

**Curso de posgrado**  
**Modelación hidrológica y análisis de confiabilidad de los embalses bajo los impactos de la variabilidad del cambio climático.**

**Conferencia pre curso: "Sostenibilidad de Cuencas".**  
**Prof. Henrique ML Chaves PhD.**

**CTAGUA**  
CENTRO TECNOLÓGICO DEL AGUA

**unesco**

**INIA**  
URUGUAY

**UnB**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY**

**EDUCACIÓN PERMANENTE**  
Universidad de la República

**UPEP**  
Unidad de Posgrado y Educación Permanente



**Conferencia pre-curso "Sostenibilidad de Cuencas": (abierto a todo público, cupos limitados): lunes 21 de octubre de 2024**

**Asistencia al curso por educación permanente (abierto a todo público, cupos limitados): martes 22 y miércoles 23 de octubre 2024**

**Para estudiantes de posgrado evaluación el 24 de octubre 2024 (cupos limitados)**

**Lugar: sala de conferencias de INIA (Parque LATU, Avenida Italia 6201, edificio los Guayabos)**

**Inscripciones abiertas hasta el 30 de setiembre (ver formas de inscripción al final del documento)**

Esta actividad es una colaboración de la **Universidad de Brasilia** ofertada desde **UNESCO-PHI** a Uruguay en el marco del convenio de UNESCO-PHI con el **Centro Tecnológico del Agua de Uruguay (CTAagua)**, en colaboración con el **Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)**, **Facultad de Agronomía de la Universidad de la República**.

## Objetivos:

**General:** Evaluar la fiabilidad de sus embalses en diferentes escenarios climáticos

## Específicos:

- Presentar las metodologías para evaluar la fiabilidad de sus embalses
- Capacitar a técnicos e hidrólogos uruguayos para aplicarlas en sus realidades locales.

## Equipo docente:

Ing. Agr. MSc., PhD. Henrique ML Chaves, Univ. de Brasilia (Docente disertante), Geógrafa MSc. Maria Rita S. Fonseca, Univ. de Brasilia, Ing. Agr. (PhD) Álvaro Roel, INIA, BQ. (Dr.) Leonidas Carrasco-Letelier, INIA (Coordinador del curso).

## Metodología

Los embalses de abastecimiento de agua y generación de energía han mostrado una reducida confiabilidad operativa en las últimas décadas, debido a la variabilidad y al cambio climático, que han provocado reducciones en sus caudales garantizados. Evidencia reciente de ello son los embalses de Cantareira y Descoberto (Brasil), y la presa de Paso Severino (Uruguay), que, aun operando dentro de sus reglas habituales, no lograron satisfacer la demanda, generando crisis hídricas sin precedentes.

Al analizar la posible causa de la falla operacional del embalse Descoberto (DF), Chaves y Lorena (2019) observaron que los afluentes al embalse fueron, durante seis años consecutivos, por debajo del promedio de largo plazo, prácticamente reduciendo a cero su volumen útil en 2017, y requiriendo un drástico racionamiento de agua, afectando la vida de 3 millones de personas en la capital brasileña.

En dicho artículo, se concluyó que la estadística tradicional utilizada para el Análisis de Confiabilidad de Yacimientos no permitiría predecir la falla operacional de la estructura, requiriendo un nuevo enfoque, utilizando el estadístico de Long Memory (persistencia), recomendado por Hurst (1956).

Si las estadísticas tradicionales no explicaron la falla operacional ocurrida en el embalse de Brasilia, ¿qué se puede decir del futuro, con el grave pronóstico de reducción de las precipitaciones y aumento de la temperatura en las cuencas hidrográficas que abastecen de agua de este y otros embalses? Esto fue objeto de un estudio reciente (Chaves et al., 2023), analizando el impacto del cambio climático en el período comprendido entre 2020 y 2070 sobre la confiabilidad operacional del embalse del Descoberto (DF), bajo diferentes escenarios de emisiones de GEI, utilizando un ensemble de cuatro modelos RCM para la dicha cuenca.

Aunque innovadoras, las herramientas desarrolladas en estos dos artículos son relativamente sencillas y pueden ser utilizadas por los gestores y usuarios del agua uruguayos para evaluar la fiabilidad de sus embalses en diferentes escenarios climáticos, previa capacitación. En este sentido, los objetivos del curso son presentar las metodologías mencionadas y capacitar a técnicos e hidrólogos uruguayos para aplicarlas en sus realidades locales.

## Programa

### Charla pre-curso “Sostenibilidad de cuencas” (abierto a todo público, cupos limitados)

#### Lunes 21/10: Conferencia pre curso.

- 15:00 – 16:00 Conferencia “**Sostenibilidad de cuencas**” a cargo del Prof. Hugo Chaves de la Universidad de Brasilia.
- 16:00 – 16:30 Espacio de intercambio

### Programa curso (abierto a todo público, cupos limitados)

#### Martes 22/10: Teoría

- 9:00-10:00 Situación de los embalses uruguayos (Álvaro Roel, INIA).
- 10:00-10:30 Pausa café
- 10:30-12:00 Introducción a la variabilidad climática y sus impactos: series temporales de caudales afluentes; estadística clásica; el fenómeno de Hurst (procesos de 'memoria larga') y su identificación; estadística no clásica (LTP) de series históricas de caudales (H. Chaves)
- 12:00-13:30 Espacio para almuerzo
- 13:30-16:00 Introducción al análisis climático futuro: MCG y MCR; corrección de desvíos en MCR (H. Chaves)
- 16:00-16:30 Pausa café
- 16:30-18:00 Preparación de datos climáticos para la corrida de modelos hidrológicos a escala de cuenca, utilizando el SIG (M.R. Fonseca)

#### Miércoles 23/10: Teoría y Práctica

- 9:00-10:30 Modelación hidrológica de caudales afluentes a partir de datos climáticos futuros: modelo de Gardner (2009), su calibración y validación con datos locales (H. Chaves).
- 10:00-10:30 Pausa café
- 10:30-12:00 Balance Hídrico de Embalses, Probabilidad de Falla Operacional y Medidas de Mitigación: Modelo CBA y su aplicación; series temporales de caudales afluentes, efluentes, volumen acumulado; probabilidad de falla; medidas de mitigación (H. Chaves).
- 12:00-13:30 Espacio para almuerzo
- 13:30-14:30 Ejemplo de aplicación de la Metodología a la cuenca del río Descuberto (H. Chaves & MR Fonseca)
- 14:30-16:00 Formación de equipos y ejercicio en grupo (alumnos)
- 16:00-16:15 Pausa café
- 16:15-17:30 Actividad práctica en grupos (alumnos)

#### Prueba final (sólo para estudiantes de posgrado): jueves 24: 9 a 12

## Bibliografía

Chaves, Henrique M.L.; Lorena, Douglas R. Evaluación de la fiabilidad del yacimiento mediante estadística clásica y de memoria larga. Revista de Hidrología: Estudios regionales, v. 26, p. 100641, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100641>

Chaves, Henrique M. Leite; Da Silva, Camila C.; Fonseca, María Rita S. Fiabilidad de los yacimientos afectados por el cambio climático y estrategias de adaptación. AGUA, v. 15, p. 2323, 2023. <https://doi.org/10.3390/w15132323>

### **Conocimientos previos recomendados sugeridos para mayor aprovechamiento del curso:**

- Formación en hidrología.
- Conocimientos de estadística.
- Lectura de bibliografía.
- Notebook propia que tenga MS Excel y QGIS.

### **Inscripciones:**

- o Profesionales, técnicos y público en general: completar el siguiente formulario: <https://forms.gle/C2jegTm3hcCdv4Eo8>
- o Estudiantes de Posgrado (Diplomas y Maestrías de la FAGRO) deben anotarse a través del Sistema de Gestión Administrativa de la Enseñanza SGAE - <https://bedelias.udelar.edu.uy/>

**Inscripciones abiertas hasta el 30 de setiembre**