ISSN: 2806-5697
Vol. 7 – Núm. E2 / 2026

Planeación de los recursos hídricos con fines de riego, en el Sistema La Era, utilizando sistemas de Información Geográfica

Water Resources Planning for Irrigation Purposes in the La Era Irrigation System Using Geographic Information Systems

Planeamento dos recursos hídricos para fins de irrigação no Sistema de Irrigação de La Era, recorrendo a Sistemas de Informação Geográfica

Luna-Chalán, Ángel Arcecio
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
alunac@uteq.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-7406-704X

López López, Jorge Ruperto
Ministerio de Agricultura
jlopezl@mag.gob.ec
https://orcid.org/0009-0002-2722-3661

Cuenca Tamayo, Luz Daniela
Universidad del Azuay
cuencadaniela698@es.uazuay.edu.ec
https://orcid.org/0009-0002-9662-6835

DOI / URL: https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/nE2/1715

Como citar:

Luna-Chalán, Ángel A., López López, J. R., & Cuenca Tamayo, L. D. (2026). Planeación de los recursos hídricos con fines de riego, en el Sistema La Era, utilizando sistemas de Información Geográfica. *Código Científico Revista De Investigación*, *7*(E2), 881–895.

Recibido: 18/08/2026 **Aceptado**: 16/09/2026 **Publicado**: 30/09/2026

Resumen

La planificación eficiente de los recursos hídricos es fundamental para garantizar la sostenibilidad de los sistemas de riego, particularmente en zonas con variabilidad temporal en la disponibilidad de agua. El presente estudio analiza la oferta y demanda hídrica del sistema de riego La Era, ubicado al sureste del cantón Catamayo y al sur de la parroquia El Tambo, provincia de Loja, Ecuador. La investigación integró herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el análisis hidrológico, la caracterización de los suelos y la estimación de los requerimientos hídricos de los cultivos. La disponibilidad de agua de la quebrada San Agustín se determinó mediante los métodos racional, polinomio ecológico y número de curva, cuyos resultados fueron contrastados con 20 aforos realizados mediante molinete hidráulico entre octubre y marzo. El método del polinomio ecológico presentó el mejor ajuste respecto a las condiciones geomorfológicas y los caudales observados, estimándose un caudal de 280 l/s con una probabilidad de excedencia del 75 %. La disponibilidad anual alcanzó 12,4 hm³, mientras que la demanda de los cultivos, considerando una eficiencia de aplicación del 50 %, fue de 5,99 hm³.Aunque la oferta anual supera la demanda, se identificó déficit hídrico durante junio, julio, agosto y septiembre, asociado a mayores requerimientos de evapotranspiración. Como estrategia de gestión, se estableció una programación del riego considerando cultivos, propiedades hidrofísicas del suelo y caudales disponibles, organizando el sistema en 17 módulos. Los resultados demuestran que la planificación integrada de la oferta y demanda permite optimizar la distribución y el aprovechamiento del recurso hídrico.

Palabras clave: recursos hídricos, riego, disponibilidad de agua, demanda hídrica, SIG, evapotranspiración, programación del riego.

Abstract

Efficient water resources planning is essential to ensure the sustainability of irrigation systems, particularly in areas characterized by temporal variability in water availability. This study analyzes the water supply and demand of the La Era irrigation system, located southeast of Catamayo Canton and south of El Tambo Parish, in Loja Province, Ecuador. The research integrated Geographic Information System (GIS) tools for hydrological analysis, soil characterization, and the estimation of crop water requirements. Water availability from the San Agustín stream was determined using the rational method, ecological polynomial method, and curve number method. The results were compared with 20 streamflow measurements conducted using a hydraulic current meter between October and March. The ecological polynomial method showed the best fit to the geomorphological conditions and observed flow rates, estimating a discharge of 280 L/s with a 75% exceedance probability. Annual water availability reached 12.4 hm³, whereas crop water demand, considering an application efficiency of 50%, was 5.99 hm³. Although the annual water supply exceeds demand, water deficits were identified during June, July, August, and September, associated with higher evapotranspiration requirements. As a management strategy, an irrigation schedule was established considering crop types, soil hydrophysical properties, and available flow rates, organizing the system into 17 modules. The results demonstrate that integrated planning of water supply and demand can optimize the distribution and efficient use of water resources.

Keywords: water resources, irrigation, water availability, water demand, GIS, evapotranspiration, irrigation scheduling.

Resumo
O planejamento eficiente dos recursos hídricos é fundamental para garantir a sustentabilidade dos sistemas de irrigação, particularmente em áreas caracterizadas pela variabilidade temporal da disponibilidade de água. O presente estudo analisa a oferta e a demanda hídrica do sistema de irrigação La Era, localizado a sudeste do cantão Catamayo e ao sul da paróquia El Tambo, na província de Loja, Equador. A pesquisa integrou ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a análise hidrológica, a caracterização dos solos e a estimativa das necessidades hídricas das culturas. A disponibilidade de água da quebrada San Agustín foi determinada por meio dos métodos racional, polinômio ecológico e número de curva. Os resultados foram comparados com 20 medições de vazão realizadas com molinete hidráulico entre outubro e março. O método do polinômio ecológico apresentou o melhor ajuste em relação às condições geomorfológicas e às vazões observadas, estimando-se uma vazão de 280 L/s com uma probabilidade de excedência de 75%. A disponibilidade anual de água atingiu 12,4 hm³, enquanto a demanda hídrica das culturas, considerando uma eficiência de aplicação de 50%, foi de 5,99 hm³. Embora a oferta anual de água supere a demanda, foram identificados déficits hídricos durante os meses de junho, julho, agosto e setembro, associados às maiores necessidades de evapotranspiração. Como estratégia de gestão, foi estabelecida uma programação da irrigação considerando os tipos de culturas, as propriedades hidrofísicas do solo e as vazões disponíveis, organizando o sistema em 17 módulos. Os resultados demonstram que o planejamento integrado da oferta e da demanda permite otimizar a distribuição e o aproveitamento eficiente dos recursos hídricos.
Palavras-chave: recursos hídricos, irrigação, disponibilidade de água, demanda hídrica, SIG, evapotranspiração, programação da irrigação.

Introducción

El crecimiento de la población y la creciente presión sobre las tierras agrícolas incrementan la necesidad de utilizar de manera eficiente el agua destinada a la producción agropecuaria. En Ecuador, el riego constituye el principal uso consuntivo del recurso hídrico y demanda elevados volúmenes de agua. Según (BNA, 2021), el riego representó el 55,9 % de un total de 62.838 autorizaciones de uso consuntivo, mientras que el caudal autorizado para este uso alcanzó 560,9 m³/s, equivalente al 82,2 % del caudal destinado a usos consuntivos. Estas cifras evidencian la importancia del riego como principal consumidor consuntivo del agua en el país y ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer su planificación, gestión y uso eficiente, particularmente frente a la variabilidad temporal de la disponibilidad hídrica (MAATE, 2021).

Esta situación adquiere especial relevancia en zonas áridas y semiáridas, donde la variabilidad de las precipitaciones puede generar períodos de escasez hídrica que condicionan la productividad agrícola (PNRD, 2011). En estos territorios, la adecuada planificación del recurso resulta fundamental para garantizar el abastecimiento de agua a los cultivos y mejorar la eficiencia en su aprovechamiento.

En la provincia de Loja, esta problemática se relaciona, además, con el deterioro de las microcuencas, asociado a prácticas agropecuarias inadecuadas, deforestación, sobrepastoreo y sobreutilización del suelo (Chamba Chamba, 2015). Estos factores pueden favorecer el incremento de la escorrentía superficial y el transporte de sedimentos, afectando las condiciones de las fuentes hídricas y la disponibilidad de agua para los sistemas de riego.

En este contexto se encuentra el sistema de riego La Era, localizado al sureste del cantón Catamayo y al sur de la parroquia El Tambo, en la provincia de Loja. Hidrográficamente, el sistema pertenece a la cuenca alta del río Catamayo y tiene como fuente de abastecimiento la quebrada San Agustín. La infraestructura comenzó a construirse en 1974 (INERHI & Washington , 1994) y entró en funcionamiento en 1985. El sistema cuenta con un caudal concesionado de 211,4 L/s, un área de influencia de aproximadamente 590,5 ha y una superficie planificada para riego de 360 ha. Asimismo, beneficia a 220 usuarios, organizados en cuatro juntas sectoriales: San Agustín, La Era, Sobrinopamba y La Capilla-San Bernabé.

Uno de los principales problemas identificados en el sistema corresponde a la insuficiente información sobre la superficie efectivamente irrigada y los caudales entregados a los usuarios (INERHI, 1981). Esta limitación dificulta determinar con precisión los requerimientos hídricos de los cultivos, las láminas de riego, los intervalos entre aplicaciones y los caudales necesarios para cada turno. En consecuencia, la planificación del recurso hídrico requiere integrar de manera simultánea la oferta de agua de la microcuenca, la demanda de los

cultivos y las características de los suelos, con el propósito de establecer una distribución más eficiente y acorde con las condiciones del sistema (Bravo Torres & Moreno Bravo, 2007).

En este contexto, el objetivo de la investigación fue contribuir a la optimización del uso del agua para riego en el sistema La Era. Específicamente, se planteó estimar la disponibilidad hídrica de la quebrada San Agustín, determinar la demanda de agua de los cultivos y formular una propuesta preliminar de programación del riego, considerando el patrón de cultivos establecido en el área de estudio.

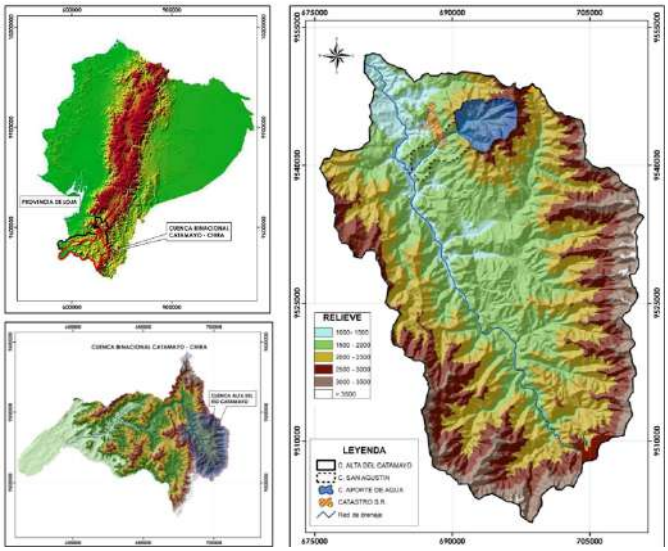
Metodología

Área de estudio y fuentes de Información

La investigación comprendió la microcuenca de aporte de la quebrada San Agustín, que se origina en la cota 3000 msnm y la zona de riego del sistema La Era. Se ubica políticamente al sur-este del cantón Catamayo y al sur de la parroquia El Tambo, la zona de riego limita al norte, con la microcuenca La Capilla, al sur con la quebrada Pacanza y quebrada San Agustín, al este con la vía inter-valles y al oeste con el río Catamayo. Hidrográficamente pertenece a la cuenca del río Catamayo.

Figura 1

Ubicación de estudio



Nota: (Autores, 2026).

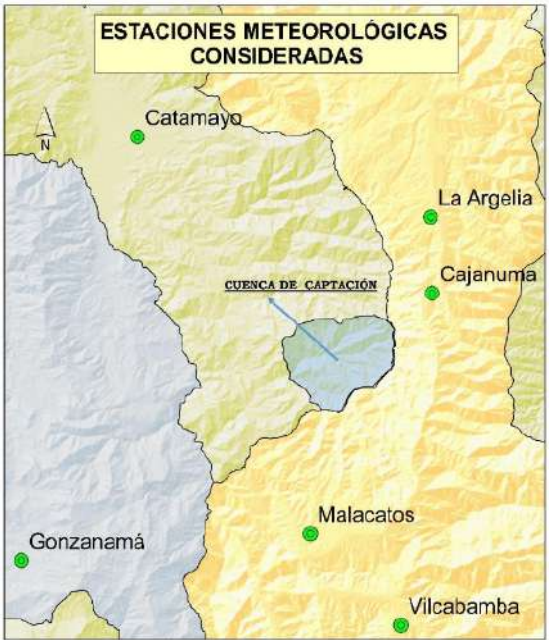
Para el análisis se utilizaron anuarios meteorológicos del (INAMHI, 2013), cartografía del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2026), información catastral del área de influencia del sistema (MAGAP, 2025), planos de las redes hidráulicas, ortofotografía (SIGTIERRAS, 2026), información de suelos y datos de campo. Entre los principales equipos y programas empleados estuvieron un molinete hidráulico, GPS, computadora, ArcMap 10.2, Idrisi Selva, CROPWAT 8.0, HCanales y CAD.

Estimación de la disponibilidad Hídrica

La caracterización de la microcuenca se realizó mediante parámetros de forma, relieve y red de drenaje, utilizando información cartográfica y un Modelo Digital de Terreno. La precipitación media fue estimada a partir de estaciones meteorológicas circundantes y mediante métodos de interpolación, considerando estaciones como La Argelia, Cajanuma, Catamayo y Gonzanamá.

Figura 2

Estaciones Consideradas para la Cuenca.



Nota: (Autores, 2026).

Debido a la ausencia de una estación hidrométrica permanente, los caudales medios mensuales fueron generados mediante tres métodos empíricos: método racional, método del polinomio ecológico y método del número de curva del Soil Conservation Service (SCS). Los

resultados fueron contrastados con mediciones directas realizadas en el sitio de captación mediante molinete hidráulico. Se efectuaron 20 aforos durante seis meses, entre octubre y marzo.

El método del polinomio ecológico fue seleccionado como el más apropiado para las condiciones estudiadas, debido a que considera características geomorfológicas, regulación natural y condiciones ecológicas de la cuenca. También se estimaron caudales máximos utilizando la metodología de Gumbel para precipitación máxima probable (Rios Huaman, 2025) y los métodos de (Chow, 1994) e hidrograma unitario triangular del Soil Conservation Service. La curva de duración general permitió determinar la disponibilidad de caudal asociada con una probabilidad de excedencia del 75 %.

Determinación de la demanda hídrica

Para determinar la demanda se realizó el catastro del sistema mediante georreferenciación de las cuatro juntas sectoriales y la identificación de las superficies irrigadas. De las 450,2 ha correspondientes al área total de las cuatro juntas consideradas, se identificaron 360,2 ha como superficie irrigada.

La evapotranspiración de referencia (ETo) se calculó mediante el método de Penman-Monteith, utilizando CROPWAT 8.0 y una serie estadística de 23 años. Se emplearon datos de temperatura mínima y máxima, humedad relativa, velocidad del viento y heliofanía de las estaciones La Argelia, Catamayo, Malacatos y Cariamanga. La precipitación efectiva fue estimada mediante CROPWAT 8.0. Los requerimientos mensuales se determinaron para cada junta sectorial considerando la evapotranspiración, precipitación efectiva y superficie cultivada.

Caracterización de los suelos y programación del riego

Para la caracterización de los suelos se utilizaron mapas de textura y el estudio de suelos elaborado por el ex (INERHI & Washington , 1994). En campo se tomaron 30 muestras

disturbadas a una profundidad aproximada de 20 cm, distribuidas entre las cuatro juntas sectoriales, y posteriormente fueron analizadas mediante el método del hidrómetro o Bouyoucos en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja.

En el área de estudio se reconocieron cinco series de suelos clasificadas dentro de los órdenes Entisol, Inceptisol y Alfisol según la (FAO, 2014). Las clases texturales predominantes fueron franco arcillo arenoso y franco arcilloso. La selección del patrón de cultivos se efectuó considerando la experiencia de los agricultores, las características y limitaciones de los suelos, la adaptación de los cultivos a las clases texturales, la superficie ocupada por cada cultivo, las posibilidades de comercialización y las condiciones agroclimáticas locales (Valarezo Manosalvas & et al, 1998). El patrón seleccionado representó el 89,5 % del patrón de cultivos identificado.

Para la programación del riego se determinaron láminas netas y frecuencias de aplicación de acuerdo con las constantes hidrofísicas del suelo y las necesidades de cada cultivo. Los cultivos de pepino, tomate y pimiento presentaron los intervalos de riego más cortos, de aproximadamente cuatro días, mientras que los frutales alcanzaron intervalos de hasta 13 días.

Resultados

Disponibilidad Hídrica

La cuenca de aporte de agua tiene una superficie de 29.2 km2, que según el criterio de (Chow, 1994), se considera como cuenca pequeña y según el (INEFAN, 1995), como microcuenca, un coeficiente de compacidad de 1.5 y se interpretó como alargada (González & et al, 2001). La precipitación media anual estimada para la microcuenca San Agustín fue de 843,0 mm. Los mayores valores mensuales correspondieron a marzo, con 134,7 mm, y febrero,

con 122,4 mm; mientras que los menores se registraron en agosto, con 28,9 mm, y septiembre, con 32,0 mm.

Los caudales medios mensuales obtenidos mediante los diferentes métodos presentaron diferencias importantes. El polinomio ecológico produjo valores de 0,45 m^3/s en enero, 0,55 m^3/s en febrero, 0,61 m^3/s en marzo y 0,23 m^3/s en agosto y septiembre. En términos anuales, el método presentó un promedio de 0,24 m^3/s. La comparación con los aforos permitió establecer que el polinomio ecológico fue el método con mejor comportamiento frente a las condiciones geomorfológicas de la microcuenca y los datos observados. A partir de la curva de duración general se estimó una disponibilidad de 280 L/s al 75 % de probabilidad en el punto de captación. La disponibilidad volumétrica anual de la microcuenca fue estimada en 12,4 hm^3**.**

Usos del agua y superficie irrigada

El área de influencia del sistema alcanza 590,49 ha. De esta superficie, los cultivos anuales representan 36,81 %, los cultivos permanentes 17,36 % y los pastos 22,07 %. Bosques y matorrales ocupan 19,32 %, mientras que vialidad, construcciones y quebradas representan 4,44 %. La superficie irrigada total fue de 360,2 ha. La Junta Sectorial La Era concentra 118,3 ha, equivalente al 32,9 %; Sobrinopamba 100,7 ha (28,0 %); La Capilla-San Bernabé 91,2 ha (25,3 %); y San Agustín 50 ha (13,9 %). La estructura predial muestra una marcada predominancia de pequeñas explotaciones: el 65,6 % de las propiedades posee superficies iguales o menores a 1,5 ha.

Evapotranspiración y precipitación efectiva

La ETo media mensual calculada mediante Penman-Monteith presentó un promedio anual de 4,3 mm/día. El valor mínimo se registró en febrero, con 3,9 mm/día, mientras que los máximos fueron 4,6 mm/día en agosto y 4,7 mm/día en septiembre. La precipitación efectiva anual alcanzó 528,1 mm. Los valores más elevados correspondieron a marzo, con 95,6 mm, y

febrero, con 86,3 mm; mientras que los menores fueron registrados en agosto, julio y septiembre, con 3,0; 4,0 y 14,3 mm, respectivamente.

La marcada disminución de la precipitación efectiva durante el período junio - septiembre coincidió con el incremento de la demanda atmosférica, particularmente durante agosto y septiembre.

Demanda de agua

La demanda anual de agua asociada al patrón de cultivos identificado fue de 2,99 hm^3 en términos de requerimiento neto. Al considerar una eficiencia de aplicación del 50 %, el volumen requerido aumentó hasta 5,99 hm^3**.** Mientras que en el sistema de riego Campana-Malacatos, la disponibilidad de agua durante todo el año, es mayor a la demanda de agua de los cultivos 0.578m3/s (Cañar Rivas, 2016).

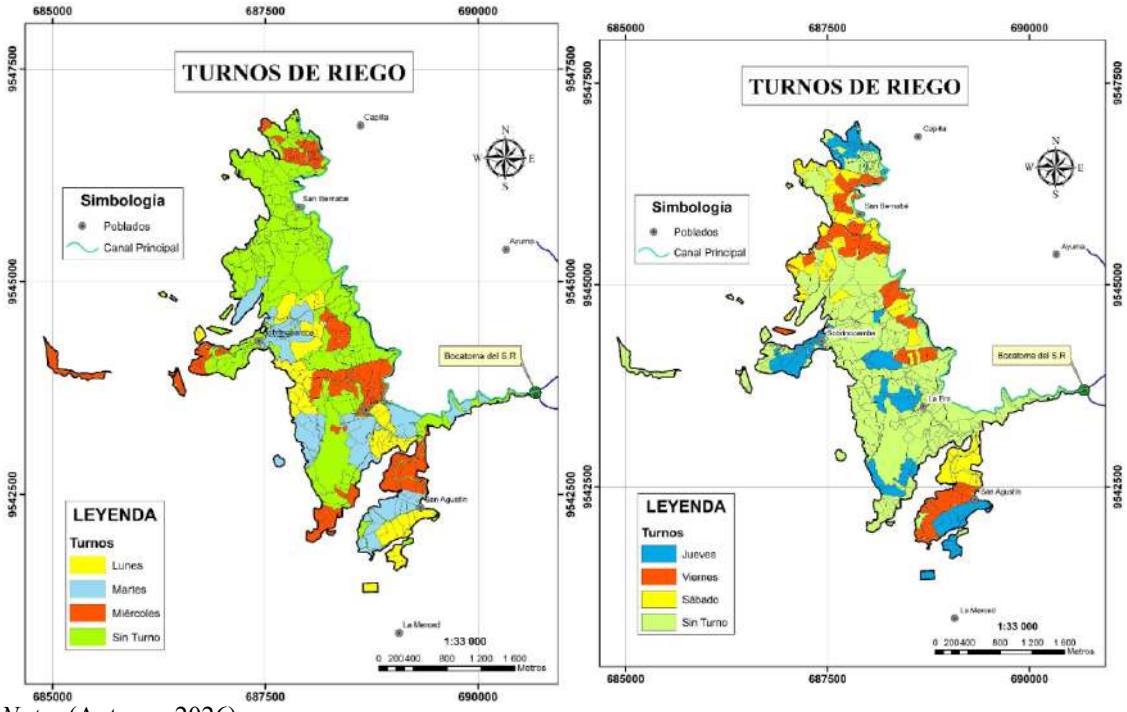
Los mayores requerimientos mensuales de las juntas San Agustín, Sobrinopamba y La Capilla-San Bernabé ocurrieron en agosto, mientras que para la Junta La Era el máximo se presentó en julio. El requerimiento total mensual alcanzó 469.277,9 m^3 en agosto, seguido de 459.850,7 m^3 en julio. Aunque el volumen anual disponible es superior a la demanda anual, el balance mensual evidenció déficit durante junio, julio, agosto y septiembre**,** debido a la combinación de menor disponibilidad natural y mayores necesidades de los cultivos.

Programación y módulos de riego

Los caudales continuos requeridos por hectárea fueron diferentes entre juntas. San Agustín presentó 0,34 L/s/ha; La Era, 0,49 L/s/ha; Sobrinopamba, 0,52 L/s/ha; y La Capilla-San Bernabé, aproximadamente 0,41 L/s/ha. Los intervalos de riego fueron más cortos para cultivos de mayor demanda y menor profundidad radicular, como pepino, tomate y pimiento. Para facilitar la operación del sistema se establecieron dos frecuencias de riego y se dividió la zona en 17 módulos de riego, como base para la elaboración del calendario agrícola.

Figura 3

Turnos de Riego



Nota: (Autores, 2026).

La distribución del agua se organiza mediante turnos programados desde el lunes a las 05h00, asignando los módulos de riego según una frecuencia de uno o dos días. Los módulos 1, 2 y 3 funcionan con una frecuencia de tres días, mientras que los demás módulos se distribuyen en turnos de dos días durante la semana. La programación permite garantizar una distribución ordenada y continua del caudal entre los usuarios hasta completar el ciclo de riego.

Discusión

Los resultados demuestran que el análisis de la disponibilidad hídrica no puede sustentarse únicamente en el volumen anual de agua. En el sistema La Era, la disponibilidad anual estimada de 12,4 hm³ supera ampliamente la demanda anual de 5,99 hm³ bajo una eficiencia de aplicación del 50 %. Sin embargo, el análisis mensual revela una condición diferente: durante junio, julio, agosto y septiembre se presenta déficit. Esto evidencia que el problema fundamental no corresponde exclusivamente a una insuficiencia anual del recurso, sino a su distribución temporal.

La selección del polinomio ecológico como método más apropiado resulta particularmente relevante porque la investigación se desarrolló en una microcuenca sin estación hidrométrica permanente. El método racional y el número de curva produjeron estimaciones diferentes, mientras que el polinomio ecológico presentó el mejor comportamiento respecto a los aforos disponibles. El estudio señala que este método tuvo un mejor comportamiento especialmente durante el período de estiaje.

Desde la perspectiva agrícola, el comportamiento de la ETo explica parcialmente la concentración de la demanda en los meses secos. Los valores máximos de 4,6 y 4,7 mm/día en agosto y septiembre coinciden con una disminución considerable de la precipitación efectiva. En agosto, por ejemplo, la precipitación efectiva fue solamente de 3,0 mm, lo que incrementa la dependencia del riego para satisfacer las necesidades de los cultivos, según (Cañar Rivas, 2016), en el sistema de riego Campana Malacatos obtuvieron unos valores de Eto máxima de 3.84 mm/día para el mes de octubre y la mínima de 3.35 mm/ día para el mes de junio.

La caracterización espacial mediante SIG constituye una contribución importante para la gestión del sistema, porque permitió integrar información hidrológica, climática, edáfica y catastral. La identificación de las áreas irrigadas, las características de los suelos y la distribución de los cultivos proporciona una base espacial para establecer diferentes requerimientos de agua y organizar los turnos de riego.

La predominancia de pequeñas explotaciones también constituye un factor de importancia para la gestión. El 65,6 % de las propiedades tiene superficies iguales o menores a 1,5 ha, lo que implica una estructura productiva altamente fragmentada. Esta condición requiere sistemas de distribución que permitan organizar colectivamente los turnos y evitar que las diferencias entre superficies y cultivos generen inequidades en la entrega del recurso.

Otro aspecto relevante es la relación entre suelo, cultivo y frecuencia de riego. Los cultivos de pepino, tomate y pimiento requieren intervalos cercanos a cuatro días, mientras que

cultivos con mayor profundidad radicular, como frutales, presentan intervalos más amplios. Esto confirma la necesidad de que la programación del riego no se base únicamente en una frecuencia uniforme para toda el área, sino que considere las características específicas de cada cultivo y suelo.

En consecuencia, la división del sistema en 17 módulos representa una alternativa operacional para transformar el análisis técnico en una programación aplicable por los usuarios. No obstante, la propia investigación identifica la necesidad de mejorar la infraestructura y disponer de información meteorológica e hidrométrica actualizada para evaluar continuamente la eficiencia del sistema.

Conclusión

La planificación de los recursos hídricos mediante la integración de información hidrológica, climática, edáfica, catastral y espacial permitió caracterizar la relación entre disponibilidad y demanda de agua del sistema de riego La Era.

El método del polinomio ecológico fue el que mejor se ajustó a las condiciones geomorfológicas de la microcuenca San Agustín y a los aforos realizados en el sitio de captación. Con este método se estimó una disponibilidad de 280 L/s al 75 % de probabilidad.

La disponibilidad anual de agua fue estimada en 12,4 hm^3, mientras que la demanda anual de los cultivos, considerando una eficiencia de aplicación del 50 %, alcanzó 5,99 hm^3. Por tanto, existe suficiente volumen anual en términos globales; sin embargo, el balance temporal evidencia déficit durante junio, julio, agosto y septiembre.

La evapotranspiración de referencia alcanzó sus máximos valores en agosto y septiembre, con 4,6 y 4,7 mm/día, respectivamente, mientras que el mínimo se presentó en febrero, con 3,9 mm/día.

La superficie irrigada analizada fue de 360,2 ha, distribuida entre cuatro juntas sectoriales. La estructura productiva se caracteriza por una elevada presencia de pequeñas explotaciones, ya que el 65,6 % de las propiedades posee superficies iguales o inferiores a 1,5 ha. Las clases texturales predominantes fueron franco arcillo arenoso y franco arcilloso, condiciones que deben ser consideradas en la selección de cultivos, láminas y frecuencias de riego.

La programación propuesta, fundamentada en las necesidades hídricas, las propiedades hidrofísicas del suelo y los caudales característicos, permitió organizar el sistema en 17 módulos de riego y establecer dos frecuencias de riego como base para el calendario agrícola.

La investigación evidencia que la gestión eficiente del sistema requiere no solamente conocer la disponibilidad anual de agua, sino establecer una programación que responda a la variabilidad estacional de la oferta, las necesidades de cada cultivo, las características del suelo y las condiciones de operación de la infraestructura.

Referencias bibliográficas

BNA, B. (2021). Informe de la evolución de la economía ecuatoriana en el año 2021 y perspectivas del año 2022. https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/EvolEconEcu_2021persp2022.pdf

Bravo Torres , D. A., & Moreno Bravo, A. F. (2007). *Planeación de los recursos hídricos, del sistema de riego Campana – Malacatos, utilizando sistemas de información geográfica (sig).* Universidad Nacional de Loja., Tesis Ing Agrícola Loja, Loja. http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5568

Cañar Rivas, A. L. (2016). *Análisis de la disponibilidad y demanda de agua, con fines de riego, en el sistema Campana-Malacatos, utilizando los sistemas de información geográfica (SIG).* Universidad Nacional de Loja. http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/14410

Chamba Chamba, C. (2015). *Aplicación de Indicadores de gestión en sistemas de riego.* Universidad Técnica Particular de Loja. http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/12556

Chow, V. (1994). *Hidrología Aplicada.* https://es.scribd.com/document/434866328/1994-Libro-Hidrologia-Aplicada-V-Chow-D-Maidment-y-L-Mays

FAO, O. l. (2014). *Base referencial mundial del recurso suelo 2014.* Roma, Italia. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/dea292cb-370d-46c7-a44d-59a617953c3b/content

González, A., & et al. (2001). *PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS CON FINES DE RIEGO EN LA ZONA ANDINA DEL ECUADOR.* https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/86

IGM, I. (2026). *Instituto Geográfico Militar- Ecuador.* http://www.geograficomilitar.gob.ec/

INAMHI, I. (2013). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.* https://servicios.inamhi.gob.ec/anuarios-metereologicos/

INEFAN, I. y. (1995). *Situación actual de la forestación y reforestación en el Ecuador.* https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2197/3/UTPL_Bravo_Jaramillo_Andrea_Fernanda_1030692.pdf?utm_source=chatgpt.com

INERHI, P. C., & Washington , D. (1994). *"Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja".* Organización de los Estados Unidos. https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/oea02s.pdf

INERHI. (1981). *Estudio de suelos del proyecto La Era, Loja.*

MAATE, M. (2021). *Plan Nacional de riego de riego y drenaje 2021-2026. MAATE.* https://www.ambiente.gob.ec/wp- DRENAJE-2021-2026-PARA-PUBLICAR.pdf

MAGAP, M. P. (2025). *Plan Nacional de Riego y Drenaje. MAGAP.* https://www.agricultura.gob.ec/

PNRD, P. (2011). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026 de Ecuador.* https://es.scribd.com/doc/96314887/PLAN-NACIONAL-DE-RIEGO-Y-DRENAJE

Rios Huaman, M. (2025). *Método de Gumbel para Precipitaciones Máximas.* https://es.scribd.com/document/963368904/Metodo-Gumbel-Cuenca-Mantaro

SIGTIERRAS, S. d. (2026). *Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica.* http://www.sigtierras.gob.ec/

Valarezo Manosalvas, C., & et al. (1998). *Condiciones físicas de los suelos de la región sur del.* Universidad Nacional de Loja. https://www.flacso.edu.ec/biblio/shared/biblio_view.php?bibid=111661&tab=opac