización del Centro de Formación, aspecto que contribuyó al adecuado desarrollo de la capacitación.

5. Presentación

5.1. Marco teórico que fundamenta los contenidos del curso

5.1.1. Humedales como componentes de los sistemas hídricos

Los humedales pueden presentarse bajo una gran diversidad de formas y condiciones hidrológicas. Su rasgo común es la presencia permanente o temporal de agua superficial o de suelos saturados, condición que determina procesos físicos, químicos y biológicos particulares. Desde una perspectiva hidrológica, no deben interpretarse como unidades aisladas, sino como componentes de sistemas más amplios donde intervienen precipitación, evapotranspiración, escorrentía, aportes superficiales, intercambio con el subsuelo y almacenamiento.

El funcionamiento de cada humedal depende de la combinación de estos términos y de su variación espacial y temporal. Por ello, el análisis del balance hídrico constituye una herramienta fundamental para reconocer cuáles son las entradas y salidas dominantes y cómo responden ante cambios climáticos, alteraciones del uso del suelo o modificaciones en el régimen de gestión hídrica de la cuenca donde el humedal se encuentra inserto.

5.1.2. Interacción entre humedales y aguas subterráneas

La relación entre humedales y aguas subterráneas puede adoptar diferentes configuraciones. Algunos humedales reciben aportes de acuíferos y dependen de la descarga subterránea para mantener niveles de agua, caudales base o determinadas condiciones ecológicas. En otros casos, el humedal puede favorecer la recarga hacia el subsuelo. También pueden ocurrir intercambios reversibles o estacionales, condicionados por gradientes hidráulicos y por la variación de los niveles de agua superficial y subterránea.

Esta conectividad implica que cambios en un componente del sistema pueden propagarse hacia el otro. La extracción de agua subterránea, por ejemplo, puede modificar gradientes y alterar aportes hacia un humedal; del mismo modo, cambios en la inundación o en la calidad del agua superficial pueden influir sobre el sistema subterráneo. De ahí la necesidad de estudiar ambos componentes de manera integrada y dentro del marco de la cuenca en la que, el humedal y el sistema hidrogeológico, se hallan vinculados.

5.1.3. Cantidad, calidad y balance hídrico

El estudio de la cantidad de agua requiere observar niveles, caudales, variaciones temporales y componentes del balance. El análisis de calidad agrega información sobre procesos de mezcla, interacción agua-roca, condiciones redox y posibles presiones antrópicas. La combinación de datos piezométricos, hidroquímicos y del balance hídrico permite construir una interpretación coherente del funcionamiento del sistema y reconocer áreas de recarga, descarga o de flujo.

En el curso se abordó la importancia de integrar las escalas temporal y espacial. Un mismo humedal puede presentar comportamientos distintos a lo largo del año, o interanualmente, y en distintos sectores del mismo, por lo que las estrategias de monitoreo deben diseñarse considerando la dinámica del sistema y los objetivos de gestión.

5.1.4. Isótopos ambientales y trazadores hidrológicos

Los isótopos ambientales estables y radiactivos complementan las herramientas hidrogeológicas convencionales. Las firmas isotópicas del agua pueden contribuir a identificar orígenes, procesos de mezcla, evaporación y relaciones entre precipitación, aguas superficiales y aguas subterráneas. Asimismo, determinados radioisótopos y gases permiten estimar tiempos de residencia y aportar información sobre la edad del agua.

El dossier del curso destaca el uso del oxígeno-18 y el deuterio para analizar patrones de precipitación y evaporación, el empleo de tritio y carbono-14 para la datación de aguas subterráneas y la utilización de radón-222 como trazador de intercambios entre agua subterránea y superficial. Estas herramientas no sustituyen la caracterización hidrogeológica, sino que adquieren mayor valor cuando se interpretan conjuntamente con piezometría, hidroquímica, geofísica, teledetección, sistemas de información geográfica y observaciones de campo.

5.1.5. Monitoreo, muestreo e interpretación

La calidad de la interpretación depende de la calidad del diseño de muestreo y del monitoreo. La selección de puntos, la frecuencia de observación, la consistencia de los procedimientos de campo y la integración de variables de cantidad, calidad e isotopía son aspectos centrales para construir modelos conceptuales confiables. En este sentido, el curso incluyó estrategias de campo, interpretación de resultados y caminos metodológicos aplicables al estudio conjunto de aguas subterráneas y humedales.

5.1.6. Servicios ecosistémicos, presiones y cambio climático

Los humedales proporcionan servicios ecosistémicos asociados con regulación hídrica, mantenimiento de biodiversidad, provisión de hábitat, almacenamiento y depuración natural del agua, entre otros. Sin embargo, su funcionamiento puede verse alterado por urbanización, agricultura, contaminación, modificaciones hidrológicas y cambio climático. La comprensión de los vínculos con las aguas subterráneas resulta, por tanto, necesaria para diseñar medidas de conservación y gestión que actúen sobre el conjunto del sistema.

5.1.7. Gestión y seguimiento de ecosistemas relacionados con el agua

La gestión de humedales y aguas subterráneas requiere combinar conocimiento científico, monitoreo, planificación y coordinación institucional. En este sentido el uso de indicadores de la salud ecosistémica del humedal es un recurso indispensable para el seguimiento y evaluación de su gestión. Por ello, en el curso se expuso el indicador ODS 6.6.1, referido al cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo. Su inclusión permitió vincular las herramientas técnicas

con los sistemas de seguimiento internacional y discutir las oportunidades y limitaciones de la información disponible para la región.

5.2. Resumen de actividades

La convocatoria al curso fue difundida a través de diversos canales institucionales de las entidades organizadoras, incluyendo los medios de difusión de la Conferencia de Direcciones y Autoridades Iberoamericanas del Agua (CODIA), CeReGAS, UNESCO-PHI y AECID. El período de inscripción se desarrolló entre el 9 y el 27 de julio de 2026, mediante la plataforma de gestión de actividades de Interconecta, donde las personas interesadas debieron formalizar su postulación.

La convocatoria registró un importante interés regional, alcanzando un total de 113 postulaciones. A partir del proceso de evaluación y considerando el cupo disponible, el perfil profesional y la vinculación de las personas postulantes con la temática del curso, así como criterios de representación regional e institucional, fueron seleccionadas 25 personas para participar de la capacitación.

De las 25 personas seleccionadas, dos participantes provenientes de República Dominicana no pudieron finalmente viajar a Santa Cruz de la Sierra. En consecuencia, el curso contó con 23 participantes efectivos, procedentes de 12 países de América Latina. La nómina completa de participantes que realizaron la capacitación, con indicación de país e institución de pertenencia, se presenta en el Anexo III.

El grupo estuvo integrado por profesionales vinculados con organismos públicos y privados de suministro y/o gestión de recursos hídricos y ambiente, instituciones académicas, organismos técnicos y otras entidades relacionadas con la planificación, monitoreo, investigación y gestión del agua. La diversidad de procedencias institucionales, disciplinas y experiencias profesionales favoreció un abordaje interdisciplinario de la relación entre los humedales y las aguas subterráneas y enriqueció las instancias de intercambio desarrolladas durante la semana.

Como parte de la riqueza institucional del grupo de participantes, cabe destacar también las escalas de actuación y jurisdicción de sus instituciones de origen, que abarcan desde el ámbito nacional, subnacional y regional hasta el municipal o local. Lo mismo ocurre con los biomas en los que centran su actividad, que comprenden una gran variedad de entornos donde se conforman humedales, desde zonas costeras hasta la alta montaña.

La conformación del grupo procuró asimismo atender criterios de representación regional y equilibrio de género. Del total de asistentes, el 56 % fueron mujeres y el 44 % hombres. Estos datos, junto con la distribución de participantes por país, se presentan de forma gráfica y se analizan con mayor detalle en el apartado de participación y representación regional.

La actividad se desarrolló de manera presencial durante cinco jornadas, conforme al programa previsto, combinando exposiciones conceptuales, presentación y análisis de casos de estudio, herramientas hidrogeológicas e isotópicas, intercambio de experiencias nacionales, intervenciones virtuales de especialistas y actividades de trabajo grupal. La metodología buscó favorecer no solamente la transferencia de conocimientos, sino también la discusión entre participantes y docentes y el intercambio de experiencias provenientes de diferentes contextos nacionales.

Las presentaciones de experiencias nacionales constituyeron una instancia especialmente relevante, al permitir conocer problemáticas, iniciativas, avances y necesidades existentes en distintos países de la región y vincularlas con los contenidos técnicos abordados durante el curso. A partir de estos intercambios se desarrollaron trabajos grupales orientados a identificar temas de interés común y formular propuestas, cuyos resultados fueron presentados y discutidos durante la jornada final.

En el Anexo I se incluye una selección de imágenes del desarrollo de la actividad y en el Anexo II se presenta un ejemplo del certificado de participación emitido. Asimismo, las presentaciones y materiales utilizados por los docentes y ponentes fueron puestos a disposición de los participantes para facilitar su consulta posterior y la profundización de los contenidos abordados.

El curso culminó con una instancia de conclusiones e intercambio general en la que, además de recoger los principales aprendizajes de la semana, se manifestó el interés en mantener vinculado al grupo de participantes y dar continuidad al intercambio técnico iniciado durante la actividad, explorando posibles mecanismos de colaboración y seguimiento en torno al estudio, monitoreo y gestión de los humedales y las aguas subterráneas.

6. Objetivos

- Brindar a los participantes un conocimiento integral sobre la importancia del agua subterránea y los humedales, su interconexión y las herramientas de monitoreo y gestión sostenible para la preservación de estos recursos hídricos en el contexto del cambio climático.
- Fomentar la conciencia sobre la importancia de los acuíferos y los humedales como reguladores del ciclo hidrológico, responsables del mantenimiento de sistemas ecológicos y fuente de agua para el desarrollo sostenible, reforzando la necesidad de su preservación.
- Recuperar experiencias, casos de estudio y lecciones aprendidas en América Latina sobre la vinculación entre agua subterránea y humedales.

7. Programa

A continuación se presenta el programa final de actividades utilizado durante la semana. Se conserva el detalle de horarios, temas y responsables para documentar de forma completa el desarrollo de la capacitación.

Fecha	Horario	Actividad	Responsable / ponente
Lunes 31/08	08:30–09:00	Apertura del curso	CODIA · UNESCO · CeReGAS
	09:00–09:50	Objetivos del curso y modalidad de trabajo. Presentación de los participantes	CeReGAS y Docentes
	09:50–10:50	Introducción a los humedales: definiciones y clasificaciones	Javier Heredia Díaz
	10:50–11:05	Pausa café	
	11:05–12:35	Los humedales en los sistemas hídricos y su relación con las aguas subterráneas. Balance hídrico	Javier Heredia Díaz
	12:35–13:45	Almuerzo	
	13:45–14:45	Servicios ecosistémicos de los humedales. Estado global e impacto del cambio climático	Javier Heredia Díaz
	14:45–15:00	Pausa café	
	15:00–16:00	Estudios de casos emblemáticos con implicaciones para las políticas públicas (I)	Javier Heredia Díaz
Martes 1/09	09:00–10:30	Aguas subterráneas: conceptos y desafíos en el contexto latinoamericano y caribeño	Roberto Kirchheim
	10:30–10:45	Pausa café	
	10:45–12:15	Cantidad y calidad: estado del arte, métodos y ejemplos	Roberto Kirchheim
	12:15–13:30	Almuerzo	
	13:30–15:00	Estudios de caso emblemáticos con implicaciones para las políticas públicas (II)	Roberto Kirchheim · Javier Heredia Díaz
	15:00–15:15	Pausa café	
	15:15–16:15	Principios básicos de las aplicaciones isotópicas en hidrología y firmas isotópicas del agua de lluvia	Roberto Kirchheim
Miércoles 2/09	08:30–10:00	Isótopos estables y radiogénicos: trazadores de procesos ambientales (incluyendo edades)	Roberto Kirchheim
	10:00–10:15	Pausa café	
	10:15–11:45	Muestreo y estrategias de campo. Interpretación de resultados y caminos metodológicos	Roberto Kirchheim
	11:45–12:15	Evaluación del comportamiento hidrológico de los humedales Esteros de Farrapos mediante técnicas isotópicas e hidrogeoquímicas	Manuel Giménez (conexión virtual)

Fecha	Horario	Actividad	Responsable / ponente
	12:15–13:30	Almuerzo	
	13:30–15:00	Presentación e intercambio de experiencias nacionales	Participantes · Roberto Kirchheim · Javier Heredia Díaz
	15:00–15:15	Pausa café	
	15:15–16:30	Presentación e intercambio de experiencias nacionales	Participantes · Roberto Kirchheim · Javier Heredia Díaz
Jueves 3/09	09:00–10:00	Actualización del Indicador ODS 6.6.1: cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua	Agostina Pedro
	10:00–10:30	Aguas Subterráneas en el Proyecto GEF Pantanal: oportunidades y desafíos	Ricardo Burg (conexión virtual)
	10:00–10:45	Pausa café	
	10:45–11:15	Presentación Proyecto Amazonas	Laura Imburgia · Marco Albarracín (conexión virtual)
	11:15–11:45	Estudio de la relación agua superficial-subterránea en los Esteros del Iberá (Corrientes, Argentina)	Sebastián Dietrich (conexión virtual)
	11:45–13:00	Almuerzo	
	13:00–14:30	Trabajo grupal: selección de temas y desarrollo de propuestas	Roberto Kirchheim · Javier Heredia Díaz
	14:30–14:45	Pausa café	
	14:45–16:15	Trabajo grupal: selección de temas y desarrollo de propuestas	Roberto Kirchheim · Javier Heredia Díaz
Viernes 4/09	08:30–10:00	Presentación y discusión de los trabajos grupales	Roberto Kirchheim · Javier Heredia Díaz
	10:00–10:15	Pausa café	
	10:15–11:45	Presentación y discusión de los trabajos grupales	Roberto Kirchheim · Javier Heredia Díaz
	11:45–13:15	Almuerzo	
	13:15–14:15	Conclusiones	Roberto Kirchheim · Javier Heredia Díaz
	14:15–14:30	Cierre del curso	CODIA · UNESCO · CeReGAS, docentes y participantes

8. Coordinación y ponentes

8.1. Coordinación

- CeReGAS – Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas en América Latina y el Caribe.
- PHI-LAC – Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- CODIA – Conferencia de Direcciones y Autoridades Iberoamericanas del Agua.
- AECID – Centro de Formación de la Cooperación Española en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

8.2. Docentes y ponentes invitados

Roberto Kirchheim

Geólogo graduado de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), con posgrado en geología aplicada e hidrogeología por la Universidad de Tübingen, Alemania, y doctorado en hidrogeología e isotopía por la Universidade Estadual Paulista (UNESP). Ha trabajado en proyectos de emergencia, cooperación internacional, consultoría ambiental e hidrogeológica y gestión de recursos hídricos. Desde 2010 se desempeña en el Servicio Geológico de Brasil (SGB), donde ha ocupado funciones de asesoría, cooperación internacional y coordinación de aplicaciones de isotopía en hidrología. Actualmente integra el Centro de Geociencias Aplicadas del SGB y desarrolla actividades de investigación e innovación con técnicas isotópicas.

Javier Heredia Díaz

Científico Titular del Instituto Geológico y Minero de España (CSIC-IGME), con 38 años de trayectoria en investigación y consultoría en Ciencias de la Tierra. Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Rosario, diplomado en Hidrogeología Superficial y Aplicada y en Hidrogeología, y doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Cataluña. Su experiencia comprende hidrogeología, hidrología superficial e ingeniería ambiental, con líneas de trabajo en modelación hidrogeológica, humedales, sistemas hídricos de grandes llanuras, balances hídricos, identificación de recarga, isótopos ambientales, geoestadística, modelos geológicos tridimensionales y sistemas de información geográfica. Ha desarrollado además una extensa actividad docente y de formación de posgrado.

Agostina Pedro

Licenciada en Geología por la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, Uruguay, y estudiante de la Maestría en Geociencias de PEDECIBA. Su formación se ha centrado en aguas subterráneas y aprovechamiento geotérmico, con participación en estudios hidrogeológicos y de caracterización de acuíferos, incluyendo trabajos vinculados con el Sistema Acuífero Guaraní. Se desempeña como Asistente Técnica en CeReGAS, donde participa en iniciativas regionales de gestión sostenible de acuíferos y fortalecimiento técnico-institucional.

Otros ponentes invitados

- Manuel Camilo Giménez Martínez – Profesor del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay. Presentó el caso de los Esteros de Farrapos.
- Ricardo Burg Mlynarz – Project Manager / consultor vinculado al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y coordinador regional del Proyecto GEF Pantanal. Presentó oportunidades y desafíos para el abordaje de aguas subterráneas en el Proyecto GEF Pantanal.

- Laura Imburgia – Especialista de Programa del Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). Presentó Proyecto UNESCO WWAP - CODIA - AECID:
Fortalecimiento de las capacidades para evaluar los avances en los ecosistemas relacionados con el agua y en la inclusión e igualdad mediante un enfoque de cuencas hidrográficas - El caso de la Amazonía.
- Marco Albarracín Rodas – Gestor de Ecohidrología de WasiLab, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Participó en la presentación del Proyecto Amazonía junto con Laura Imburgia.
- Sebastián Dietrich – Investigador del CONICET, Instituto de Hidrología de Llanuras Dr. Eduardo Jorge Usunoff (Argentina). Presentó el estudio de la relación agua superficial-subterránea en los Esteros del Iberá.

9. Actividades desarrolladas

La actividad se desarrolló a lo largo de cinco jornadas consecutivas y siguió una secuencia pedagógica que combinó fundamentos, herramientas de estudio, casos regionales e integración final. A diferencia de un esquema exclusivamente expositivo, el curso incorporó espacios específicos de taller para la participación de los asistentes y para la construcción colectiva de propuestas.

9.1. Apertura, encuadre y presentación de participantes

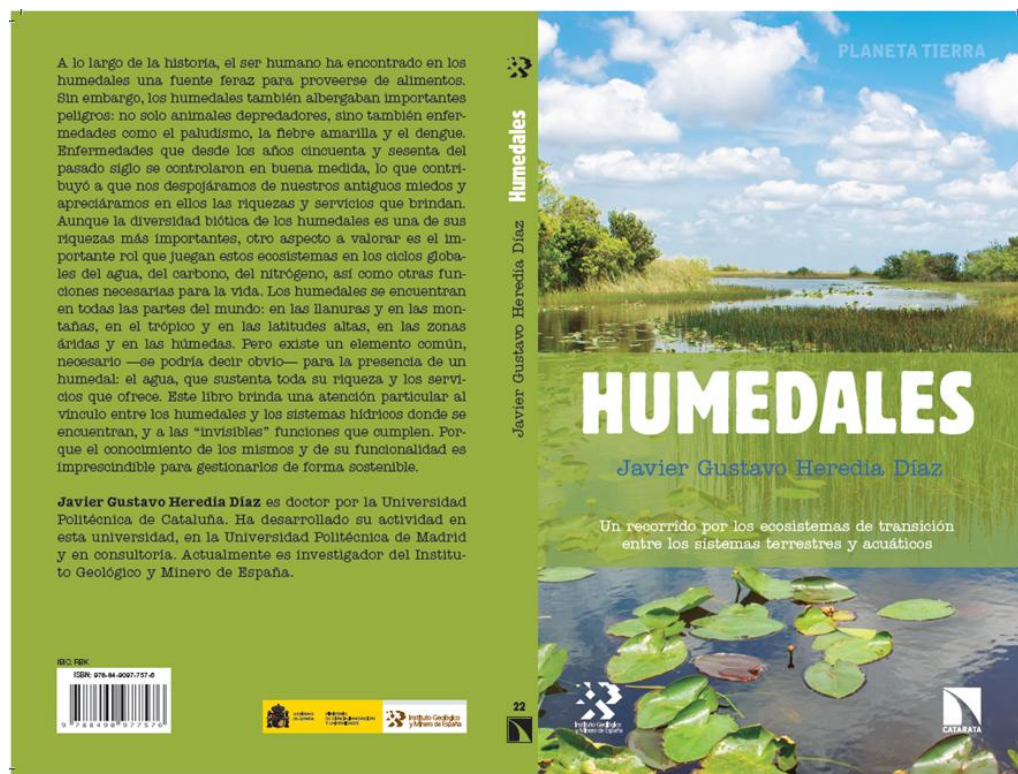
La primera jornada comenzó con la apertura institucional a cargo de CODIA, UNESCO y CeReGAS. Posteriormente se presentaron los objetivos, la modalidad de trabajo y los participantes. Esta instancia permitió reconocer la diversidad de perfiles profesionales e instituciones representadas y establecer desde el inicio un marco de intercambio regional.

9.2. Humedales: definiciones, funcionamiento y servicios ecosistémicos

El bloque inicial estuvo dedicado a las definiciones y clasificaciones de humedales, su inserción en los sistemas hídricos y la importancia del balance de agua para interpretar su funcionamiento. Se analizaron los principales componentes y procesos que intervienen en estos sistemas, con especial atención a las relaciones entre los humedales, las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

Asimismo, se abordaron los servicios ecosistémicos asociados a los humedales, su estado y tendencias a escala global y los efectos del cambio climático sobre estos ambientes. Los contenidos se complementaron con el análisis de casos emblemáticos y la discusión sobre su consideración en las políticas públicas, proporcionando un marco conceptual para los contenidos hidrogeológicos y las herramientas de caracterización desarrolladas posteriormente durante el curso.

Como material bibliográfico complementario a este bloque, se entregó a cada participante un ejemplar del libro *Humedales*, de Javier G. Heredia Díaz (2019), publicación vinculada con los conceptos sobre humedales y sistemas hídricos abordados durante el curso. Asimismo, se entregaron cuatro ejemplares al Centro de Documentación y Biblioteca del Centro de Formación de la AECID en Santa Cruz de la Sierra, con el propósito de que la publicación quedará disponible como material de consulta.



Publicación entregada a los participantes como material bibliográfico complementario del curso.

9.3. Aguas subterráneas: conceptos, cantidad y calidad

La segunda jornada trasladó el foco hacia la hidrogeología y los desafíos de las aguas subterráneas en el contexto latinoamericano y caribeño. Se discutieron conceptos vinculados con cantidad y calidad, métodos de evaluación y ejemplos de aplicación. El tratamiento conjunto con casos de estudio permitió reforzar el vínculo entre la conceptualización hidrogeológica y los problemas de gestión.

9.4. Aplicaciones isotópicas, muestreo e interpretación

Entre el martes y el miércoles se introdujeron los principios básicos de las aplicaciones isotópicas en hidrología, comenzando por las firmas isotópicas de la precipitación y avanzando hacia isótopos estables y radiogénicos como trazadores de procesos ambientales y herramientas para estimar edades del agua. Se trabajó además en estrategias de muestreo, procedimientos de campo, interpretación de resultados y caminos metodológicos.

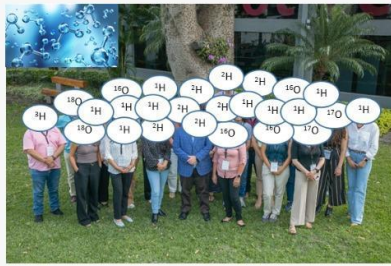
9.5. Ejercicios interactivos y construcción conceptual

Como complemento de las exposiciones teóricas, se desarrollaron ejercicios interactivos orientados a facilitar la comprensión de algunos de los conceptos abordados durante el curso. Estas dinámicas promovieron la participación activa del grupo y permitieron trabajar conceptos hidrogeológicos e isotópicos mediante situaciones sencillas de análisis, analogías y discusión colectiva.

En el componente isotópico, un primer ejercicio permitió introducir de forma didáctica el concepto de fraccionamiento isotópico. A partir de una dinámica en la que los participantes representaron distintos isótopos de hidrógeno y oxígeno y conformaron simbólicamente moléculas de agua, se discutieron las diferencias de masa y su comportamiento durante los procesos de evaporación y precipitación.

Ejercicio Interactivo 1

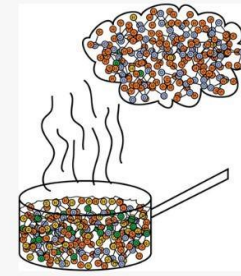
Explicación sobre el fraccionamiento isotópico



1. Somos 25 personas y conformamos moléculas de agua; por lo tanto, somos 17 hidrógenos y 8 oxígenos.

2. Tres personas - dos hidrógenos (con diferentes masas atómicas) y un oxígeno (con diferente masa atómica) forman una molécula de agua que, en consecuencia, tiene peso atómico distinto: a veces más liviano, a veces más pesado.

3. Las moléculas más ligeras se evaporan primero, mientras que las moléculas más pesadas precipitan primero.

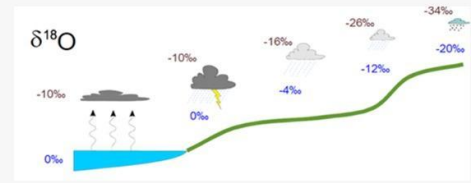


4. La dinámica se establece a medida que: (i) las moléculas adquieren su conformación; (ii) se contabiliza el peso atómico separando las más pesadas de las más ligeras; (iii) se producen procesos de evaporación y precipitación que forman grupos pequeños y separados, en los cuales las proporciones entre los diferentes isótopos de H y O difieren de las del grupo original.

5. De manera lúdica y divertida, aunque no por ello menos analítica, el grupo experimenta y define el concepto de fraccionamiento isotópico, fundamental para las aplicaciones isotópicas en hidrología.



6. La presencia de tritio abre el camino para el siguiente ejercicio interactivo relacionado con los trazadores de edad del agua. El hecho de que haya tritio en el grupo significa que se trata de un grupo "joven".



Ejercicio interactivo sobre fraccionamiento isotópico. Fuente: material elaborado por Roberto Kirchheim.

Un segundo ejercicio estuvo orientado a explicar el uso de trazadores isotópicos para estimar la edad del agua. Mediante una analogía con atributos de los propios participantes que varían a lo largo del tiempo, se discutió la necesidad de emplear distintos indicadores y, por analogía, diferentes trazadores capaces de aportar información en distintas ventanas temporales.

Ejercicio Interactivo 2

Explicación sobre trazadores isotópicos



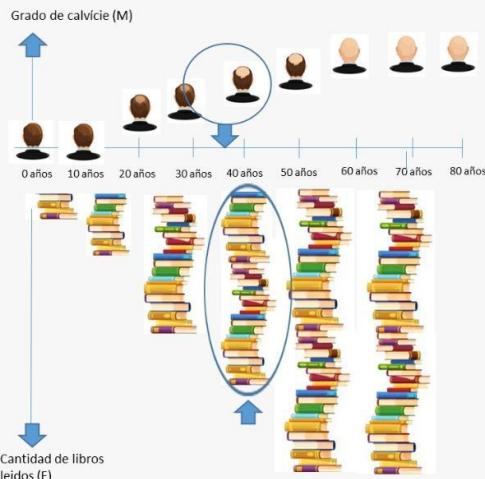
4. Por otro lado, otras variables presentan variaciones a lo largo del tiempo y funcionan mejor para estimar la edad de una persona

5. Una sola variable no basta para esta estimación, por lo que se requiere más de una. De manera análoga, los trazadores de edad del agua operan en diferentes ventanas temporales y, debido a los procesos de transporte en el medio saturado, siempre se busca utilizar más de un trazador.

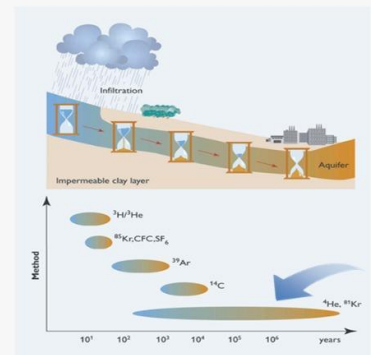
1. Somos 25 personas y, en este caso, cada uno de nosotros, al representar una molécula de agua, tiene una edad diferente. ¿Cuál sería la edad promedio de los integrantes del grupo?

2. La dinámica consiste en elaborar "indicadores" de esta edad media del grupo a partir de atributos físicos y/u otros que presentan variaciones a lo largo del tiempo.

3. Esta discusión en grupo permite constatar que algunas de las variables enumeradas no funcionan como "indicadores" para todas las etapas de la vida humana. La variable tamaño, por ejemplo, resulta válida únicamente para el período comprendido entre el nacimiento y el final de la adolescencia.

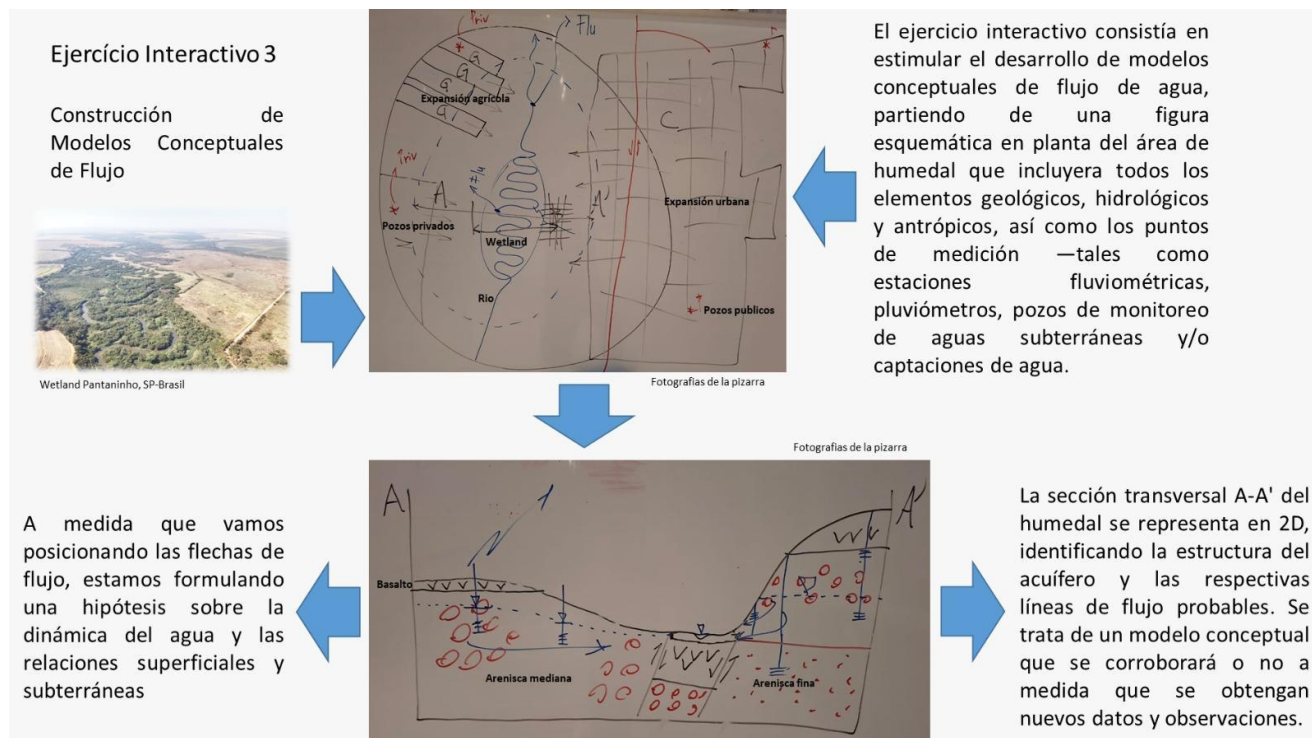


La estimación realizada en tiempo real durante el ejercicio interactivo arrojó edades con un error inferior al 10 % respecto a las edades medias reales.



Ejercicio interactivo sobre trazadores isotópicos y edad del agua. Fuente: material elaborado por Roberto Kirchheim.

Asimismo, se desarrolló un ejercicio de construcción de modelos conceptuales de flujo a partir de la representación esquemática de un humedal y de los principales elementos geológicos, hidrológicos y antrópicos de su entorno. La dinámica permitió discutir posibles direcciones de flujo, la interacción entre aguas superficiales y subterráneas, los puntos de monitoreo necesarios y la elaboración de una sección hidrogeológica conceptual. Se enfatizó que estos modelos constituyen hipótesis de funcionamiento que deben ser contrastadas y actualizadas a medida que se dispone de nuevos datos y observaciones.



Ejercicio interactivo para la construcción de un modelo conceptual de flujo. Fuente: material elaborado por Roberto Kirchheim.

9.6. Casos de estudio regionales

Los casos de estudio cumplieron una función central para vincular los conceptos con situaciones concretas. Se abordaron experiencias de humedales y sistemas relacionados con las aguas subterráneas en distintos contextos, incluyendo los Esteros de Farrapos en Uruguay, el Pantanal, el proyecto Amazonas y los Esteros del Iberá en Argentina. Estas intervenciones permitieron contrastar metodologías, escalas de trabajo y necesidades de información.

El caso del humedal Farrapos resultó muy interesante y puso de manifiesto la necesidad de ampliar el diagnóstico a una región más extensa, de modo que abarcara las líneas de flujo subterráneo previamente identificadas, desde las zonas de recarga hasta las descargas en el río y el humedal. Asimismo, cabe destacar lo decisiva que fue la sistematización de la información previa. Asimismo, quedó patente la importancia de incorporar diferentes trazadores isotópicos, además de la química del agua. Con el conjunto de información disponible, fue posible agrupar aguas e interacciones que permiten comprender la dinámica del humedal en cuestión, el cual recibe aportes de acuíferos con diferentes tiempos de residencia.

En el caso de los Esteros del Iberá, resultó muy evidente la importancia de utilizar técnicas basadas en el radón, realizando transectas en el cuerpo de agua superficial e incorporando, asimismo, las firmas de las aguas subterráneas provenientes de diversos pozos. Del mismo modo, la piezometría —mediante transectas transversales al cuerpo de agua— permitió observar importantes inversiones de flujo, lo que confiere al sistema una complejidad mayor de la que se suponía originalmente.

El desarrollo del curso se vio enriquecido notablemente con la presentación de testimonios sobre la situación actual de la dinámica del Proyecto Transfronterizo GEF Pantanal, considerado el humedal más grande del mundo. El secretario general de dicho proyecto comentó la etapa actual de la iniciativa, así como los desafíos y las oportunidades que surgirán durante su ejecución.

Asimismo, los representantes de la UNESCO presentaron las síntesis conclusivas de un diagnóstico exhaustivo sobre el estado actual del conocimiento relativo a los recursos hídricos en el bioma amazónico. Quedó patente la gran heterogeneidad de capacidades y conocimientos entre los países, así como la profusión de iniciativas y la dispersión o fragmentación de la información generada y disponible.

9.7. Presentación e intercambio de experiencias nacionales

La tarde del miércoles se destinó a la presentación e intercambio de experiencias nacionales de los participantes, concebida como una instancia de intercambio horizontal y de construcción colectiva a partir de las diferentes realidades representadas en el curso.

Las presentaciones pusieron de manifiesto la diversidad de contextos y aproximaciones existentes en la región, incluyendo experiencias de estudio y caracterización de humedales, análisis de su relación con las aguas subterráneas, iniciativas de monitoreo y generación de información, proyectos orientados a la conservación y gestión de estos ecosistemas, así como experiencias vinculadas con la planificación y los marcos institucionales. Esta diversidad permitió contrastar metodologías, escalas de análisis y capacidades disponibles en los distintos países, así como reconocer desafíos compartidos en torno a la generación de conocimiento y su incorporación a los procesos de gestión.

El intercambio resultó especialmente valioso para identificar temas de interés común, necesidades de fortalecimiento y oportunidades para el intercambio de experiencias y conocimiento entre instituciones y profesionales de la región.

En el Anexo IV se presenta la nómina de las experiencias nacionales compartidas durante el curso, indicando título de la presentación, participante, institución y país.

9.8. Actualización del Indicador ODS 6.6.1

El jueves se presentó una actualización del indicador ODS 6.6.1, “Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo”. La exposición introdujo la estructura del indicador y sus componentes, las fuentes de datos disponibles y algunos aspectos vinculados con la interpretación de cambios en aguas superficiales, lagos, humedales, manglares y embalses. El abordaje permitió conectar la temática del curso con las herramientas internacionales de seguimiento de ecosistemas relacionados con el agua.

9.9. Trabajo grupal y discusión final

Como instancia integradora de los contenidos desarrollados durante la semana, la tarde del jueves se destinó a un trabajo en grupos orientado a la gestión sostenible de humedales. La actividad propuso

aplicar y poner en relación los conceptos y herramientas abordados durante el curso, considerando diferentes tipologías de humedales y escalas de gestión.

Los participantes se organizaron en cuatro grupos: humedales de montaña, humedales costeros, humedales urbanos y planificación nacional. Los tres primeros trabajaron a partir de una misma serie de preguntas guía, centradas en los retos para la gestión sostenible, las metodologías de caracterización y diagnóstico, los actores sociales y las tensiones existentes, y las estrategias para articular políticas públicas, ordenamiento territorial y demandas sociales. El grupo de planificación nacional abordó específicamente los avances, obstáculos y necesidades para incorporar los humedales en la planificación de los países, considerando aspectos de definición y clasificación, inventario, caracterización, protección normativa, gestión y coordinación institucional.

TRABAJO EN GRUPOS | Gestión sostenible de humedales

Grupos: ① Montaña ② Costeros ③ Urbanos ④ Planificación nacional

GRUPOS 1, 2 y 3 | Preguntas guía

- ¿Cuáles son los retos para una gestión sostenible de los humedales?
- ¿Qué metodologías de caracterización y diagnóstico deberían aplicarse?
- ¿Qué actores sociales están presentes y qué tensiones existen entre ellos?
- ¿Qué estrategias de sostenibilidad permitirían articular políticas públicas, ordenamiento territorial y demandas sociales?

GRUPO 4 | Planificación nacional

- ¿Qué avances existen en cada país para incorporar los humedales en la planificación nacional?
- Secuencia: definición/clasificación → inventario → estudio y caracterización → protección normativa → gestión.
- Identificar obstáculos y carencias en cada país.
- ¿Cómo involucrar instituciones públicas y privadas y actores socioeconómicos?
- Como ejecuta la institución pública su rol: coordinación/gobernanza + implementación y aplicación de la normativa?.

Puesta en común: problemas y carencias → actores → herramientas → acciones prioritarias

Consigna del trabajo grupal desarrollado durante el curso.

A partir de estas consignas, cada grupo elaboró una presentación para la puesta en común realizada durante la jornada del viernes. Los resultados reflejaron diferentes aproximaciones a la gestión de los humedales según su tipología y escala de análisis.

El grupo de **humedales de montaña** centró su análisis en las principales presiones y amenazas que afectan a estos sistemas, así como en las necesidades para su caracterización a diferentes escalas. Se consideraron aspectos vinculados al conocimiento de su funcionamiento, la identificación y participación de los actores involucrados y los desafíos de gobernanza asociados a su conservación y gestión.

El grupo de **humedales costeros** destacó la necesidad de comprender la dinámica funcional de estos ambientes mediante la integración de información sobre aguas superficiales y subterráneas. Entre los aspectos considerados se incluyeron el balance hídrico, el monitoreo, la construcción de modelos

conceptuales y la incorporación de las dimensiones socioeconómicas e institucionales en los procesos de gestión.

Por su parte, el grupo de **humedales urbanos** abordó los desafíos derivados de la interacción entre estos ecosistemas y las dinámicas propias de las áreas urbanizadas. La discusión se organizó en torno al monitoreo, la gobernanza, la integración territorial y la necesidad de articular el funcionamiento ecológico e hidrológico de los humedales con los instrumentos de planificación y gestión urbana.

Finalmente, el grupo de **planificación nacional** analizó los avances y desafíos para incorporar los humedales en la planificación de Brasil, Bolivia, Chile, El Salvador, Paraguay, Perú y Uruguay. El análisis contempló la definición y clasificación, los inventarios, la caracterización, la protección normativa y la gestión, e identificó como desafíos comunes el fortalecimiento de las capacidades técnicas y financieras, la continuidad de las políticas públicas, la coordinación interinstitucional y la participación de los diferentes actores.

Las presentaciones fueron compartidas en plenario y dieron lugar a una instancia de intercambio y discusión entre los participantes. En conjunto, el ejercicio permitió analizar la gestión sostenible de los humedales desde diferentes contextos ambientales y escalas territoriales, poniendo en relación los conocimientos técnicos desarrollados durante el curso con aspectos de monitoreo, planificación, gobernanza y articulación institucional y social.

En el Anexo V se presenta la conformación de cada uno de los grupos de trabajo, indicando sus integrantes y la temática analizada.

9.10. Cierre y disponibilidad de materiales

La actividad concluyó con una instancia de cierre en la que participaron las instituciones organizadoras, docentes y participantes. En este espacio se retomaron los principales aprendizajes de la semana y se planteó el interés en mantener el vínculo generado durante el curso, dando continuidad al intercambio técnico mediante un posible grupo de trabajo o espacio de comunicación entre los participantes. Esta posibilidad se concibió como un mecanismo para compartir experiencias, consultas, metodologías e iniciativas vinculadas con el estudio y la gestión de humedales y aguas subterráneas. Posteriormente se compartió una carpeta con las presentaciones utilizadas durante el curso, las experiencias nacionales y materiales complementarios, junto con fotografías de la actividad. La certificación de participación fue prevista para su emisión posterior.

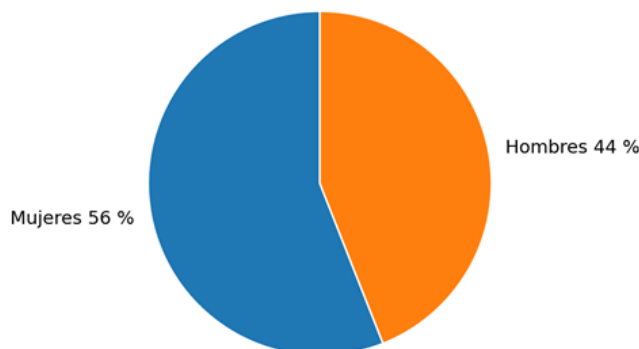
10. Participación y representación regional

La nómina inicial incluía 25 personas seleccionadas. Dos participantes de República Dominicana no asistieron finalmente a la actividad; en consecuencia, la participación efectiva fue de 23 personas provenientes de 12 países.

País	Participantes
Argentina	1
Bolivia	5

País	Participantes
Brasil	2
Chile	2
Costa Rica	1
Ecuador	1
El Salvador	3
Guatemala	1
México	2
Paraguay	1
Perú	3
Uruguay	1
Total	23

La participación efectiva presentó una distribución equilibrada por género: 56 % de mujeres y 44 % de hombres.



11. Evaluación de la actividad

La encuesta final recibió 23 respuestas. Para mantener el foco del informe en los contenidos y resultados del curso, se presentan únicamente algunos indicadores que resultan especialmente informativos sobre el cumplimiento de los objetivos de intercambio y fortalecimiento regional.

Indicador seleccionado	Resultado
Respuestas recibidas	23
Participantes que recomendarían la actividad a colegas	23 de 23 (100 %)
Valoración “muy buena” de la capacidad para establecer contactos y colaboraciones	23 de 23 (100 %)
Conocimiento de la temática en otros países valorado como “muy bueno” antes del curso	14 de 23 (61 %)
Conocimiento de la temática en otros países valorado como “muy bueno” al finalizar	20 de 23 (87 %)

Indicador seleccionado	Resultado
Valoración “muy buena” de contenidos, agenda y comunicaciones	21 de 23 (91 %)
Valoración “muy buena” de materiales de apoyo	22 de 23 (96 %)

Los resultados muestran una valoración general alta y, especialmente, un aporte claro del curso a la generación de vínculos profesionales y al conocimiento de experiencias de otros países.

En las observaciones abiertas de la encuesta se manifestó interés por incorporar, en futuras instancias de capacitación, un mayor componente práctico, incluyendo actividades de campo, visitas técnicas y prácticas de monitoreo y muestreo si correspondiera a la temática. Entre los temas mencionados para una eventual profundización se encontraron las aplicaciones isotópicas, modelización, cartografía de áreas de recarga, biodiversidad, dimensión social, gobernanza y marcos normativos. Estas observaciones constituyen insumos de interés para la planificación de futuras actividades formativas.

12. Principales resultados y conclusiones

El curso permitió consolidar una visión integrada de los humedales y las aguas subterráneas, destacando que su gestión requiere comprender los procesos de conexión dentro del sistema hídrico y evitar enfoques fragmentados. La secuencia de contenidos mostró la complementariedad entre hidrogeología, balance hídrico, calidad del agua, isotopía, monitoreo y análisis de ecosistemas.

- La relación entre humedales y aguas subterráneas debe analizarse a partir del funcionamiento hidrológico del sistema y de los gradientes que controlan los intercambios de agua.
- La interpretación de un humedal requiere integrar información de carácter cuantitativo y cualitativo, resultante de un monitoreo temporal. Procurando evitar la dependencia tanto de un único tipo de información, como de la ofrezca información exclusivamente de un instante dado.
- Las técnicas isotópicas aportan evidencia valiosa sobre origen, mezcla, evaporación, tiempos de residencia e interacción superficial-subterránea, especialmente cuando se combinan con métodos hidrogeológicos e hidroquímicos convencionales.
- Los casos de estudio evidenciaron la diversidad de contextos de América Latina y la necesidad de adaptar las metodologías a la escala, disponibilidad de datos y objetivos de gestión de cada sistema.
- Las experiencias nacionales pusieron de manifiesto el valor de compartir metodologías, avances y limitaciones entre instituciones y países, y permitieron identificar temas de interés común para continuar el trabajo regional.
- El monitoreo y la disponibilidad de información siguen siendo componentes centrales para sustentar decisiones de conservación y gestión de humedales y acuíferos relacionados.
- La articulación entre conocimiento científico, gestión institucional y herramientas de seguimiento como el ODS 6.6.1 constituye una oportunidad para fortalecer la toma de decisiones y la comunicación sobre el estado de los ecosistemas relacionados con el agua.

13. Continuidad y líneas de trabajo

Uno de los resultados relevantes del cierre fue el interés en mantener activo el vínculo entre los participantes y dar continuidad al intercambio técnico iniciado durante la semana. La diversidad de experiencias presentadas mostró que existen problemáticas y necesidades distintas, pero también suficientes puntos de convergencia como para sostener un espacio regional de trabajo.

En este sentido, se planteó la conveniencia de mantener al grupo conectado para compartir avances, consultas, metodologías, información y oportunidades de cooperación. La continuidad puede servir

como soporte para que las experiencias nacionales no queden limitadas a una presentación puntual, sino que puedan actualizarse y enriquecerse a partir del intercambio con otros países.

Como líneas posibles de continuidad se identifican: mantener un canal de comunicación entre los participantes; organizar instancias virtuales de seguimiento; compartir avances de proyectos o estudios nacionales; favorecer intercambios técnicos entre instituciones; y explorar, cuando exista información suficiente y acuerdo entre las partes, la elaboración de productos de conocimiento de alcance regional, tales como documentos técnicos, sistematizaciones de casos o publicaciones conjuntas.

Estas líneas se presentan como posibilidades surgidas del intercambio y no como compromisos institucionales formalmente acordados. Su desarrollo dependerá de la disponibilidad de los participantes y de la articulación futura entre las instituciones organizadoras.

14. Recomendaciones

A partir de los contenidos desarrollados, las experiencias compartidas y las discusiones generadas durante el curso, se identifican algunas orientaciones de interés para continuar fortaleciendo el abordaje de la relación entre humedales y aguas subterráneas en la región:

- Promover abordajes integrados que consideren a los humedales, las aguas superficiales y las aguas subterráneas como componentes interrelacionados del sistema hídrico, incorporando esta perspectiva tanto en su caracterización como en los procesos de planificación y gestión.
- Fortalecer la caracterización y el monitoreo de estos sistemas mediante estrategias adaptadas a cada contexto, integrando información hidrológica, hidrogeológica, hidroquímica e isotópica cuando resulte pertinente.
- Favorecer el desarrollo de modelos conceptuales de funcionamiento que permitan integrar la información disponible, identificar vacíos de conocimiento y orientar el diseño de programas de monitoreo y medidas de gestión.
- Fortalecer la generación, sistematización e integración de información, así como la coordinación entre las instituciones responsables de su producción y utilización, de modo de favorecer su incorporación efectiva en los procesos de toma de decisiones.
- Promover la articulación entre conocimiento técnico, planificación territorial, marcos normativos, capacidades institucionales y participación de los actores involucrados, reconociendo que la gestión sostenible de los humedales requiere abordajes interdisciplinarios e interinstitucionales.
- Dar continuidad al intercambio regional generado durante el curso, favoreciendo espacios de cooperación entre los profesionales e instituciones participantes y explorando oportunidades para compartir experiencias, metodologías y resultados.

15. Bibliografía y materiales de referencia

El curso incluyó, entre otros, los siguientes materiales de apoyo y referencias para la profundización de los contenidos:

- Appelo, C. A. J. & Postma, D. (2005). *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. 2nd ed. A.A. Balkema Publishers.
- Brinson, M. M. (1993). *A hydrogeomorphic classification for wetlands*. Wetlands Research Program, Technical Report WRP-DE-4. U.S. Army Corps of Engineers.

- Clark, I. D. & Fritz, P. (1997). Environmental Isotopes in Hydrogeology. Lewis Publishers, Boca Raton.
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2006). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales. 4ª edición.
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2010). El manejo de las aguas subterráneas: Lineamientos para el manejo de las aguas subterráneas a fin de mantener las características ecológicas de los humedales. Manuales Ramsar, vol. 11.
- Convención de Ramsar sobre los Humedales (2018). Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas.
- FAO (2019). Servicios ecosistémicos y biodiversidad.
- Foster, S. et al. (2006). Los Ecosistemas Dependientes del Agua Subterránea: procedimientos de caracterización y medidas de conservación. Gestión Sustentable de las Aguas Subterráneas, Nota 15. Banco Mundial.
- Heredia Díaz, J.G. (2019) Humedales. Ed. Catarata. Colección Planeta Tierra. (174 pp). ISBN: 978-84-9138-085-6. Madrid, España
- International Atomic Energy Agency (2013). Isotope methods for dating old groundwater. Vienna: IAEA.
- Mitsch, W. J. & Gosselink, J. G. (2015). Wetlands. 5th ed. Wiley & Sons.
- National Research Council (1995). Wetlands: Characteristics and Boundaries. National Academy Press
- Ortega, L., Manzano, M., Custodio E., Hornero, J., Rodríguez-Arévalo, J. Using ^{222}Rn to identify and quantify groundwater inflows to the Mundo River (SE Spain). Chemical Geology. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2014.12.002.

16. Anexos

Anexo I. Pieza gráfica de la actividad



The graphic is a promotional poster for a course. It features a dark blue background on the left with white text, and a photograph of a wetland on the right. The text on the left includes the course type 'CURSO PRESENCIAL', the title 'Relación entre Humedales y Aguas Subterráneas', and the dates '31 de agosto al 4 de septiembre 2026' at the 'Centro de Formación AECID Santa Cruz de la Sierra, Bolivia'. The right side shows a vibrant wetland scene with green plants and water under a blue sky. A small circular logo with a water drop and a leaf is in the top right corner of the image area. At the bottom, there are logos for UNESCO, CellerGAS, CODIA, Red Iberoamericana, and Cooperación Española, along with registration information.

CURSO PRESENCIAL

Relación entre Humedales y Aguas Subterráneas

31 de agosto al 4 de septiembre 2026
Centro de Formación AECID Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

©Adobe Stock

unesco
Programa Hidrológico Intergubernamental

CellerGAS
Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas en América Latina y el Caribe

codia
Coordinadora de Autoridades Iberoamericanas de Aguas
Conferencia de Directores de Autoridades Iberoamericanas de Agua

Red Iberoamericana
Rede Ibero-Americana

cooperación española

Inscripciones hasta el 27 de julio
<https://bit.ly/3QLRB6Z>

Anexo II. Modelo de certificado de participación



Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico / Dirección General del Agua (DGA)
Conferencia de Direcciones y Autoridades Iberoamericanas del Agua (CODIA)
Centro Regional para la Gestión de Aguas Subterráneas en América Latina y el Caribe (CeReGAS)
Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO para América Latina y el Caribe (PHI-LAC)

Certifican a:
Gestión Formación SCZ2 Bolivia

Por su participación en el curso
Relación entre humedales y aguas subterráneas,

Celebrado en modalidad **presencial** del 31 de agosto al 4 de septiembre 2026, con un total de 35 horas lectivas
y coordinado por el Centro de Formación de la Cooperación Española en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Este certificado está avalado por **Da. Concepción Marcuello Olona**, Coordinadora de la Dirección General del Agua de España,
y **D. Jesús Molina Vázquez**, Director del Centro de Formación de la AECID.

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia, 10 de septiembre de 2026

La verificación de este certificado se puede realizar a través del código QR en el reverso.

Anexo III. Nómina de participantes asistentes

Nombre	Institución	País	Cargo / área	Contacto
Joaquín Cuelho	Municipalidad de Concordia	Argentina	Inspector Ambiental e integrante del Equipo Técnico de Humedales	Sysocuelhojoaquin@gmail.com
Andrea Mejía Uria	Ministerio de Relaciones Exteriores / Proyecto GEF Pantanal	Bolivia	Asistente Técnica Nacional para Bolivia	amejia@wwfbolivia.org
Janina Fabiola Zavala Laos	Ministerio de Desarrollo Productivo, Rural y Agua	Bolivia	Consultora / Supervisora del Proyecto Fortalecimiento al SIASBO	janina.fabiola.zl@gmail.com
Juan Carlos Vélez Saramani	Ministerio de Desarrollo Productivo, Rural y Agua	Bolivia	Especialista en Recursos Hídricos	juanca.velsar@gmail.com
Luz Eugenia Hurtado Chambi	Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba	Bolivia	Secretaría de Planificación y Medio Ambiente	junio.hurtado@gmail.com
Ruth Alejandra Sibaute Aguilera	Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra	Bolivia	Responsable de planificación en recursos hídricos, saneamiento y gestión del riesgo	alesibaute93@gmail.com
Carolina Arantes	Agencia Nacional de Aguas y Saneamiento Básico	Brasil	Asistente técnica	carolina.arantes@ana.gov.br
Deborah Mendes	Servicio Geológico de Brasil (SGB)	Brasil	Investigadora en Geociencias	deborah.mendes@sbg.gov.br
Carolina Morales Calderón	Dirección General de Aguas	Chile	Analista de Resolución	carolinamoralesc@gmail.com
Loreto Valdivia Ortiz	Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas	Chile	Especialista en conservación de ecosistemas acuáticos continentales	loreto.valdivia.o@gmail.com
Roberto Guzmán Gutiérrez	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	Docente e investigador	robertoguzman.cr@gmail.com
Monserate Vélez Alcívar	Fondo de Agua para la Conservación de la Cuenca del Río Daule	Ecuador	Coordinadora Técnica	monsiva@gmail.com
Adriana Ximena Bustamante Bonilla	Autoridad Salvadoreña del Agua	El Salvador	Especialista de Calidad del Agua	xbustamante8@gmail.com
Franklin Orlando Jorge Rivera	Autoridad Salvadoreña del Agua	El Salvador	Especialista de Datos de los Recursos Hídricos	franklin.jorge@asa.gob.sv
Josué Emanuel Serrano Amaya	Autoridad Salvadoreña del Agua	El Salvador	Técnico de Información de los Recursos Hídricos	josue.serrano@asa.gob.sv
Tom Luna Grajeda	EMPAGUA – Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala	Guatemala	Jefe de Unidad de Digitalización y Análisis SIG	tomlunagrajeda@gmail.com
Perla Alonso Eguía Lis	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	México	Tecnólogo del Agua Titular B	pteroestigma@gmail.com
Vanessa Moreno Ayala	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	México	Tecnóloga del Agua A Asociada	vanessag.moay@gmail.com
Noemi Díaz Villasanti	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social / SENASA	Paraguay	Jefa, Departamento Recursos Hídricos	noeglizt@hotmail.com
Luz Luyo Campoverde	Autoridad Nacional del Agua	Perú	Especialista en Supervisión y Fiscalización de la Calidad de los Recursos Hídricos	lluyoc@gmail.com

Nombre	Institución	País	Cargo / área	Contacto
Syntia Noemi Huisa Maquera	INAIGEM	Perú	Asistente en Investigación de Ecosistemas de Montaña	huisasyntia@gmail.com
Piero Gilberth Villarroel Olivares	AQUAFONDO	Perú	[dato de cargo no consolidado]	pierovillarroel11@gmail.com
María Alejandra Martínez Marchesoni	Ministerio de Ambiente	Uruguay	Geóloga, División de Cuencas y Acuíferos / DINAGUA	alejandra.martinez@ambiente.gub.uy

Anexo IV. Experiencias nacionales presentadas

País	Participante	Institución	Título de la experiencia
Argentina	Joaquín Cuelho	Municipalidad de Concordia	Humedales urbanos Concordia - Entre Ríos - Argentina. Cambio de paradigmas en humedales y adaptación de la obra en territorio
Bolivia	Andrea Mejía Uria	Ministerio de Relaciones Exteriores / Proyecto GEF Pantanal	Pantanal: hacia la comprensión de un sistema hídrico compartido. Una mirada a la interacción entre aguas superficiales, humedales y aguas subterráneas
Bolivia	Luz Eugenia Hurtado Chambi	Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba	Implementación de la red de monitoreo de aguas subterráneas como medida de alerta temprana frente a la posible contaminación
Bolivia	Juan Carlos Vélez Saramani / Janina Fabiola Zavala Laos	Ministerio de Desarrollo Productivo, Rural y Agua	Fortalecimiento al Sistema de Información de Agua Subterránea – SIASBO
Bolivia	Ruth Alejandra Sibaute Aguilera	Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra	Protección de Acuíferos y Gestión Territorial: Zonificación y Pausa Ambiental
Brasil	Carolina Arantes	Agencia Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)	Proyecto GEF Pantanal / Cuenca Alta del Río Paraguay: Hotspots – Avaliação de áreas críticas y proyectos piloto de Brasil *
Brasil	Deborah Mendes	Serviço Geológico do Brasil (SGB)	APA Bonfim-Guaraíras – Rio Grande do Norte, Brasil
Chile	Carolina Morales Calderón / Loreto Valdivia Ortiz	Dirección General de Aguas (DGA) / Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)	Cuando se seca el humedal: el caso Salar de Punta Negra y la extracción de agua subterránea
Costa Rica	Roberto Guzmán Gutiérrez	Universidad de Costa Rica	La Universidad de Costa Rica apoya iniciativas para el manejo sostenible del agua en comunidades rurales y turísticas
Ecuador	Monserate Vélez Alcívar	Fondo de Agua para la Conservación de la Cuenca del Río Daule (Fondagua)	Fondagua
El Salvador	Adriana Ximena Bustamante Bonilla / Franklin Orlando Jorge Rivera / Josué Emanuel Serrano Amaya	Autoridad Salvadoreña del Agua (ASA)	Lago de Coatepeque
Guatemala	Tom Luna Grajeda	EMPAGUA – Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala	Agua Subterránea en la Ciudad de Guatemala

País	Participante	Institución	Título de la experiencia
México	Perla Alonso Eguía Lis / Vanessa Moreno Ayala	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	Inventario y programa de manejo integral para la conservación de los humedales del Soconusco a través de su delimitación, caracterización ecológica, hidrológica, social y grado de riesgo
Paraguay	Noemi Díaz Villasanti	Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social / SENASA – Departamento Recursos Hídricos	El Humedal del Lago Ypacaraí: importancia ambiental e interacción con las aguas subterráneas
Perú	Luz Luyo Campoverde	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Aportes de la evaluación hidrogeológica a la gestión de humedales en el Perú – Experiencia y perspectivas desde la Autoridad Nacional del Agua
Perú	Syntia Noemi Huisa Maquera	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM)	Caracterización hidrológica y geofísica del bofedal Ichiccollcocochoa en la Unidad Hidrográfica Pachacoto
Perú	Piero Gilbert Villarroel Olivares	AQUAFONDO	Amunas: estrategia ancestral para la regulación y conservación del agua
Uruguay	María Alejandra Martínez Marchesoni	Ministerio de Ambiente – DINAGUA	Perímetros de Protección de Pozos. Sistema Acuífero Raigón

Anexo V. Trabajos grupales y productos de cierre

Grupo	Eje de trabajo	Título	Integrantes
1	Humedales de montaña	Gestión Sostenible de Humedales de Montaña	Syntia Huisa Maquera Piero Villarroel Olivares Loreto Valdivia Ortiz
2	Humedales costeros	Humedales Costeros	Perla Alonso Roberto Guzmán Deborah Mendes Monserate Vélez
3	Humedales urbanos	El Plano del Agua Viva: hacia una gestión sostenible y estratégica de los humedales urbanos	Joaquín Cuelho Ruth Sibaute Aguilera Vanessa Moreno Ayala Luz Hurtado Chambi Tom Luna Grajeda Adriana Bustamante Bonilla Josué Serrano Amaya
4	Planificación nacional	Planificación Nacional	Andrea Mejía Uria Janina Fabiola Zavala Laos Juan Carlos Vélez Saramani

			Franklin Orlando Jorge Rivera Carolina Arantes Noemi Díaz Villasanti Carolina Morales Calderón Luz Luyo Campoverde Alejandra Martínez Marchesoni
--	--	--	---

Anexo VI. Registro fotográfico



Apertura institucional del curso regional de capacitación “Relación entre Humedales y Aguas Subterráneas”



Instancias de intercambio y discusión entre participantes y docentes durante el desarrollo del curso.



Desarrollo de las actividades formativas y trabajos grupales, orientados a la aplicación e integración de los contenidos abordados durante el curso.



Participantes, docentes y representante del Centro de Formación de la Cooperación Española en Santa Cruz de la Sierra.