

TECNOLOGÍA DE PUNTA PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS

Autor principal: José Bienvenido Martínez Rodríguez

Otros autores: Yoel Martínez González, Armando Orestes Hernández Valdés, Félix Dilla Salvador, Eric Cabrera Estupiñan, Luis Sánchez Román, Lemuel Carlos Ramos Arzola, Miguel Perozo Ynestroza, Abrahán López Rodríguez, Norberto Marrero de León, Yakelín Rodríguez López, Modesto Gómez Crespo y Yaset Martínez Valdés

Colaboradores: David Marón Domínguez, María del Carmen Jorge Pedreira, Pablo Hernández Morales, Odet Caridad Herrera Betancourt, Haydeé Llanusa Ruiz, Alcides León Méndez, Félix Riaño Valle, Norberto Delgado Pino, Iosvany Recio Villa, Antonio José Silva Neto, Pedro Paulo Gomes Watts Rodríguez

Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Facultad de Ingeniería Civil, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE)

Autor para la correspondencia:

Dra. Yakelín Rodríguez López

Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH). Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), La Habana, Cuba.

Telef. 260-1416, 260-3636. Fax. 267-2013. E-mail: yake@cih.cujae.edu.cu

Dr. José Bienvenido Martínez Rodríguez (23%). Tutor de dos tesis doctorales, tutor de tesis de maestría y diploma, siete artículos web.

Dr. Yoel Martínez González (17%). Tutor de tesis doctoral, aplicaciones en Cuba y Brasil, cuatro artículos web, Premio provincial innovación tecnológica.

Dr. Armando Orestes Hernández Valdés (9%). Dos artículos web, un artículo grupo 2, Tutor de trabajo de diploma premiado, Premio Cujae aporte al desarrollo social, Aplicación dos acuíferos Manzanillo, Tutor tesis de maestría.

Dr. Félix Dilla Salvador (8%). Premio Cujae aporte al desarrollo social, dos artículos web.

Dr. Eric Cabrera Estupiñan (8%). Dos artículos web, un artículo grupo 2, Premio Cujae aporte al desarrollo social.

Dr. Luis Sánchez Román (6%). Autor de tesis doctoral, artículo web, aplicación en Venezuela.

Ing. Lemuel Carlos Ramos Arzola (5%). Trabajo de diploma aplicado, acuífero Manzanillo, Premio Fórum Nacional de Estudiantes a su Trabajo Diploma, Premio Cujae aporte al desarrollo social.

Dr. Miguel Perozo Ynestroza (4%). Autor de tesis doctoral, aplicación en Venezuela, cuatro artículos en revistas del grupo 2.

Dr. Abrahán López Rodríguez (4%). Autor de tesis doctoral, aplicación en Venezuela.

Dr. Norberto Marrero de León (4%). Tutor de dos tesis doctorales, siete artículos en revistas del grupo 2.

Dra. Yakelín Rodríguez López (4%). Autora de tesis doctoral, aplicaciones en cuencas cubanas, cuatro artículos en revistas del grupo 2

Dr. Modesto Gómez Crespo (4%). autor de tesis doctoral, un artículo grupo 2, aplicaciones en Cuba.

Dr. Yaset Martínez Valdés (4%). Tesis doctoral y de maestría, aplicación en Cuba, 3 ponencias Convención Cujae, una ponencia Congreso Latinoamericano, Tutor de 20 trabajos de diploma.

RESUMEN

Antecedentes

Los antecedentes de este trabajo se remontan a la década de los años setenta, cuando en el Centro de Investigaciones Hidráulicas se comenzó la aplicación computacional de modelos matemáticos y técnicas de optimización a los problemas de la ingeniería hidráulica.

Problema a resolver y objetivos del trabajo

El problema a resolver se deriva del hecho de que, no obstante el desarrollo hidráulico alcanzado por nuestro país, en la práctica nacional no se aplican regularmente los conceptos y herramientas más modernas que hoy existen en el mundo. El objetivo principal del trabajo consiste en desarrollar y transferir una tecnología de punta, aplicando estos nuevos conceptos científicos y herramientas al campo del manejo de los recursos hidráulicos.

Resultados

Se han desarrollado conceptos y metodologías con aplicación e impacto concretos para el país en diferentes temas del manejo de los recursos hidráulicos. En el tema 1, de la **prevención de inundaciones**, hay tres tesis doctorales, un artículo web, cuatro artículos en grupo 2, cuatro artículos en grupo 3 y aplicaciones en cuencas cubanas y de Venezuela. En el tema 2, manejo de **acuíferos subterráneos**, hay una tesis doctoral, cuatro artículos web y un artículo en grupo

Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. Vol.4, No.2, Año 2014 2

2, un premio Cujae, un trabajo de diploma con premio estudiantil y aplicaciones en acuíferos cubanos. En el tema 3, hidráulica de **las conducciones libres**, hay dos tesis de maestría, tres artículos web, un premio de innovación tecnológica y dos trabajos de diploma. En el tema 4, hidráulica de **equipos de bombeo**, una tesis doctoral, una tesis de maestría, cuatro ponencias en congresos y 20 trabajos de diploma. En el tema 5, **redes de abasto** se introduce un cambio de paradigma, hay una tesis doctoral, cinco publicaciones en web, una tesis de maestría y otra de diploma; estas últimas representan aplicaciones en redes de la Habana y Santiago de Cuba.

Conclusiones

Se reportan seis tesis doctorales y 13 artículos web y aplicaciones en Cuba, Venezuela y Brasil. A partir de lo alcanzado puede decirse que el país se encuentra en una etapa de aplicación generalizada de todas estas modernas tecnologías para manejar los recursos hidráulicos de que dispone.

COMUNICACIÓN CORTA

Antecedentes

Los antecedentes de este trabajo se remontan a la década de los años setenta, cuando en el Centro de Investigaciones Hidráulicas se comenzó la aplicación computacional de modelos matemáticos y técnicas de optimización a los problemas de la ingeniería hidráulica.

Problema a resolver y objetivos del trabajo

El problema a resolver se deriva del hecho de que no obstante el desarrollo hidráulico alcanzado por nuestro país, en la práctica nacional no se aplican regularmente los conceptos y herramientas más modernas que hoy existen en el mundo. El objetivo principal del trabajo consiste en desarrollar y transferir una tecnología de punta aplicando estos nuevos conceptos científicos y herramientas al campo del manejo de los recursos hidráulicos.

En el tema 1, **prevención de inundaciones**, se han desarrollado metodologías en tres tesis doctorales para la determinación de la respuesta hidrológica de las cuencas ante eventos de lluvias máximas así como para evaluar económicamente los daños que se pueden evitar y compararlos con los costos de las obras para amortiguarlos. Las metodologías son de aplicación general para cualquier cuenca y se han aplicado en casos de Cuba y Venezuela. El impacto económico y social es evidente, tanto más por cuanto con los procedimientos manuales anteriores no es posible obtener estos resultados. Se reportan un artículo web, cuatro artículos en grupo 2 y cuatro artículos en grupo 3.

El tema 2, manejo de los **acuíferos subterráneos**, fue el pionero en los avances del Centro de Investigaciones Hidráulicas en el campo de las tecnologías modernas, con varios premios de la Academia de Ciencias otorgados desde hace más de 20 años. En el presente trabajo se incluyen ahora solamente resultados

recientes que no formaron parte de dichos premios. Esos resultados abarcan una tesis doctoral que introduce un sistema para la gestión del recurso hidráulico (plataforma modular integrada), que se explica después. También la simulación de dos acuíferos que abastecen a la ciudad de Manzanillo, un tercero en Trinidad y un cuarto en Jaruco, en los cuales hubo que desarrollar procedimientos novedosos para suplir la escasez de información. Se reportan también cuatro artículos en la web, un artículo en grupo 2, una tesis de maestría, un trabajo de diploma premiado, un premio Cujae por aporte al desarrollo social y un trabajo de diploma que simula el acuífero de Boca de Jaruco, como respuesta directa al Lineamiento 243 de la política económica y social del Partido y la Revolución.

En el tema 3, hidráulica de **las conducciones libres**, hay tres artículos web, un premio de innovación tecnológica y dos tesis de maestría. Se ha trabajado en la determinación mediante algoritmos evolutivos de parámetros de flujo y dispersión de contaminantes, con aplicaciones en Cuba y Brasil.

En el tema 4, hidráulica de **equipos de bombeo**, se han desarrollado metodologías novedosas para la selección de equipos de bombeo para las estaciones de los sistemas de abasto de agua potable en Cuba. Para su elaboración se ha partido de la cuantiosa información empírica disponible en la literatura internacional. Estas metodologías promueven una selección óptima económica que enfatiza en la mayor eficiencia de los equipos. Incluye una tesis doctoral, una tesis de maestría, cuatro ponencias en congresos y 20 trabajos de diploma.

En el tema 5, **redes de abasto**, se introduce un notable aporte científico al establecer un cambio de paradigma respecto al costo de las redes cerradas (con circuitos), una tesis doctoral que desarrolla una metodología para diseñar una red fuente de abasto para comunidades de montaña con aplicación en Venezuela, cinco publicaciones en web, una tesis de maestría y otra de diploma.

Referencias bibliográficas

Tema 1. Prevención de inundaciones

Tesis doctorales

- YAKELIN RODRÍGUEZ LÓPEZ. “Modelación hidrológica de avenidas. Caso de estudio: Cuenca del río Zaza”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Octubre 2011.
- MIGUEL PEROZO YNESTROZA. “Sistema de medidas para reducir el riesgo de inundación en llanuras ribereñas. Caso de estudio: Llanura del río Coro”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Mayo 2012.

- LUIS SÁNCHEZ ROMÁN. “Modelación integrada de sistemas de drenaje pluvial urbano en zonas predominantemente llanas”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Diciembre 2012.

Artículos Web of Science

- SÁNCHEZ L. y MARTÍNEZ Y. “Sensibilidad y regionalización del parámetro de impermeabilidad en una cuenca urbana”. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México, vol. IV, núm. 1, enero-marzo de 2013, pp. 203-212

Artículos del grupo 2

- RODRÍGUEZ Y., MARRERO N. Y GIL L. “Modelo lluvia-escurrimiento para la cuenca del río Reno” Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 19, No. 2, 2010.
- RODRÍGUEZ Y. y MARRERO N. “Metodología para la simulación hidrológica de eventos extremos máximos en ausencia de datos hidrométricos a escala horaria”. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 19, No. 4, 2010.
- PEROZO M.A. y MARRERO N.: “Estimación del riesgo de inundación en urbanismos y zonas agrícolas ubicados en la planicie del río Coro, Estado Falcón, Venezuela”, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 20(3): 2011.
- PEROZO M.A. y MARRERO N.: “Evaluación del impacto hidrológico del rompimiento de la presa del embalse “El Isiro” en las zonas residenciales y agrícolas ubicadas en la planicie del río Coro”, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 20(4): 2011.

Artículos del grupo 3

- JORGE M.C., MARRERO N., MARTÍNEZ J.B., MARTÍNEZ Y. y RODRÍGUEZ Y. “Análisis de inundaciones. Estudio de casos”. Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental, VOL. 28, No. 1, p. 21-29, 2007.
- RODRÍGUEZ Y. y MARRERO N. “Análisis regional de series de lluvias máximas: consideraciones”. Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental, vol 32, No. 2, p. 34-45, 2011.
- PEROZO M.A., SOTO G, MARRERO N., LINÁREZ I. “Respuesta hidrológica de la cuenca del río Coro ante rotura de la presa “El Isiro”. Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental, vol. 32, No. 1, p. 71-79, 2011.
- ORTEGA A. y PEROZO M.A. “Gestión de la información hidrometeorológica en Venezuela. Caso de estudio: estado Falcón”. Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental, vol 32, no 3, 2011.

Tema 2. Acuíferos subterráneos

Tesis doctorales y tesis de maestría

- MODESTO GÓMEZ CRESPO. “Plataforma modular integrada para la gestión del agua subterránea como recurso”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad

de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, 2009.

- PABLO HERNÁNDEZ MORALES. “Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del bloque de explotación de la cuenca Trinidad mediante modelación matemática.”. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, julio 2013.

Artículos Web of Science

- HERNÁNDEZ A.O. “Captación de agua subterránea por drenes horizontales en pequeñas islas. Una contribución a Graphic.” Aqua-LAC, UNESCO, vol 1, no. 2, p 153-163, Sep. 2009.
- CABRERA E. y HERNÁNDEZ A.O. “Modelación del agua subterránea a escala regional con refinamiento local de la malla. Planteamiento y validación del algoritmo”. Tecnología y Ciencias del Agua (antes Ingeniería Hidráulica en México), vol. 2, no. 1, pp. 65-82, enero-marzo de 2011.
- DILLA, F. “Una alternativa de manejo de la ecuación de flujo exponencial en medios porosos”. Ingeniería Hidráulica en México, vol. 24, no. 2, abril-junio de 2009.
- CABRERA, E. y DILLA, F. “Modelo de administración de acuíferos: MADA”. Tecnología y Ciencias del Agua (antes Ingeniería Hidráulica en México), vol. 2, no. 4, octubre-diciembre de 2011

Artículos grupo 2

- HERNÁNDEZ, A., CABRERA, E. y GÓMEZ, M.: “Integración de las nuevas tecnología en el manejo de las aguas subterráneas”. Revista Obras y Proyectos, Chile, edición 12, p. 80-92, 2012..

Tema 3. Conducciones libres

Tesis de maestría

- MARTHA IVONNE OSSORIO PEDRAJA. “Aplicación del modelo HEC-RAS para el análisis del comportamiento hidrodinámico del Canal de Albear”. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Diciembre 2007.
- MARILIN ECHEMENDIA JIMÉNEZ. “Aplicación de la modelación matemática en el estudio del comportamiento hidráulico del canal de Albear posterior a su rehabilitación”. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Febrero 2013.

Artículos Web of Science

- MARTÍNEZ Y., MARTÍNEZ J.B., SILVA NETO A.J. and GOMES-WATTS P.P. “Estimation of open channels hydraulic parameters with the stochastic particle collision algorithm”. J Braz. Soc. Mech. Sci. Eng., DOI 10.1007/s40430-013-0069-z, 2013.

- GOMES-WATTS P.P., MARTÍNEZ Y., PEREIRA E. and DUARTE F. “Evaluation of dispersion parameters for River São Pedro, Brazil, by the Simulated Annealing method”. Inverse Problems in Science & Engineering, Taylor and Francis, vol 21, no 1, January 2013, pp 34-51.
- MARTÍNEZ Y., MARTÍNEZ J.B., SILVA NETO A.J. and GOMES-WATTS P.P. “Estimation of roughness and dispersion coefficients with the Particle Collision Algorithm in open channels”. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, Springer, August 2013.

Tema 4. Equipos de bombeo

Tesis doctorales y de maestría

- YASET MARTÍNEZ VALDÉS. “Metodología para el diseño hidráulico de las estaciones de bombeo para acueducto”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Octubre 2011.
- YASET MARTÍNEZ VALDÉS. “Selección de bombas rotodinámicas para el diseño hidráulico de estaciones de bombeo”. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, julio 2009.

Ponencias a eventos

- MARTÍNEZ, Y. “Características peculiares de la operación de bombas centrífugas en paralelo”. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Ciudad Guayana, Venezuela, octubre 2006.
- HUGUET R. Y MARTÍNEZ Y. “Estaciones de bombeo: evolución y futuro”. 14ª. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, La Habana, Diciembre 2008.
- RIAÑO F. y MARTÍNEZ Y. “Metodología para la determinación del tipo y número de bombas rotodinámicas a instalar en una estación de bombeo”. 15ª. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, La Habana, Nov-Dic. 2010.
- RIAÑO F. y MARTÍNEZ Y. “Metodología para la selección hidráulica de bombas rotodinámicas de diseño eficiente”. 15ª. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura, La Habana, Nov-Dic. 2010.

Tema 5. Redes de abasto

Tesis doctorales y de maestría

- ABRAHÁN LÓPEZ RODRÍGUEZ. “Planeamiento de sistemas de abastecimiento de agua en comunidades de montaña de Venezuela”. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Diciembre 2012.
- NORBERTO DELGADO PINO. “Necesidad de apertura de nueva fuente de abasto de agua potable para la ciudad de Artemisa”. Tesis de maestría. Centro

de Investigaciones Hidráulicas. Facultad de Ingeniería Civil. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana, Octubre 2010.

Artículos web

- MARTÍNEZ J.B. “Quantifying the economy of water supply looped networks”. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 133(1): 88–97, 2007.
- MARTÍNEZ J.B. “Discussion of “Optimization of Water Distribution Networks Using Integer Linear Programming” by Hossein V. Samani and Alireza Mottaghi”. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, July 2008.
- MARTÍNEZ J.B. “Cost and reliability comparison between branched and looped water supply networks”. Journal of Hydroinformatics, IWA, 12(2):150–160, 2010.
- MARTÍNEZ, J.B. “Quantifying the economy of flow distribution in water supply looped networks”. Journal of Hydroinformatics, IWA, 13(4): 687-698, 2011.
- MARTÍNEZ, J.B., MONTALVO I., IZQUIERDO J. and PÉREZ R. “Reliability and tolerance comparison in water supply networks”. Water Resources Management, Springer, 25:1437–1448, 2011.