

| Modelo                                                                | Datos de entrada                                                                                                                                                                                                                                                          | modo de uso                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Water GAP                                                             | Series temporales de clima: precipitación, temperatura, radiación solar; mapas de uso de suelo / cubiertas vegetales; topografía; suelo / textura del suelo; bases de datos de lagos/embalses/humedales; datos de extracción humana de agua / infraestructura hidráulica. | Modelo global de recursos hídricos que simula balances de agua a nivel de rejilla, descarga de ríos, recarga de acuíferos, etc.; incluye efectos humanos (extracciones, embalses). Se usa para evaluar disponibilidad hídrica, escenarios de cambio climático, sequías, presión de uso, etc.                             |
| GSSHA<br>(Gridded<br>Surface<br>Subsurface<br>Hydrologic<br>Analysis) | DEM (modelo digital de elevaciones), mapas de suelos, uso/coertura de suelo, vegetación; datos meteorológicos: lluvia, temperatura, evapotranspiración; parámetros hidráulicos de escorrentía y cuencas, red de canales, condiciones iniciales.                           | Modelo distribuido físico, orientado a cuencas, incluye escorrentía superficial y subsuperficial, flujo en canales, transporte de sedimentos, estructuras hidráulicas, drenaje, etc. Se usa para simulaciones detalladas de cuencas, estudios de inundaciones, manejo de sedimentos, impacto de cambios en uso de suelo. |
| HEC-HMS                                                               | Hietogramas o series de precipitación, parámetros de pérdida (Green-Ampt), DEM para delineación (si se usa interfaz GIS), datos de caudal observados.                                                                                                                     | Combina módulos de pérdidas, transformación lluvia-escorrentía y rutinas de enrutamiento; muy adaptable (eventos o continuo).                                                                                                                                                                                            |
| QUAL2K                                                                | Modelo de calidad de agua tipo río-tramo (one-dimensional), diseñado para simular procesos de calidad (OD, nutrientes, demanda bioquímica) en cauces/lotos.                                                                                                               | Divide el río en tramos y resuelve ecuaciones de transporte-reacción para variables de calidad; se usa para diseñar cargas, aguas residuales, simulaciones de DBO/OD.                                                                                                                                                    |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RS MINERVE | Series meteorológicas: precipitación, temperatura, radiación. Series hidrométricas: Caudales. Series geomorfológicas o espaciales: divisiones de subcuencas, curvas de altitud, pendientes, etc. Información de estructuras hidráulicas: Parámetros de embalses, compuertas, canales, etc.                 | Delimita la cuenca o zona de modelado, aplica, calibra y valida los datos de entrada y generación de series de caudal, propagación por cauces y evaluación de escenarios (embalses, operaciones, eventos extremos, cambio climático)                                                        |
| Vflo       | Precipitación (puede ser pluviometría, radar, satélite), datos de suelo, uso de suelo/cobertura, topografía (DEM), mapas de áreas impermeables, condiciones iniciales, datos de flujo observados para calibración, evapotranspiración / temperatura etc. (Wikipedia)                                       | Modelo hidrológico distribuido, usa GIS para definir parámetros espaciales; se trabaja con red de drenaje, mapas de escorrentía, módulo para infiltrar / flujo superficial, etc. Aplicaciones como predicción de escorrentía, alertas de inundaciones, planificación de uso del suelo, etc. |
| IHACRES    | Enfoque semi-empírico para modelación lluvia-escorrentía que separa respuesta rápida (convertidor no lineal) y enrutamiento lineal (unit hydrograph).<br>Para este modelo se usan series de precipitación (horaria o diaria), evaporación/ET, series de caudal observadas para identificación/calibración. | Se identifica un módulo no lineal que transforma lluvia efectiva y un módulo lineal de enrutamiento; es muy usado para análisis de eventos y para estimación rápida de hidrogramas.                                                                                                         |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Budyko-type water balance models                | Familia de modelos de balance hídrico empírico-conceptual basados en la formulación de Budyko (relación entre precipitación, evapotranspiración potencial y real). se usan datos de entrada como: Precipitación anual/mensual, PET/ET potencial, almacenamiento básico o parámetros de aridez; generalmente series temporales climáticas. | Estiman la fracción de precipitación que se evapotranspira vs la que se convierte en escorrentía basándose en índices de aridez; se usan mucho para análisis a escala regional y estudios de impacto climático. |
| HSPF (Hydrological Simulation Program—FO RTRAN) | Precipitación, temperatura, radiación, uso del suelo, suelos, datos de caudal y carga para calibración. Este modelo es : Sistema de modelado continuo para cuencas que integra hidrología y calidad de agua (p. ej. carga de nutrientes y sedimentos).                                                                                    | Sistema de modelado continuo para cuencas que integra hidrología y calidad de agua (p. ej. carga de nutrientes y sedimentos).                                                                                   |
| SHE model (Système Hydrologique Européen)       | Sistema integrado europeo de modelización hidrológica que resuelve procesos superficiales, subterráneos y en la atmósfera/vegetación con base física. Este sistema usa DEM, datos de suelo, vegetación, forzamientos climáticos, parámetros hidrodinámicos.                                                                               | Simulación distribuida y acoplada (similar a MIKE SHE); resuelve ecuaciones de flujo y energía.                                                                                                                 |
| Parflow                                         | DEM, suelos (permeabilidades), uso suelo, clima, condiciones de frontera freáticas.                                                                                                                                                                                                                                                       | Soluciona ecuaciones de flujo en malla distribuida, acopladas con procesos de infiltración y enrutamiento.                                                                                                      |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LARSIM<br>(Large Area<br>Runoff<br>Simulation<br>Model)                          | Modelo hidrológico e hidráulico integrado (con enfoque en grandes cuencas) desarrollado en Alemania; combina modelado de procesos de escorrentía y enrutamiento de ríos. Los datos de entrada que requiere el modelo es: Precipitación, evapotranspiración, datos de suelos, DEM, red de drenaje, datos de caudal para calibración. | Estructura modular: módulos para escorrentía, retención, enrutamiento y ajuste operacional. Usado en predicción de crecidas y planeación.                                                                                                         |
| RAPID<br>(Routing<br>Application<br>for Parallel<br>computatlon<br>of Discharge) | Descargas entrantes por tramo (desde modelos lluvia-escorrentía), mapa de red fluvial (conectividad entre nodos), parámetros de tiempo de viaje/enrutamiento.                                                                                                                                                                       | Toma caudales producidos por otro modelo (p.ej. un modelo de cuenca) y los enruta por la red fluvial para obtener caudales en salidas o nodos; ideal para acoplamiento a modelos de alta resolución.                                              |
| SWMM<br>(Storm Water<br>Management<br>Model)                                     | Precipitación (eventos o series), características de subcuencas urbanas (impermeabilización, áreas, pendientes), parámetros de conductos y nodos (diámetros, pendientes), curvas de pérdida/infiltración (Green-Ampt o Horton).                                                                                                     | Simula respuesta hidrológica (escorrentía en subcuencas) y hidráulica en redes (flow routing, almacenamiento, bombas, compuertas); se usa para diseño y operación de infraestructura urbana y gestión de aguas pluviales.                         |
| MIKE SHE                                                                         | DEM, mapas de suelo y vegetación, series climáticas (precipitación, radiación, temperatura, viento, humedad), parámetros de acuífero, condiciones iniciales y límites.                                                                                                                                                              | Resolución distribuida en mallas o celdas; resuelve ecuaciones de flujo superficial (Navier-Stokes simplificadas / kinematic wave), de difusión e infiltración y flujo subterráneo (Darcy); se puede acoplar con modelos de calidad y sedimentos. |
| VIC ( Variable<br>Infiltration<br>Capacity)                                      | Precipitación gridded o estaciones, temperatura, radiación, DEM, uso/cobertura del suelo, propiedades de suelo por grilla, datos observados de caudal para calibración.                                                                                                                                                             | Calcula infiltración variable por celda, almacenamiento en capas, escorrentía superficial y baseflow, acoplable a modelos de clima/atmósfera.                                                                                                     |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WEPP (Water Erosion prediction on Project) | <p>Datos climáticos (precipitación, temperatura, etc.), topografía, suelos (textura, estructura, propiedades hidráulicas), manejo del uso de suelo/vegetación, cobertura vegetal, prácticas agrícolas/riego, datos de pendiente</p> | <p>Aunque su foco es la erosión, incluye modelo hidrológico para escorrentía, flujo superficial, separación de lo que se infiltra, lo que fluye, etc. Se usa para pronósticos de erosión, diseño de prácticas de conservación, estimaciones de sedimentos, respuesta al uso de suelo.</p> |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| salidas y productos                                                                                                                                                                                                                                                  | Ventajas y limitaciones                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caudal de ríos; recarga de aguas subterráneas; variaciones de almacenamiento (suelo, nieve, vegetación, lagos, humedales); evaluaciones de escasez hídrica; mapas de uso sostenible; énfasis en series temporales mensuales/anuales, también resoluciones espaciales | positivo: Cobertura global; incluye efectos humanos; bastante completo. Negativo: Resolución espacial tiene límites; algunos parámetros tienen incertidumbres grandes; calibración local puede ser difícil                      |
| escorrentía superficial, mapas de flujo infiltrado/subsuperficial, sedimentos (erosión & deposición), mapas de inundación, tiempos hasta el pico de escorrentía, volúmenes de escorrentía, etc.                                                                      | positivo: Muchos procesos; útil para estudios locales con datos buenos.<br>Negativo: Requiere datos de alta resolución espacial; más costoso computacionalmente; más parámetros que calibrar; mayor esfuerzo de parametrización |
| Hidrogramas en puntos de salida, volúmenes por evento, estimaciones de picos de crecida, curvas para diseño hidráulico.                                                                                                                                              | Amplio uso en ingeniería hidráulica; documentación y soporte robusto; buena integración con GIS. La precisión depende de la selección de métodos y la calidad de datos.                                                         |
| Distribución longitudinal de oxígeno disuelto, DBO, nutrientes, concentraciones de contaminantes; curvas de carga admisible.                                                                                                                                         | Específico para calidad de agua en ríos pero no modela procesos hidrológicos complejos como generación de escorrentía (necesita caudales de entrada).                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mapas y series temporales, resultados hidraulicos como: cotas y caudales de canales o estructuras, tasas de llenado de embalses, posibles zonas inundables.                                                                              | Integra hidrología y elementos hidráulicos (útil para estudiar gestión de embalses, operación de centrales, mitigación de avenidas) y Modular y semi-distribuido: permite combinar modelos conceptuales distintos según las características locales (nieve, glaciar, llanura, cuenca montañosa) |
| Hidrogramas en puntos de salida; mapas espaciales de escorrentía; volumen y pico de flujo; distribución temporal del flujo; mapas de uso potencial / riesgo de inundaciones o escorrentías; estimaciones de recarga y humedad del suelo. | Muy detallado; puede representar espacialmente muchos procesos; útil para estudios locales con datos buenos; Pero requiere datos de alta resolución espacial; más costoso computacionalmente; más parámetros que calibrar; mayor esfuerzo de parametrización.                                   |
| Hidrogramas simulados, función unidad identificada, parámetros de respuesta de la cuenca.                                                                                                                                                | Flexible, útil para análisis de datos cortos; más empírico que físicamente explícito.                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                                            |                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estimaciones de evapotranspiración real, escurrientía media anual, indicadores de secas y balance hídrico. | Muy útiles para evaluación de balances anuales y macroscopio pero no sirven para simulación de eventos o dinámica intraanual sin extensiones. |
| Hidrogramas, concentración/descarga de contaminantes, sedimentos, balance de nutrientes.                   | Potente para análisis integrados de cantidad y calidad en cuencas. La unica contra que se logro identificar es la parametrización extensa.    |
| Mapas de humedad, niveles freáticos, hidrogramas, mapas de inundación.                                     | Muy completo y larga tradición académic pero requiere una demanda de datos y cómputo alta.                                                    |
| Niveles freáticos, caudales, mapas de humedad, etc.                                                        | Físicamente completo pero demandante en datos y cómputo.                                                                                      |

|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hidrogramas, mapas de inundación, estados de almacenamiento en la cuenca.                                                                                            | Enfoque integral y probado en aplicaciones europeas; disponibilidad y documentación más regionalizadas                                                                          |
| Hidrogramas en puntos río abajo, tiempos de llegada de crestas, caudales a muy alta escala espacial.                                                                 | Extremadamente eficiente en grandes dominios pero depende de calidad de entradas puntuales que la calidad de las salidas y su eficiencia sea del 100%                           |
| Hidrogramas en nodos, niveles y flujos en tuberías, inundaciones urbanas, volúmenes de retención requeridos, calidad de aguas pluviales si se activa módulo.         | Estándar para ingeniería urbanay muy detallado para redes pero no está pensado para grandes cuencas rurales o acuíferos profundos                                               |
| Mapas temporales de humedad del suelo, niveles freáticos, descarga en cauces, mapas de inundación, flujo superficial y subterráneo, salidas energéticas si acoplado. | Muy detallado y físicamente consistente; ideal para estudios integrados científicos y de gestión. Requiere ingentes datos y alto poder computacional; parametrización compleja. |
| Escorrentía por celda, balance hídrico, humedad del suelo distribuida, flujos de base, series temporales de caudales agregadas.                                      | Muy usado en estudios climáticos y de cuencas grandes; requiere datos espaciales y es computacionalmente intensivo a alta resolución.                                           |

Salida de hidrología:

escurrimiento superficial, flujo subsuperficial, evapotranspiración; además de salidas específicas de erosión: cantidad de sedimento removido, transporte de sedimento, deposición, pérdidas de suelo; también mapas, perfiles de cuenca.

Integra erosión hidrología y es aplicable en agricultura y zonas con uso intensivo y cuenta buen soporte pero No es óptimo para cuencas muy grandes si se requiere detalle fino y su precisión depende de la calidad de los datos tambien calibración de parte de sedimentos puede ser compleja.