



Programa de estudio Datos generales de la Unidad de Aprendizaje

Identificación	
Nombre: Manejo integral de cuencas	Etapas: Metodológica
Clave:	Tipo de curso: Optativo
Modalidad educativa: Presencial	Modalidad de enseñanza-aprendizaje: Curso-Taller
Número de horas: 128 al semestre	Créditos: 8
Secuencias anteriores: Ninguna Colaterales: Ninguna Posteriores: Ninguna	Requisitos de admisión: Ninguno
Fecha de elaboración: Abril de 2020	Fecha de aprobación:

1. Justificación y fundamentos

El Doctorado en Recursos Naturales y Ecología de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) es un posgrado con orientación en investigación que forma recursos humanos de alto nivel en el estudio integral de los ecosistemas terrestres y marinos así como de los recursos bióticos, utilizando un enfoque multidisciplinario y metodologías de vanguardia con la finalidad de generar conocimiento científico sobre la diversidad, distribución, dinámica, evolución, restauración y conservación del patrimonio natural del Estado de Guerrero, del sur de México y del país para su aprovechamiento sustentable.

En el año 2010 la ONU reconoció el Derecho Humano al Agua y al Saneamiento (DHAS) como uno de los derechos fundamentales para todos los seres humanos (ONU, 2010). En México, el DHAS se consagró como un derecho constitucional en 2012 (DOF, 2012). Esto implica que el abasto de agua por persona debe ser suficiente y continuo para cubrir el uso personal y doméstico. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día.





Por otro lado, existe una creciente tendencia a reivindicar el derecho a la vida de los seres silvestres, los ecosistemas y la tierra misma. Bolivia elevó este derecho a rango constitucional y en general aumenta la consciencia sobre la interdependencia entre los seres humanos y la naturaleza.

Contrariamente, existe una crisis hídrica mundial que se agudiza día a día, ocasionada no sólo por la disminución neta del agua disponible sino también porque el volumen varía en cuanto a tiempo y espacio. Esta situación se agrava ante los escenarios relacionados con el calentamiento global, pues se espera que tenga efectos sobre el recurso hídrico, (Cotler *et al.*, 2010), provocando un mayor déficit para el consumo humano.

Por ello, abordar el tema del manejo integral y sustentable de cuencas teniendo como meta garantizar el DHAS, requiere no solamente manejar los aspectos meteorológicos e hidrológicos, sino también otros relacionados con la economía política y aspectos jurídicos. Aunque no se puede negar el efecto del crecimiento poblacional, se debe tener claro que su impacto es de magnitud mucho menor, al de otros factores. por lo que no se pueden asumir inocentes visiones neomalthusianas, ni tampoco aceptar la tragedia de los bienes comunes.

Diversos estudios por todo el mundo muestran que la mayor disminución en la disponibilidad de agua es provocada por la intensificación de procesos extractivistas, cuya magnitud y velocidad de transformar el paisaje, generan impactos de enorme magnitud. Se ha podido detallar el impacto del consumo irrestringido al agua de industrias neoliberales a las cuales se les da acceso prioritario, como lo son los megaproyectos, la urbanización, la minería o la agroindustria. Esta extracción indiscriminada afecta a tal grado los ecosistemas que comprometen su funcionamiento y su viabilidad, poniendo en peligro la vida misma.

En este escenario, además de los aspectos técnicos y de análisis geopolítico, es preciso reivindicar conceptos como el de bienes comunes y el de buen vivir, como parte de una ética cuyo compromiso fundamental es la defensa de la vida misma.

2. Objetivos

Desarrollar una visión holística de las cuencas hidrográficas como unidades de gestión del territorio en las que se deben integrar los aspectos hidrometeorológicos, ecológicos, jurídicos, sociales y económicos, que permita el modelamiento o simulación de escenarios de manejo ambiental -actual y potenciales- con las bases de datos disponibles.

Objetivos particulares.

- Obtener y analizar datos hidrometeorológicos, uso de suelo, suelo y vegetación de distintas fuentes y regiones del país.
- Generar escenarios hidrológico-ambientales considerando distintos enfoques convencionales en hidrología de superficie, balance hídrico, erosión, transporte de sedimentos y sequías.
- Comprender cómo mediante diferentes instrumentos jurídicos se regulan los principales aspectos relacionados con el manejo integrado de cuencas y el DHAS.





- Modelar escenarios de demanda a partir de información demográfica, del DHAS y de bases de datos de concesiones por tipo de uso.
- Emplear y diseñar el conjunto de herramientas de simulación para la proyección y pronóstico de distintos escenarios actuales y potencial relacionados con la disponibilidad del recurso hídrico.

3. Competencias a desarrollar:

Conocimientos	Habilidades y destrezas	Valores
Comprende los conceptos y procesos de meteorología y climatología.	Elabora climogramas, calcula tipos climáticos y estima patrones de distribución espacio-temporal de temperatura y precipitación	Trabaja en equipo con profesionalismo, en una lógica de colaboración.
Comprende los conceptos y procesos de hidrología.	Delimita cuencas, estima volúmenes de precipitación, infiltración y escurrimiento; elabora balances hídricos	Trabaja en equipo con profesionalismo, en una lógica de colaboración.
Comprende el proceso de modelamiento, reconociendo su capacidad predictiva y sus limitaciones	Elabora modelos predictivos de parámetros hidrológicos usando métodos numéricos y cartográficos	Reconocer con honestidad las limitaciones de los métodos de modelado y busca disminuir su margen de error
Comprende que el agua es un elemento integrador de los paisajes y territorios, central para el funcionamiento de los ecosistemas y para todas las actividades humanas. Conceptualiza el DHAS como eje vertebral de cualquier política de manejo de cuencas.	Propone estrategias de manejo integral de cuencas poniendo como prioridad el funcionamiento de los ecosistemas y el DHAS, integrando aspectos técnicos, sociales, de gobernanza y participación ciudadana, de monitoreo.	Con empatía y honestidad propone alternativas a problemas socioambientales concretos, estableciendo como prioridad la defensa y protección de la vida. Defiende el agua como bien común de la humanidad y la vida silvestre.





4. Contenidos

Unidad 1. Meteorología y climatología.

- Generalidades y conceptos
- Climogramas
- Sistemas de clasificación climática. El sistema de Köppen modificado por García
- Climas y regiones bioclimáticas de México
- Temperatura y precipitación, fuentes online (SMN)
- Distribución espacio temporal de Temp y pp por interpolación, extrapolación y regresión
- Periodos de retorno de eventos extremos
- Probabilidad y distribución de probabilidad LogNormal

Unidad 2. Hidrología de superficie

- Conceptos y fases del ciclo hidrológico
- Cuencas, conceptos, tipos y morfometría de cuencas: dimensiones y morfometría: Compacidad, circularidad, densidad y patrones de drenaje, tiempo de concentración
- Esguerrimiento. Método racional
- Esguerrimiento. Curva numérica
- Esguerrimiento. Hidrograma sintético
- Balance hídrico. Concepto
- Balance hídrico. Método de Thornthwaite y Mather (1948)
- Balance integrado de cuencas PHI-UNESCO (2006)
- El Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) de CONAGUA y la NOM011 para determinar disponibilidad de agua en cuencas de México

Unidad 3. Modelamiento físico espacialmente distribuido.

- Concepto de modelamiento
- El modelo HEC y sus interfases GeoHMS y HMS en ambiente ArcView 3.x para simulación de esguerrimiento superficial.
- Los modelos USLE-RUSLE-MUSLE (Universal Soil Lost Erosion-Revisada y Modificada) para simulación de erosión en Idrisi Selva (7.0)
- Introducción a QGIS para despliegue y modelamiento de carga de sedimentos y difusión de contaminantes.

Unidad 4. Modelamiento bio-físico espacialmente distribuido.

- Tipos de vegetación en México. Sistemas de clasificación
- Índices de vegetación mediante imágenes de sensores remotos
- Uso de suelo y cambio de uso de suelo por álgebra matricial. Tasa de cambio y tasa de permanencia





- Cadenas de Markov y proyección de cambio de uso de suelo
- Análisis Multicriterio mono (MCE) y multi-objetivo (MOLA)

Unidad 5. Gobierno de Bienes Comunes y Derecho Humano al Agua y Saneamiento.

- Sistemas, agua, sociedad y territorio
- Agua y sustentabilidad de ecosistemas
- Derecho Humano al Agua y ética como protección de la vida
- El Gobierno de los Bienes comunes
- La Gestión del agua urbana
- Los millonarios del agua en México
- Acción ciudadana por la defensa y gobernanza del agua

5. Orientaciones didácticas

- Presentar al inicio del curso el objetivo, el contenido y las actividades de aprendizaje de la asignatura.
- Presentar clases teóricas frente a grupo en cada una de las unidades.
- Favorecer en la búsqueda de información científica sistematizada sobre los tópicos de frontera en modelamiento ambiental con énfasis en hidrología
- Realización de lecturas para reafirmar el conocimiento de las clases teóricas.
- Elaborar controles de lectura y ejercicios en software open-source o código abierto.
- Llevar a cabo plenarias sobre las lecturas, favoreciendo la discusión de conceptos, ideas y procurando la homogenización del conocimiento.
- Promover el posicionamiento ético de los estudiantes y la integralidad de los enfoques.

6. Actividades de Aprendizaje

Bajo la conducción del docente	Trabajo independiente del alumno
<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de las clases teóricas. • Manejo de software y bases de datos puntuales y geográficas • Discusión en equipo y grupo. 	<p>En el aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprender a trabajar en equipo. • La resolución de situaciones problemáticas. <p>Fuera del aula:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación. • Investigación documental. • Realización de informes de avances. • Síntesis de lecturas. • Estudio y realización de ejercicios individuales y en equipo





7. Evaluación

- Se evaluará por 4 exámenes teóricos parciales 35 %.
- Entrega de controles de lectura y ejercicios 40 %.
- Presentación en plenarias sobre lecturas 20 %.
- Asistencia 5 %.

8. Referencias bibliográficas

Amador G.A. 2000. Simulación dinámica del impacto de la agricultura en la cuenca de Pátzcuaro, Mich. Tesis Maestría. UMSNH. 96 pp.

Amador G.A. 2009. Estructura de la vegetación y unidades de respuesta hidrológica. Tesis doctoral. UAQ. 134 pp más apéndice.

Amador G.A, López-Granados E. y Mendoza C. M. 2011. Tres aproximaciones para la estimación y distribución espacio-temporal del balance hídrico: el caso de la cuenca de Cuitzeo, Michoacán, México. Revista de Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía UNAM.

Aparicio, F. 2008. Fundamentos de Hidrología de Superficie. LIMUSA. Méx. 303 pp.

Aparicio M.J., Lafragua C.J., Gutiérrez L.A., Mejía Z.R. y Aguilar G.E. 2006. Elaboración de balance hídrico integrado por cuenca hidrográfica. PHI-UNESCO. 97 pp.

Bertalanffy, L. Von. 1968. Teoría general de los sistemas. Fondo de cultura económica. México. pp 30-53.

Bray, D.; Merino, L. & Barry, D. (2007). Los bosques comunitarios de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Instituto Nacional de Ecología/ Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible/ Instituto de Geografía, UNAM/ Florida International Institute. México.

Burgos, A.; Bocco, G. & Sosa, J. (2015). Dimensiones sociales en el manejo de cuencas. Universidad Nacional Autónoma de México Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental Fundación Río Arronte. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA-UNAM) México

Brooks, K.N., Folliott, P.F. Gregersen, H.M and J.L. Thames. 1991. Hydrology and the management of watersheds. Iowa State University Press. Ames, Iowa. 392 pp.

Campos,A.D.F. 2007. Estimación y aprovechamiento del escurrimiento. UASL. México 440 pp.

Chow, V.T., Maidment D.R. y Mays S.W. 1994. Hidrología aplicada. McGraw Hill. Santa Fé de Bogotá. Colombia. 584 pp.





- Cihlar, J. and L.J.M. Jansen. 2001. From Land Cover to Land Use: A Methodology for efficient Land use Mapping over Large Areas. *Professional Geographer*, 53(2) 275-289.
- Connolly, R.D. 1998. Modelling effects of soil structure on the water balance of soil-crop systems: a review. *Soil & Tillage Research* 48: 1-19.
- Davies, F.M., R.A. Leonard and W.G. Knisel. 1990. GLEAMS, user manual v.1.8.55. USDA-ARS. SWRL. Tifton GA. USA. 38 p.
- Dunne, T. & Leopold, L.B. 1978. *Water in Environmental planning*. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 818 pp.
- Dyson M., Bergkamp G. y J. Scanlon 2003. *Caudal. Elementos esenciales de caudales ambientales*. UICN. Gland, Suiza y Cambridge, RU. 125 pp.
- Eastman, J.R. 1995. *Idrisi for Windows 1.0. User's guide*. Clark University. U.S.A. 14-120 p.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI) 1998. *ArcView 3.1 Manual de Referencia*. 386 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1990. (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Estudio FAO Riego y Drenaje No. 56. 322 pp.
- Franklin, J. 1995. Predictive vegetation mapping: geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients. *Progress in Physical Geography* 19,4: 474-499.
- Fulton, S. and B. West. 2001. *Aqua-3: Forestry Impacts on Water Quality*. US Environmental Protection Agency. 34 pp. In: www.srs.fs.fed.us/sustain **Error! Hyperlink reference not valid.**
- García, E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. IG-UNAM. Serie Libros No. 6. 98 pp.
- Geneletti, D. 2004. A GIS-based decision support system to identify nature conservation priorities in an alpine valley. *Land Use Policy* 21 (2004) 149–160.
- González-Medrano, F. 2003. *Las comunidades Vegetales de México: Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*. INE-SEMARNAT. México 77 pp.
- Goodchild, M. F.; B.O. Parks and L T. Steyaert (eds.)1993. *Environmental Modeling with GIS*. Oxford University Press. pp.147-167.
- Grant, W.E. , Marín, S.L. y Pedersen, E.K. 1997. *Ecología y Manejo de Recursos Naturales: Análisis de sistemas y simulación*. Fotocopias. 315 p.





- Hargreaves, G.H. 1983. Discussion of 'Application of Penman wind function' by Cuenca, R.H. y Nicholson, M.J. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE 109(2):277-278.
- HEC 2000a. Geospatial Hydrologic Modeling Extension. HEC-GEO-HMS. Us Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. User's Manual. 214 pp.
- HEC 2000b. Geospatial Hydrologic Modeling Extension. HEC-GEO-HMS. Us Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. User's Manual. 214 pp.
- HEC 2000c. Hydrologic Modeling System. HEC-HMS. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Technical Reference Manual. 157 pp.
- Hewlett, J.D. 1982. Principles of forest hydrology. University of Georgia Press Athens, Georgia. 184 pp.
- Houtart, F. (2013). El bien común de la humanidad. Serie Cuadernos Subversivos. Instituto de Altos Estudios Nacionales. Ecuador, 9-77.
- Huerto, D. R. y A. Amador G. 2011. Evaluación y análisis de la vegetación acuática en el lago de Patzcuaro y bases para su control. In: Huerto D.R. (ed.) Estudio ecosistémico del lago de Patzcuaro: aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable. IMTA, UAEM, UMSNH. México. 304 p.
- Jensen, M.E. y Haise, H.R. 1963. Estimating evapotranspiration from solar radiation. J.Irrig. and Drain. Div., ASCE, 89:15-41.
- Lal, R. 1994. Soil Erosion. Research Methods. Soil and Water Conservation Society. St. Lucie Press. USA. 340 p.
- Linsley, R. K.; M.A. Kohler y Paulhus, J. L. H. 1988. Hidrología para ingenieros. McGraw-Hill. México 386 p.
- López, C. del LL., F. (ed.) 1994. Restauración Hidrológico Forestal de cuencas y control de la erosión. Mundipresna. Madrid. 902 pp.
- Maidment, D. R. 1993. GIS and hydrologic modeling. in: Goodchild, M. F.; B.O. Parks and L T. Steyaert (eds.) Environmental Modeling with GIS. Oxford University Press. pp.147-167.
- Marsh, W.M. 1997. Landscape Planning. Environmental Applications. 3th. Edition. John Wiley and Sons, Inc. U.S.A. 434 pp.
- Miranda, F., Hernández-Xolocotzi, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28:29-179.
- Mutchler, C. K. , Murphree, C.E. and K.C. McGregor. 1994. Laboratory and Field Plots for Erosion Research. In: Lal, R. (ed.) Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society. U.S.A.. pp. 11-37.





Ostrom, Elinor. (2000). El gobierno de los bienes comunes: La evolución de las instituciones de acción colectiva. Universidad Nacional Autónoma de México. México. p 403.

ONU (2011). Asamblea General de la Resolución aprobada por el Consejo de Derechos Humanos A/HRC/RES/18/1

Paegelow, M., Camacho-Olmedo, M.T y Menor-Toribio, J. 2003. Cadenas de Markov, evaluación multicriterio y evaluación multiobjetivo para la modelización prospectiva del paisaje. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica. 3: 22-44.

Pagiola, S., J. Bishop y N. Landell-Mills (Ed.) 2003. La venta de servicios ambientales forestales. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo. INE-SEMARNAT. México. 459 pp.

Palacios-Prieto, J. L., G. Bocco, A. Velázquez, J-F. Mas, F. Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López-García, M. Palma, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta H., J. Prado-Molina, A. Rodríguez-Aguilar, R. Mayorga-Saucedo y F. González M. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 43:183-203.

Penman, H.L. 1963. Vegetation and hydrology. Tech. Comm. No. 53, Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, Reino Unido. 125 pp.

Pineda, L. R. y Hernández, H. L. (eds.) 2000. La Microcuenca Santa Catarina, Querétaro: Estudios para su conservación y manejo. UAQ- SEMARNAP. 147 pp.

Poff N.L., Allan D., Bain M.B., Karr J.R, Prestegard K.L, Richter B.D., Sparks R.E and J.C. Stromberg. 1997. The Natural Flow Regime: A paradigm for river conservation an restoration. BioScience Vol. 47. No. 11. p 769-784.

Priestley, C.H.B. y Taylor, R.J. 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large scale parameters. Mon. Weath. Rev., 100: 81-92.

Rzedowski , J. 1978. La Vegetación de México. Limusa. México. 432 pp.

Saaty, R.W. 1987. The analytic hierarchy process--what it is and how it is used. Mathematical Modeling 9(3), 161-176.

Schellekens, J., 2000. Hydrological processes in a humid tropical rain forest: a combined experimental and modeling approach. Doctoral Thesis. Vrije Universiteit Amsterdam. 158 pp.

Steyaert, L. T. 1993. A perspective on the state of environmental simulation modeling In: Goodchild, M. F.; B.O. Parks and L T. Steyaert (eds.) Environmental Modeling with GIS. Oxford University Press. pp.16-30.

Tapia, V. L.M., Larios, G.A., Oropeza, M.J.L., Velásquez V.M y A. Amador G. 2007. Simulación de lluvia para parametrizar el modelo WEPP en dos sistemas de manejo agrícola de ladera. In





Sánchez-Brito C. et al. (ed.) Avances de Investigación en Agricultura Sostenible IV. Bases Metodológicas para el Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas. Libro Técnico Núm. 7 INIFAP-CIRPAC. Uruapan, México. 566 p.

Tapia, V. L.M., Tiscareño L. M. Amador G. A., Fernández, O. D. y Báez, A.D. 2001. Simulación de pérdida de suelo en la cuenca del lago de Pátzcuaro a partir de sistemas de manejo agrícola con percepción remota. Revista de Ingeniería Hidráulica en México. XVI (4).

Touazi, M., J.P. Laborde & N. Bhiry. 2004. Modelling rainfall-discharge at a mean inter-yearly scale in northern Algeria. Journal of Hydrology 296: 179-191.

Turner I, B.L., D. Skole, S. Sanderson, G. Fischer, L. Fresco and R. Leemans 1995. Land-Use and Land-Cover Change (LUCC): Science/Research Plan. IGBP Report No. 35.

Vargas, Ramón y Piñeyro, Nidia. (2005). El hidros copio. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental. México.

Wanielista, M., Kersten, R. and R. Eaglin. 1997. Hydrology Water Quantity and Quality Control. John Wiley & Sons. 2nd ed. USA.

Ward. A.D. and Trimble S.W. 2003. Environmental Hydrology. Lewis Pub. 475 pp.

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses. Agricultural Handbook 537. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 58 p.

9. Perfil del profesor

El docente que imparta esta Unidad de Aprendizaje deberá contar con al menos el nivel de doctor en el área de Ciencias Naturales y con experiencia en manejo integrado de cuencas, análisis de disponibilidad y demanda de recursos hídricos, planeación territorial. De preferencia mostrará experiencia en el trabajo con comunidades relativo al manejo y protección de sus recursos hídricos.

