

# NOTICIAS DE LA ICID

GESTIÓN DEL AGUA PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE



## MENSAJE DEL PRESIDENTE

Estimados colegas:

Mientras escribo este mensaje, me viene al pensamiento la actual situación de sequía en algunos lugares de Sudáfrica, y en particular su devastador impacto en la ciudad de Ciudad del Cabo. Dado el uso y la disponibilidad de agua, Ciudad del Cabo se secará el 22 de abril de 2018. Y, a mi modo de ver, esto nos recuerda a todos los profesionales del sector del agua la gravedad de la situación mundial del agua que se avecina en los próximos tiempos, cuando estas situaciones extremas se conviertan casi en una nueva norma global debido al cambio climático. Lo que también requiere que nos preparemos para ello. La familia de ICID ha venido alertando sobre estos problemas, y ha trabajado duro para encontrar soluciones basadas en la ciencia para hacer frente a la creciente escasez de agua. La escasez se puede manejar, si disponemos de una estimación fiable de nuestras demandas actuales y su crecimiento en el futuro. La contabilidad del agua (WA, por sus siglas en inglés) está emergiendo como una metodología útil que puede orientar la planificación y la formulación de políticas a largo plazo, y por ello ICID está elaborando un borrador de documento de posición sobre la WA,

para comentarios y a disposición de sus miembros y socios. Por su parte, la FAO lidera un grupo de expertos, incluidos los de la ICID, para preparar un Libro Blanco sobre WA para los responsables de la formulación de políticas, que se prevé presentar en el próximo Foro Mundial del Agua (WWF8) en Brasil.

En 2018 se han previsto un conjunto de actividades de la ICID, y entre las mismas el inicio de un debate electrónico en el Foro Electrónico para Jóvenes Profesionales de la ICID (IYPEF). Este grupo de más de 300 profesionales jóvenes y mentores de todo el mundo ha identificado ya varios temas relevantes. Esperamos que se genere una participación activa de todos, y les deseamos éxito en el logro de resultados fructíferos. De manera análoga, la Unidad de Apoyo Técnico (TSU) de la ICID, en colaboración con el Comité Nacional Chino de Riego y Drenaje (CNCID), ha previsto llevar a cabo un programa de capacitación YP sobre el tema "Evaluación del rendimiento de los sistemas de riego" del 9 al 13 de abril 2018 en el Salón de Ciencia y Tecnología de China, Beijing, China. Les deseo igualmente los mayores éxitos. Adicionalmente, el CNCID está organizando un taller de 2 días de duración, titulado "Innovaciones en la tecnología de riego", del 14 al 15 de abril de 2018, en el mismo lugar. La Octava Conferencia Regional Asiática (ARC) en Katmandú-Nepal, que se celebrará del 2 al 4 de mayo de 2018, ha recibido una amplia acogida y más de 100 artículos. Cabe destacar numerosas sesiones de la conferencia, un evento de capacitación de jóvenes profesionales YP y cinco simposios, promovidos por USAID, IWMI, ICIMOD, ICEWaRM, FMIST y el Departamento de Riego del Banco Mundial. Facilitaré más información sobre el 69 ° Consejo Ejecutivo Internacional de ICID y Conferencia Internacional de Canadá (agosto de 2018) en los próximos números de ICID News. Aprovecho la ocasión para solicitar nuevamente a los

Comités Nacionales (NC), su colaboración con TSU designando expertos a corto y largo plazo de los países / regiones, y hacer pleno uso de esta plataforma con el mandato exclusivo de atender las solicitudes de creación de capacidad técnica de los NC's. El cambio climático no tiene pasaporte nacional y, por lo tanto, es momento para la colaboración internacional, compartir conocimiento y experiencia.

Para facilitar las colaboraciones, los Grupos de Trabajo de la ICID están utilizando las conferencias interactivas en tiempo real basadas en Internet para llevar a cabo sus reuniones periódicas, lo que les permitirá disponer de más tiempo para centrarse en las discusiones técnicas durante los congresos, los Foros Mundiales de Riego y otras actividades de ICID. Esto me recuerda el poderoso papel de la tecnología en la solución de problemas de la humanidad, incluidos los relacionados con el agua. En este número, encontrarán artículos técnicos que giran en torno a la ingeniería y la tecnología para una mejor gestión del agua, así como a reformas institucionales que pueden facilitar un enfoque holístico.

Para finalizar este mensaje, me gustaría reconocer y agradecer en nombre de la comunidad de ICID a Er. Avinash C. Tyagi por sus excelentes contribuciones a la consolidación de ICID durante su mandato desde 2012 hasta 2017 como Secretario General, y aprovecho la ocasión para dar la bienvenida a Er. Ashwin B. Pandya, como nuevo Secretario General, quien ha asumido el cargo el primer día de este emocionante año nuevo.

Un atento saludo,

**Felix Reinders**  
Presidente, ICID

INTERIOR



ICID•CIID  
www.icid.org

- 2-3 Reformas institucionales en el sector del riego para una gestión del agua en la agricultura sostenible: una revisión mundial
- 3-5 Dique marino de Saemangeum: desarrollo sostenible de las zonas de mareas
- 5-6 Estado del conocimiento de las técnicas y prácticas de riego
- 7-8 Evaluación de campo de las estrategias de programación de riego utilizando un modelo mecanístico de crecimiento de cultivos

## Reformas institucionales en el sector del riego para una gestión del agua en la agricultura sostenible: una revisión mundial

Dr. Hafied A. Gany\*

Las soluciones institucionales y organizativas para el desarrollo y la gestión del riego y el drenaje, especialmente las relacionadas con las reformas emprendidas, tienen una gran influencia en la calidad de los servicios de riego proporcionados a los agricultores. Considerando la importancia de este tema, como parte del 23 ° Congreso de la ICID se organizó un simposio sobre "la Revisión Global de las Reformas Institucionales en el Sector de Riego para la Gestión del Agua en la Agricultura Sostenible, incluidas las Asociaciones de Usuarios del Agua", bajo la dirección de VPH Dr. Hafied Gany (Indonesia) como presidente del Grupo de Trabajo de la ICID, sobre Aspectos Institucionales y Organizativos de la Gestión del Sistema de Riego / Drenaje (WG-IOA). Este artículo es un resumen basado en el resultado del Simposio.

Los diferentes países aplican diferentes soluciones institucionales y organizativas para el desarrollo y la gestión del riego y el drenaje, especialmente en relación con las reformas emprendidas en el pasado reciente en materia organizativa. En un intento de captar la perspectiva global de áreas interdisciplinarias tan amplias de aspectos institucionales y organizativos del riego y el drenaje, y para deliberar sobre los asuntos relacionados con las reformas institucionales necesarias para la gestión de la agricultura sostenible, se organizó un simposio internacional sobre el tema "Revisión global de la reforma institucional en el sector del riego para una gestión del agua en la agricultura sostenible, incluida la AUA", que tuvo lugar el 8 de octubre de 2017 durante el 23 ° Congreso de la ICID en México. En esta nota técnica se presenta una breve síntesis de los aspectos institucionales y organizativos en términos de problemas y desafíos, marcos legales, enfoques de PIM y su impacto en 14 países miembros de la ICID que presentaron en el Simposio sus documentos de país, y casos de estudio en dichos países y regiones.

Los estudios de casos representan una gran diversidad de condiciones geográficas, climáticas, de gobernanza, socioeconómicas y de nivel de desarrollo, que se refleja muy claramente en sus informes. Mientras que Australia representa un continente separado con características geográficas y climáticas únicas, otros países y regiones se rigen, en unos casos, por los monzones (el este, sudeste y sur de Asia), y en otros casos por las bajas precipitaciones (regiones áridas de Medio Oriente y África). Turquía y Ucrania representan en cierta medida las características de Europa. Con respecto a la principal fuente de agua potable, la variación entre países de la precipitación anual en las dimensiones espacio-temporales es bastante significativa, así como también lo es la variación dentro de los países grandes como Australia, China, India e Indonesia.

La agricultura ha sido también un modo de vida o de subsistencia histórico en todos estos países, sigue siendo un pilar fundamental para muchas poblaciones rurales, y su papel en la economía nacional está disminuyendo gradualmente en la mayoría de los

países. Sin embargo, el problema de la seguridad alimentaria la mantiene como una prioridad de desarrollo en los procesos de planificación nacional. En los países con alta tecnología y reducida superficie terrestre, como Japón y Corea, la agricultura ahora se considera como fábricas de alimentos impulsadas por la tecnología, del futuro. Los países con una población de base y tasas de aumento de la población significativas, como China, India e Indonesia, continúan y seguirán dominando el debate sobre el desarrollo en el futuro. Los países recientemente establecidos, como Ucrania, tienen un desafío diferente, es decir, dónde ubicar la agricultura en un entorno de economía de mercado abierta; es este caso, se trata más de una cuestión de política que de disponibilidad de recursos naturales. Por otro lado, Sudán, con un gran potencial agrario sin explotar, considera que la agricultura es la principal plataforma nacional de desarrollo.

Aún con toda esa casuística, la seguridad alimentaria nacional sigue siendo un asunto de vanguardia en todos los países. En consecuencia, todos los países reconocen la importancia del riego y el drenaje para mantener un nivel satisfactorio de seguridad alimentaria en la actualidad y en el futuro inmediato. El otro problema común es el deterioro físico de los sistemas nacionales de riego y drenaje, además de la construcción de la futura infraestructura de gestión del agua. Gran parte del desarrollo de la infraestructura principal tuvo lugar después de la Segunda Guerra Mundial y esta infraestructura está envejeciendo rápidamente, lo que supone que las reparaciones y el mantenimiento son cada vez más caros, y representan mayores retos en los modelos de desarrollo emergentes.

Marco legal e institucional para AWM: en términos de un marco legal e institucional para la gestión del agua a diferentes niveles,



muy pocos países han logrado un estado satisfactorio. El problema se ve agravado por la disminución de la prioridad del desarrollo agrícola, que está cediendo el paso a sectores más remunerativos (industrial, urbano, consumidores) en los planes nacionales de desarrollo. En consecuencia, el sector del riego y drenaje ha sufrido significativamente debido a su frecuente cambio de filiación a menudo entre el ministerio de alimentación, el ministerio de agricultura o el ministerio de gestión del agua y el desarrollo de los recursos hídricos. Esta falta de claridad política a nivel nacional ha perturbado los roles tradicionales de las comunidades locales en la gestión, incluida la de canales locales y otras infraestructuras de riego.

Si bien la mayoría de los países han informado sobre la redacción de leyes y reglamentos o guías para la formación de grupos de agricultores, bajo diferentes nombres, su desarrollo real a nivel básico es bastante menos que satisfactoria, e incluso perturba el tejido socioeconómico tradicional rural. Cuantitativamente los resultados informados de tales grupos pueden ser grandes, pero la calidad de su capacidad deja mucho que desear. Algunos países, como Corea del Sur, ni siquiera están fomentando la formación de dichos grupos y han asignado las responsabilidades de O&M a las agencias departamentales o empresas privadas de desarrollo rural.

Las poblaciones agrícolas envejecidas, la falta de interés de los jóvenes por la vida en el medio rural, las estructuras de precios

\* Vice Presidente Hon., ICID; Comité Nacional de Indonesia de ICID (INACID), correo electrónico: gany@hafied.org



del agua confusas, el apoyo gubernamental inadecuado y las demandas competitivas de agua de otros sectores, han contribuido a que la gestión del agua de la agricultura y la agricultura familiar sean menos atractivas para la juventud y la inversión privada. Tal fenómeno social y demográfico ha erosionado aún más la capacidad de autogobierno de las comunidades rurales. Malasia ha informado sobre la realización de algunos esfuerzos para fortalecer a los grupos de usuarios de agua, pero es demasiado pronto y sería interesante ver el resultado en el futuro. Japón tiene su propio modelo único, llamado Land Improvement District (LID), que ha tenido un éxito significativo en la estabilización de la situación del agua rural, y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) ya está probando los factores de éxito de LID en 16 países en desarrollo diferentes. Han surgido varias recomendaciones para hacer que las instituciones responsables de la planificación del agua sean más amplias, multidisciplinarias, coherentes y holísticas.

PPP en sistemas de riego y drenaje: la infraestructura principal de riego y drenaje siempre ha sido un mandato de los gobiernos nacionales y continuará siéndolo durante muchas décadas. El agua como insumo para la producción de alimentos nunca ha sido una entidad económica o monetaria en sí misma, a diferencia de los fertilizantes, las semillas o los plaguicidas, lo que sesga los cálculos del precio de los alimentos en los sistemas de mercado abierto. Incluso el coste del capital de la tierra agrícola familiar

generalmente no figura en tales cálculos. El sector privado, orientado a la obtención de beneficios, entra en escena sólo cuando la materia prima agrícola se cosecha y llega al mercado para su posterior procesado, almacenamiento, envasado, venta al por menor y agregación de valor. O bien los insumos agrícolas, como los fertilizantes y semillas, que no se consideran recursos naturales o bienes públicos, pueden atraer la atención del sector privado. Los modelos de PPP en los desarrollos de infraestructura rural, incluidos los caminos y los sistemas de riego-drenaje, rara vez han demostrado tener éxito, y mucho menos un modelo comercial probado. En los informes de país discutidos aquí, la participación del sector privado se indica generalmente en O&M, y en muy pocos países, en los casos en que hubo problemas para algunos grupos de usuarios. La falta de claridad política en los países y el valor social vinculado al agua en vez de su valor económico se consideran obstáculos importantes en las grandes inversiones del sector privado en la infraestructura de riego-drenaje. Sin embargo, al igual que la distribución de energía eléctrica, el agua puede incentivar la participación del sector privado y la eventual inversión en este sector tan descuidado y, al mismo tiempo, esencial en el futuro, para un desarrollo sostenible.

Ruta a seguir: todos los informes han indicado alguna actividad en este ámbito, al menos en una etapa de planificación. El cambio climático, el aumento de la presión demográfica en algunos casos,

la seguridad alimentaria, la depreciación de la infraestructura de riego-drenaje, la disponibilidad desigual o decreciente de agua potable para la alimentación, son algunos de los principales determinantes de los planes futuros. En el nivel de gobierno, la planificación inclusiva y la asignación equitativa son consideraciones importantes. Mientras que algunos países han informado sobre sus intenciones de realizar inversiones más específicas en la infraestructura de riego-drenaje, otros han identificado como prioridad la creación de capacidad humana en el nivel de uso del agua. Los planes integrados de gestión del agua desde la nación y la provincia / estado hasta los niveles locales de distrito / pueblo aparecen como un consenso emergente en todos los informes. Algunas de las reformas institucionales han sido más bien a modo de prueba o experimentos, en lugar de compromisos basados en una visión a largo plazo. Los conflictos hídricos intercomunitarios, intersectoriales, interestatales e incluso internacionales transfronterizos están despertando, y, por lo tanto, las redes internacionales se enfrentan a desafíos mucho mayores que la gestión del agua de la agricultura. Todo tipo de colaboraciones, deliberaciones conjuntas, intercambio de recursos humanos, cooperación en investigación y desarrollo de capacidades son palabras clave principales que guiarán el camino futuro del desarrollo sostenible en un clima incierto.



## Dique marino de Saemangeum: desarrollo sostenible de las zonas de mareas

Bon Hoon Lee\*

**El dique marino de Saemangeum, ubicado en la costa suroeste de la península de Corea, es la barrera marítima más larga del mundo creada por el hombre (33,9 km). El gigantesco proyecto, que comenzó en 1991 como la primera fase del proyecto de recuperación de tierras de Saemangeum, se completó oficialmente el 27 de abril de 2010. El dique más largo fue construido por el Ministerio de Alimentación, Agricultura, Silvicultura y Pesca y la Corporación de la Comunidad Rural de Corea. (KRC). El Dique Saemangeum figura en la lista de Guinness World Records como la barrera marítima más larga del mundo creada por el hombre.**

El dique Saemangeum tiene doce veces la longitud del puente Golden Gate (EE. UU.), lo suficientemente ancho para albergar cinco carriles de tráfico, y es un 50% más largo que la isla de Manhattan. El 2 de agosto de 2010 fue incluido en los Guinness World Records como el malecón más largo del mundo que se ha construido; mide 33,9 km y ha batido el récord del dique Zuiderzee (32,5 km) de los Países Bajos. El ancho promedio de la presa de tierra es de 290 m con 535 m en su punto más ancho y la altura promedio es de 36 m, con 54 m en su punto más alto. Ubicado en la provincia de Jeolla del Norte, el gran malecón es un testimonio de una hazaña

de ingeniería para la comunidad mundial de ingeniería civil. Todo el proceso de construcción del dique -desde el diseño hasta su finalización- fue llevado a cabo mediante la tecnología de ingeniería por la Corporación de la Comunidad Rural de Corea (KRC) en aguas de más de 50 m de profundidad, a diferencia de los diques ordinarios, que generalmente se construyen en aguas poco profundas. Los ingenieros en Saemangeum también superaron un importante obstáculo, la elevada velocidad de la corriente, que era de siete metros por segundo, para construir este dique gigante. El dique Saemangeum se extiende entre dos promontorios y separa el Mar Amarillo y el antiguo estuario de Saemangeum. Al

conectar la ciudad de Gusan y el condado de Buan en la costa oeste de Corea, se ha reducido la distancia de transporte entre ambos en más de 50 km, y, por lo tanto, se ha acortado el tiempo de viaje entre 30 minutos y una hora. Para construir el malecón gigante se invirtió una suma enorme, de casi 3 billones de wones (2,6 mil millones de dólares) en el proyecto, y se emplearon métodos de construcción ecológicos, junto con 2,37 millones de trabajadores por año.

El presidente coreano, Lee Myung Bak, dedicó el proyecto al pueblo coreano en una ceremonia de inauguración de gala organizada por el Ministerio de



## Saemangeum: la Esperanza Verde de Corea. Una visión de conjunto

### Antecedentes

- El plan del proyecto comenzó cuando se importó arroz debido a la sequía, la insuficiencia alimentaria y el daño del clima frío durante los años 60-80.
- El proyecto comenzó en noviembre de 1991 con los procesos de estudio de viabilidad, evaluación de impacto ambiental, acuerdos con residentes, debates con organizaciones implicadas y la aprobación de recuperación de mar a partir de los años 80.

### Descripción del proyecto

- Nombre del proyecto: Proyecto de Desarrollo Integral Saemangeum
- Objetivo: Desarrollo como centro económico del noreste de Asia
- Ubicación: entorno de Gunsan -si, Gimje-si y Buan-gun, Jeollabukdo
- Superficie: 401<sup>2</sup> (tierra 283<sup>2</sup> / lago de agua dulce 118<sup>2</sup>)
- Construcción principal: 33,9 km de dique marítimo, 2 compuertas, 68,2 km de terraplén de bloqueo de agua
- Duración del proyecto: Diques de mar (1991 - 2011) / desarrollo interior - Etapa 1 (2010 - 2020) / terraplén de bloqueo de agua (2010 - 2015) / water blocking embankment (2010 - 2015)

Alimentación, Agricultura, Silvicultura y Pesca (MIFAFF) de la República de Corea, el 27 de abril de 2010. Más de 2000 funcionarios de alto perfil, políticos y delegados de países de todo el mundo, incluido el ex Secretario General, M. Gopalakrishnan, ICID, se reunieron en Gunsan para formar parte de estas históricas celebraciones. Durante la ceremonia, el presidente de Corea, Lee Myung Bak, indicó que el Dique Saemangeum no es simplemente un dique sino una "autopista económica para que Corea llegue al mundo más allá del noreste de Asia". Es parte de un

ambicioso plan para lograr un crecimiento verde bajo en carbono en Corea, junto con el proyecto de restauración de cuatro ríos. El proyecto, inicialmente concebido en 1991 para asegurar más superficie para la agricultura, creará un centro de negocios que conectará las economías de Eurasia y la región del Pacífico. Con los años, el proyecto se ha actualizado para incluir zonas económicas libres, viabilidad industrial, ocio y turismo para atraer inversiones extranjeras y convertirse en un motor de crecimiento para la economía global de Corea del Sur.

### Saemangeum, la Tierra Especial

Saemangeum (say-MAHN-gum) es una nueva palabra que significa "reclamar nuevas tierras llanas". La palabra "Sae" significa "Nuevo", mientras que "Man" viene de Llanura de Mangyeong, y "Geum" se ha tomado de la Llanura de Gimje, ubicada en la cuenca del río Dongjin.

Saemangeum es una llanura de marea estuaria en la costa del Mar Amarillo en Corea del Sur. Gracias a su fértil tierra, el humedal ha servido tradicionalmente como almacenamiento de agua del país y ha desempeñado un importante papel como hábitat para las aves migratorias. Es conocido como "el campo que salvó a todo el país de los años de malas cosechas" y "el almacén esencial del país".

El dique Saemangeum marcó el comienzo del proyecto de recuperación de mareas más grande de la historia. Corea del Sur promovió inicialmente hace décadas el proyecto para el estuario, a unos 200 km al sur de Seúl, para reactivar su economía. Como la comida era escasa, la recuperación parecía una buena manera de aumentar las tierras de cultivo en este pequeño país. El proyecto de relleno en el estuario comenzó en 1991, pero se vio frenado por una serie de acciones judiciales de partidos políticos y ambientalistas.

Después de años de disputas legales y cambios en las propuestas de cómo usar la tierra, la construcción comenzó en 1999,

con el proyecto con el que se depositaron miles de rocas en el estuario del Mar Amarillo para formar el dique que se finalizó en 2006. Los humedales naturales fueron sustituidos por otros artificiales, y los cauces fluviales se convirtieron en lagos artificiales. Con este proyecto se recuperan 291 km<sup>2</sup> de tierra nueva y se han creado 118 km<sup>2</sup> de lago tras la construcción del dique marino.

Desde su apertura, en tres meses, más de 3,5 millones de personas, incluidos turistas extranjeros, han visitado el dique de Saemangeum, convirtiéndolo en una nueva atracción turística. El dique se ha convertido también en un lugar especial para muchas actividades de ocio y deportivas, como correr maratones y pasear en bicicleta. El gobierno coreano espera que la "Gran Muralla sobre el Mar" ayude a atraer inversiones extranjeras y a exportar la tecnología de construcción de diques de Corea. El esfuerzo de recuperación a nivel nacional da soporte a una industria de la construcción de gran escala y decenas de miles de puestos de trabajo. El proyecto, construido a un coste de casi 3 mil millones de USD, traerá la industria a North Jeolla, una provincia que tradicionalmente ha sido el granero agrícola del país, pero que carece de crecimiento industrial.

El área interior del Dique Saemangeum será el centro de atención en las próximas décadas y se está desarrollando para convertirse en un complejo turístico e industrial en 2020. De acuerdo con el plan de acción integral finalizado de Saemangeum, el área interior de 28.300 hectáreas (dos tercios del tamaño de Seúl) se dividirá en ocho zonas, que incluirán industria, turismo, ocio y empresas internacionales. El Saemangeum proporciona tierras ecológicas y de alta tecnología para la agricultura, la industria y el turismo. La tierra cultivable se utilizará para la producción de cereales de alta calidad, productos de jardín de alta tecnología, floricultura y agricultura que crearán una base de producción de



alta tecnología para las exportaciones de productos agrarios. El KRC, que alberga el Comité Coreano de Riegos y Drenaje (KCID), se encargará de restaurar las infraestructuras agrícolas, replanteo de parcelas agrícolas y desarrollo del riego, mediante la conversión de tierras recuperadas en superficie agraria útil. El KRC también dará apoyo al establecimiento de empresas agrarias y pesqueras a gran escala.

Se estima que, en el año 2020, en la primera etapa, un total de 85,7 km<sup>2</sup> (30,3%) de las tierras recuperadas en el entorno de los ríos Mangyeong y Dongjin se desarrollarán para una agricultura que fomente las exportaciones de alimentos de alta calidad en un mercado global cada vez más competitivo. La estrategia para lograrlo incluye el establecimiento de (a) un complejo piloto de explotaciones agrarias ecológicas, explotaciones agrarias de crecimiento verde y agricultura de alta tecnología, (b) una base de exportación para grandes empresas agrarias de productos hortícolas y otros productos de alto valor, y (c) infraestructuras para el ecoturismo con parques temáticos agrícolas, aldeas rurales, viveros,

plantaciones de árboles y arboretos.

Se espera que esas instalaciones contribuyan a asegurar la competitividad nacional y el desarrollo de marcas en los mercados internacionales mediante prácticas agrícolas ecológicas y el cultivo ecológico, con utilización de tecnologías de vanguardia en invernaderos; instalaciones integradas de I + D vinculadas a la industria alimentaria; y un centro de fabricación basado en clusters.

Saemangeum contará con una infraestructura de transporte de primera clase, como un nuevo puerto marítimo, una red de carreteras y ferrocarril, así como un aeropuerto de Gunsan ampliado. Se estima que el conjunto del desarrollo del área costará unos 18 mil millones UDS, lo que incluye una importante inversión del sector privado. Se están realizando esfuerzos continuos para atraer inversiones extranjeras y nacionales, e invitar a empresas involucradas en las industrias, ocio y empresas turísticas verdes.

Uno de los objetivos es desarrollar también un área de 20,3 km<sup>2</sup> (7,2%) de tierras recuperadas en un centro mundial de energía renovable de primera clase.

Dentro de esta área se ubicará un complejo de investigación y experimentación (4,3 km<sup>2</sup>), una explotación agraria piloto de bio-cultivos (4,0 km<sup>2</sup>), un vertedero (0,5 km<sup>2</sup>), y un área reservada para una planta de energía solar y explotación agraria de cultivo biológico para el sector privado y otras organizaciones (11,5 km<sup>2</sup>). Se espera que el centro de energía renovable previsto genere e impulse una base industrial internacionalmente competitiva para energías nuevas y renovables, con un enfoque de cadena de valor de tecnología central mediante la integración de I + D, incubación a escala piloto y complejos de fabricación a escala comercial.

Saemangeum será la sede del 25º Jamboree Scout Mundial, organizado por la Asociación Scout de Corea, que se celebrará en 2023. Corea del Sur, a través de su proyecto nacional, prevé que Saemangeum se transforme en una ciudad global y tome la posición de liderazgo como primera auténtica "ciudad verde" de Corea, lo que contribuirá a hacerla sobresalir entre las demás zonas económicas.

## Estado del conocimiento de las técnicas y prácticas de riego en determinados entornos socioeconómicos

Dr. Ding Kunlun\*

El recientemente finalizado 23º Congreso de la ICID deliberó sobre el tema "Estado del conocimiento de las técnicas y prácticas de riego en determinados entornos socioeconómicos", como Pregunta nº 61. Se consideraron un total de 64 artículos de 24 países, incluidos México, China, Ucrania, Indonesia, India, Irán, Egipto, Brasil, Sri Lanka, Sudáfrica, Filipinas, Pakistán, Argentina, EE.UU., Uzbekistán, Tailandia, Iraq, Reino Unido, Hungría, África Occidental, Taipei Chino, Finlandia, Rusia y Países Bajos. Este artículo presenta un resumen sobre la Pregunta 61.

La escasez de agua potable es una preocupación mundial y se teme que se agrave en el futuro debido al crecimiento de la población y al cambio climático. Como era de esperar, varios investigadores han abordado esta cuestión e hicieron hincapié en el uso eficiente de los recursos hídricos para minimizar las pérdidas de agua indeseables y evitables en su almacenamiento, transporte, aplicación y uso. La pérdida o el desperdicio de agua de riego se traduce en salinización del suelo, el anegamiento, condición del suelo no laborable, particularmente en suelos arcillosos que se contraen y se dilatan. El aspecto de la calidad del agua no ha perdido la atención de los investigadores. Este es un aspecto importante y un problema de gestión, por una parte, el agua potable no se puede crear, y el agua de calidad deficiente siempre aumenta en cantidad y se deteriora en calidad debido a las actividades antropogénicas de la población en constante crecimiento.



La escasez de agua también es un problema crítico en la agricultura. En un mundo en el que la agricultura debe continuar compitiendo por un suministro de agua cada vez más

escaso, ahora es más importante que nunca que los usuarios de agua en la agricultura conserven el agua.

\* Vice Presidente Hon., ICID; y Subsecretario General, Comité Nacional Chino de Riego y Drenaje (CNCID), Correo electrónico: klding@iwhr.com, klding2005@aliyun.com

Dos métodos para combatir la escasez de agua en la agricultura son el riego de precisión y la mejora del riego superficial. La Pregunta 61 cubrió las siguientes tres sub-preguntas sobre las que se debatió:

**Adopción del riego de precisión y mejora del riego de superficie para combatir la escasez de agua**



La definición de agricultura de precisión evoca una comprensión diferente entre la comunidad de riego y drenaje, y cubre una amplia gama de opciones y tecnologías para la gestión de aplicaciones a nivel de campo y también el apoyo necesario para la toma de decisiones de forma espacial y temporal para dirigir el agua en la forma requerida.

Los métodos para mantener el flujo del emisor de goteo incluyen la filtración física, el control del pH (por ejemplo, adición de ácido) y el control biológico (por ejemplo, adición de cloro). Se trata de prácticas estándar que han sido publicadas y se encuentran disponibles desde hace casi 40 años. Los documentos presentados para contestar a esta pregunta demuestran que proporcionar una calidad de agua adecuada para el riego por goteo de manera rentable es una lucha continua en la aplicación del riego por goteo, particularmente en áreas remotas.

La programación precisa del riego con estimaciones precisas de ET también se considera riego de precisión. La programación de riego basada en ET tiene el potencial de mejorar la eficiencia de la explotación agraria. Sin embargo, el riego de precisión debe considerar tanto la programación de riego precisa para definir la cantidad de agua que necesita el cultivo, como la aplicación precisa del agua requerida (por ejemplo, con una aplicación eficiente y uniforme).

Es un hecho que el riego por superficie en el que el agua fluye por gravedad es el método más usado en todo el mundo. Entre los métodos de riego por superficie, cabe citar el riego a manta, el riego por surcos, métodos de preparación de la tierra, que son adecuados para diferentes cultivos. Sin embargo, todos los interesados reconocen que todos los métodos de riego superficial implican un desperdicio en el uso del agua. Dado que los recursos de agua potable son limitados y el temido cambio climático puede causar grandes alteraciones en la disponibilidad y distribución espacio-

temporal de las precipitaciones, que es la principal fuente de agua dulce en el planeta, está altamente justificada la preocupación renovada sobre el uso científico de los recursos de agua disponibles y la minimización de su ineficiente uso. Como la agricultura es el mayor consumidor de recursos de agua dulce y la agricultura debe mantenerse para permitir alimentar a la población mundial cada vez mayor, la gestión científica del agua en su uso agrícola adquiere gran importancia.

**Uso de TIC, sensores remotos, sistemas de control y modelización para mejorar el rendimiento de los sistemas de riego.**



La gestión eficiente del agua ha sido identificada como una de las prioridades para garantizar la seguridad alimentaria en muchas áreas del mundo. Por otro lado, las tecnologías inteligentes se están extendiendo en todos los sectores de las actividades humanas. La teledetección, la modelización, los sensores, los sistemas de control remoto, la aplicación de tecnologías de información y comunicación (TIC) son herramientas potenciales para mejorar el uso eficiente del agua y lograr un mejor rendimiento de los sistemas de riego, incluidos los sistemas geoespaciales y drones para mejorar el manejo del suelo, el agua y los cultivos, y para predecir y mitigar los impactos de las condiciones climáticas extremas de las sequías y las inundaciones. Los avances en tecnologías como las TIC y los modelos informáticos basados en la nube para la toma de decisiones en tiempo real, junto con la determinación precisa del estado en el campo utilizando drones, permiten la aplicación a grandes áreas con múltiples propiedades, frente a la gestión en el pasado de únicamente grandes explotaciones agrarias.

Hay varias herramientas de software disponibles para simular la evaluación del sistema de riego, el diseño y el análisis operativo. Se requiere un mayor progreso en esta área para utilizar mejores modelos de infiltración y mantener las velocidades computacionales. Los paquetes de software también se pueden utilizar para hacer recomendaciones para mejorar el rendimiento de los sistemas de riego de superficie. Se han desarrollado varios programas de software en las últimas tres décadas. Por ejemplo, SIRMOD (Utah State University) y WinSRFR (USDA, ARS) son dos de las primeras versiones. El programa WinSRFR,

desarrollado por el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, es un paquete de software de análisis hidráulico integrado para sistemas de riego en superficie, que combina un motor de simulación con herramientas para la evaluación, el diseño y el análisis operativo del sistema de riego. Estos y otros programas continúan desarrollándose para proporcionar herramientas adicionales que pueden ser útiles para mejorar el rendimiento del riego en superficie.

**Adaptabilidad y asequibilidad de las nuevas tecnologías en diferentes escenarios socioeconómicos**



La tenencia de la tierra y el tamaño de la propiedad de las explotaciones son factores importantes para la adaptación de las nuevas tecnologías de riego, particularmente en los países en desarrollo. Sin embargo, los nuevos enfoques, como la agrupación de tierras y la agricultura cooperativa, pueden ofrecer ventanas de oportunidades para desarrollar las técnicas y, por lo tanto, mejorar la eficiencia.

La importancia de organizar la comunidad de pequeños productores agrícolas, y garantizar el apoyo institucional, resulta necesario para que los beneficios de la modernización lleguen de manera efectiva a los pequeños productores. El papel de las decisiones operativas desempeña una función importante en la mejora de las eficiencias de riego, y es necesario que las operaciones se mantengan sencillas, para evitar errores del regante.

Las nuevas tecnologías deben ser adaptables para obtener beneficios después de su desarrollo. Los efectos de escalamiento deben entenderse adecuadamente antes de la implementación a gran escala y la adopción por parte de las comunidades de usuarios. La adaptabilidad de las tecnologías debe verse en diversos contextos de condiciones climáticas, ambientales y socioeconómicas, para posteriormente determinarse su validez.

Estos son algunos de los resultados derivados de los documentos presentados para la Pregunta 61. Para obtener más información, descargue la operación del 23º Congreso de la ICID <[http://www.icid.org/23rdcong\\_absvol\\_2017.pdf](http://www.icid.org/23rdcong_absvol_2017.pdf)>





## Evaluación de campo de las estrategias de programación de riego utilizando un modelo mecanístico de crecimiento de cultivos

Sabine J. Seidel<sup>1</sup>, Stefan Werisch<sup>1</sup>, Klemens Barfus<sup>1</sup>, Michael Wagner<sup>1</sup>, Niels Schütze<sup>1</sup> and Hermann Laber<sup>2</sup>

ICID instituyó el “Premio al mejor artículo” para reconocer las contribuciones destacadas a “Riego y Drenaje”, la revista de la ICID. El premio consiste en una placa de mención y efectivo en metálico por importe de 500 USD o libros Wiley de M/s. Wiley Blackwell (Reino Unido), por valor de 800 USD. El premio Wiley-Blackwell 2017 al Mejor Artículo fue otorgado a este documento publicado en ICID Journal (Volumen 65, Número 2, 2016). El premio fue presentado durante la 68ª reunión de IEC el 10 de octubre de 2017, Ciudad de México, México. Se puede acceder al documento completo desde <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ird.1942/full>

La demanda mundial de agua potable está aumentando de manera constante, especialmente en las zonas con escasez de agua, lo que produce una necesidad sin precedentes de un uso eficiente del agua en la agricultura de regadío. En contraste con lo anterior, el riego a menudo se realiza como riego completo, para alcanzar el contenido de agua del suelo próximo a la capacidad del campo, con el fin de aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de la fruta. Para determinar el tiempo y la cantidad de agua aplicada, se pueden emplear diferentes estrategias de programación del riego, que varían en cuanto a complejidad, infraestructura técnica y experiencia requerida. La gestión del riego de los cultivos es una tarea compleja y difícil, para la que se precisa dar respuesta a tres preguntas: (i) ¿Cuánta agua se debe aplicar? (ii) ¿Cuándo debería aplicarse? (iii) ¿Cómo debería aplicarse? La programación del riego convencionalmente se basa sea en la experiencia, en los cálculos SWB, en modelos de simulación de crecimiento de cultivos, mediciones de agua en el suelo, o en la detección de la respuesta de la planta a los déficits hídricos.

En un experimento de campo con repollo blanco (*Brassica oleracea* L. var. capitata (L.) alef.) entre 2012 y 2014 en Alemania, se probaron tres enfoques de programación de riego: (i) tres programas de riego por aspersión (SWB1-3) basados en cálculos del balance hídrico del suelo utilizando diferentes coeficientes de cultivo dependientes del desarrollo; (ii) riego por goteo automático basado en umbrales de tensión del agua del suelo (T); (iii) programación de riego mediante la aplicación en tiempo real de un modelo mecanístico de crecimiento de cultivos parcialmente calibrado (D). Se aplicó la calibración multiobjetivo para derivar un modelo totalmente calibrado como herramienta de diagnóstico para identificar los términos de pérdida de agua de las estrategias de riego individuales.

El riego basado en el modelo mecanístico de crecimiento de cultivos parcialmente calibrado dio los rendimientos más bajos (pero el rendimiento no difirió significativamente del tratamiento SWB3) debido a la subestimación de la dinámica del agua del suelo y el desarrollo del cultivo, y dio mejores rendimientos que los tratamientos de riego por aspersión (SWB1 y SWB2) con respecto a la productividad del agua o la eficiencia del riego. El rendimiento del modelo puede aumentar de forma significativa si se incluyen más medidas (mayor resolución



y otras variables de la planta) de crecimiento del cultivo y dinámica del agua del suelo en la tarea de optimización, lo que permite una mejor predicción de las cantidades de agua de riego requeridas y el tiempo de aplicación. Sin embargo, se requiere una amplia recopilación de datos, lo que descalifica este enfoque para la práctica diaria de riego en la agricultura. Por el contrario, los modelos totalmente calibrados sirven como herramientas poderosas para la investigación detallada de las estrategias de riego y las posibles pérdidas de agua asociadas, que se consideran cada vez más importantes ante la creciente demanda de producción hortícola eficiente en recursos hídricos de alto rendimiento. Con estos desafíos por delante, los enfoques comunes deben evaluarse adecuadamente y deben probarse nuevos enfoques. Para mejorar la fiabilidad de la simulación y mejorar los resultados de calibración y validación del modelo, se requieren experimentos de larga duración con la misma variedad.

Considerando que los tratamientos SWB3 y D estimaron demandas de agua de riego realistas, pero dieron los rendimientos más bajos, y que los tratamientos de aspersión con mayores rendimientos requerían mucha más agua, todo ello demostró la importancia del tiempo correcto, la tasa de aplicación y la técnica de aplicación, para lograr estrategias de riego altamente eficientes. Además, la humedad del suelo en la zona de la raíz en la metodología “Geisenheim” (90% de la capacidad de agua disponible) podría ser demasiado alta, y se olvida del hecho de

que la absorción de agua por la planta se debe principalmente a gradientes de presión entre el suelo y el sistema radical. La tensión del agua del suelo con un cierto contenido de agua del suelo, por otro lado, depende fuertemente del suelo específico del sitio y puede ser alta (en los suelos más arenosos), causando tasas de absorción reducidas, o aún muy bajo (en los suelos con mayor contenido de arcilla).

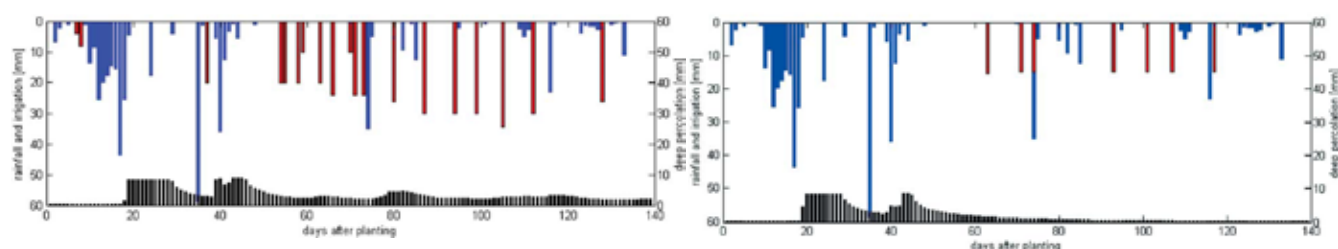
Sin embargo, se requiere una estrategia de observación ampliada para analizar las posibles razones con más detalle y para hacer ajustes específicos del sitio. Estas observaciones ampliadas deberían incluir mediciones de la evapotranspiración usando lisímetros, la relación de Bowen o los enfoques de covarianza de Eddy para definir las tasas de transpiración real y la calibración del modelo de soporte. Unas mediciones adicionales del contenido de agua en el suelo también podrían ayudar a definir el balance de agua, pero las mediciones con tres sondas de capacitancia diferentes fallaron en los experimentos de 2013, probablemente debido a la alta conductividad eléctrica de fondo en las capas de suelo arcilloso.

Se aplicó un modelo mecanístico de crecimiento de cultivos totalmente calibrado, como herramienta de diagnóstico para analizar la efectividad de las estrategias de riego probadas y definir las principales fuentes de pérdidas de agua. La mayor parte del agua se pierde por percolación en el caso de los tratamientos con aspersores SBW1 y SBW2, mientras que la evaporación de la cubierta

1 Technische Universität Dresden, Institute of Hydrology and Meteorology, Dresden, Germany (Universidad Técnica de Dresde, Instituto de Hidrología y Meteorología, Dresde, Alemania)  
2 Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, Germany (Oficina Estatal Sajona de Medio Ambiente, Agricultura y Geología, Dresde, Alemania)

**CUADRO.** Promedio de rendimiento medido de materia seca (Yobs), rendimientos simulados (Ysim), así como biomasa medida (Bobs) y simulada (Bsim) sobre el suelo en el momento de la cosecha para todos los tratamientos: RF indica un hipotético escenario base de cultivo en secano. Además, el agua de riego aplicada (I) se da junto con los componentes de los términos de pérdida de agua, a saber: evaporación de la cubierta vegetal (Ec), evaporación del suelo (Es), percolación profunda (DP) y su suma (ΣL). La eficiencia de riego (IE) se da para expresar la cantidad de agua de riego que el cultivo puede usar efectivamente, como valor porcentual.

|      | Y <sub>obs</sub>      | Y <sub>sim</sub> | B <sub>obs</sub> | B <sub>sim</sub> | I    | E <sub>c</sub> | E <sub>s</sub> | DP         | ΣL         | IE   |
|------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------|----------------|----------------|------------|------------|------|
|      | [t ha <sup>-1</sup> ] |                  |                  |                  | [mm] |                |                |            |            | %    |
| SWB1 | 8.3                   | 9.6              | 15.8             | 16.4             | 410  | 158 (+79)      | 92 (+9)        | 462 (+185) | 712 (+273) | 33.4 |
| SWB2 | 8.3                   | 9.6              | 15.3             | 16.4             | 306  | 147 (+68)      | 92 (+9)        | 380 (+103) | 619 (+180) | 41.2 |
| SWB3 | 7.9                   | 9.3              | 16.2             | 16.1             | 108  | 109 (+30)      | 89 (+6)        | 289 (+12)  | 487 (+48)  | 55.5 |
| D    | 7.5                   | 9.3              | 15.7             | 16.1             | 106  | 107 (+28)      | 89 (+6)        | 289 (+12)  | 485 (+46)  | 56.6 |
| T    | 8.5                   | 9.4              | 16.6             | 16.1             | 105  | 75 (-4)        | 88 (+5)        | 277 (-)    | 440 (+1)   | 99.0 |
| RF   | -                     | 6.5              | -                | -                | 0    | 79             | 83             | 277        | 439        |      |



**FIGURA.** Percolación profunda simulada (barras negras en la parte inferior) del tratamiento SWB1 (primera figura) y tratamiento T (segunda figura) en 2013. Las barras en la parte superior indican la lluvia (azul) y el agua de riego aplicada (roja).

vegetal del cultivo es la fuente principal en los tratamientos SBW3 y D. Las pérdidas de agua por percolación, en especial, no son sólo costosas, sino que al mismo tiempo generan efectos colaterales negativos, como el lixiviado de fertilizantes o la contaminación de las aguas subterráneas, que deben evitarse. Las pérdidas de agua por evaporación de la cubierta vegetal sólo pueden evitarse mediante estrategias de microirrigación, como el riego por goteo, que resultó ser superior en los experimentos de 2013, ya que casi no se perdió agua de riego

y se lograron los rendimientos más altos y la mayor biomasa aérea.

El rendimiento del modelo totalmente calibrado como herramienta de predicción para la programación de riego en tiempo real requiere más pruebas en futuros experimentos. Además, es necesario analizar las deficiencias de los modelos para obtener un mayor conocimiento sobre los principales procesos de control de la respuesta al estrés por sequía del repollo blanco en las condiciones de cultivo alemanas.

Los autores concluyeron con la opinión de que los enfoques comunes de programación de riego para vegetales como el repollo deberían evaluarse adecuadamente, y que es necesario probar nuevos enfoques. Para mejorar la confiabilidad de la simulación y mejorar los resultados de calibración y validación del modelo, se requieren experimentos de larga duración con la misma variedad.

### Ganadores del Premio Mejor Artículo Wiley-Blackwell

- 2017:** Field Evaluation of Irrigation Scheduling Strategies Using a Mechanistic Crop Growth Model, Vol. 65, Issue 2, por Sabine J. Seidel, Stefan Werisch, Klemens Barfus, Michael Wagner, Niels Schütze, y Hermann Laber (Alemania)
- 2016:** Environmental impacts of contrasted groundwater pumping systems assessed by life cycle assessment methodology: Contribution to the water-energy nexus, Vol. 64, Issue 1, February 2015 issue, por Ludvine Pradeleix, Philippe Roux, Sami Bouarfa, Bochre Jaouani, Zohra Lili-Chabaane y Veronique BellonMaurel (Francia)
- 2015:** Water, Food and Energy Supply Chains for a Green Economy, Vol. 63, Issue 2, por Dr. Willem F. Vlotman y Mr. Clarke Ballard (Australia)
- 2014:** Agricultural/Urban/ Environmental Water Sharing in the Western United States. Can Engineers Engage Social Science for Successful Solutions? Vol. 62, Issue 3, por Marylou M. Smith y Stephen W. Smith (EE UU)

- 2013:** An Interactive Water Indicator Assessment Tool to Support Land Use Planning, Vol. 61, Issue 2, por P.J.G.J. Hellegers, H.C. Jansen y W.G.M. Bastiaanssen (Países Bajos)
- 2012:** An Overview of Irrigation Mosaics, Vol. 60, No.4, por Zahra Paydar, Freeman Cook, Emmanuel Xevi, y Keith Bristow (Australia)
- 2011:** Airborne Remote Sensing for Detection of Irrigation Canal Leakage, Vol. 59, Issue 5, por Yanbo Huang, Guy Fipps, Stephan J. Maas, y Reginald S. Fletcher (EE UU)
- 2010:** Farmers' perceptions and engineering approach in the modernization of a community-managed irrigation scheme. A case study from an oasis of the Nezfawa (South of Tunisia), Vol. 58, Issue 53, por W. Ghazouani, S. Marlet, Mekki y A. Vidal (Francia, Ariana, Túnez)
- 2009:** Integrated Water Assessment Model for Water Budgeting Under Future Development Scenarios in Qiantang River Basin of China, Vol. 57, Issue 4, por Mrs. Jianxin Mu, Mr. Shahbaz Khan y Dr. Zhanyi Gao (China)

- 2008:** Revisiting currently applied pipe drain depths for waterlogging and salinity control of irrigated land in the (semi) arid zone, Vol. 56, Issue 4, por Dr. L.K. Smedema (Países Bajos)
  - 2008:** Conjunctive Water Management Options: Examples from Economic Assessment of System-level Water Saving through Liuyuankou Irrigation System, China, Vol. 56, Issue 5, por Drs. S. Khan, S. Mushtaq, Y. Luo, D. Dawe, M. Hafeez, y T. Rana (Australia, China, Tailandia)
  - 2007:** Reform of User Charges, Market Pricing and Management of Water: Problem or Opportunity for Irrigated Agriculture, Vol. 55, Issue 1, por Dr. G R Backeberg (Sudáfrica)
  - 2006:** Enhancement of Field Water Use Efficiency in the Indo-Gangetic Plain of India, Vol. 54, Issue 2, por Dr. T.B.S. Rajput y Dr. Neelam Patel (India)
- Para acceder a los artículos ganadores, puede visitar el enlace [http://www.icid.org/awards\\_paper.html](http://www.icid.org/awards_paper.html)

