

REVISTA

INGENIERIA Y ARQUITECTURA

FORO:
"CONSTRUCCIÓN DE LA
RESILIENCIA EN EL SALVADOR,
PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS, 11
AÑOS DESPUÉS DEL TERREMOTO"

Pág.39-40

**XXVII CONGRESO
CENTROAMERICANO
INGENIERÍA SANITARIA
Y AMBIENTAL**

**V CONGRESO NACIONAL
INGENIERÍA SANITARIA Y
AMBIENTAL**

Pág.11-13

**SEMANA
ASIA
2012**

Pág.5-9

**LA ORGANIZACIÓN
DEL EVENTO**

Pág.17-18

IN MEMORIAN

Pág.19-20

SOLO UNA MARCA CONSTRUYE LA DIFERENCIA



C La garantía de fabricación
calidad Corinca

10 El número o diámetro
de la varilla

S La Norma de fabricación
Internacional ASTM-A615

60 Grado de la barra
(solo en grado 60)

Desvío Sitio del niño, entrada a Quezaltepeque
Depto. La Libertad, El Salvador C.A. Apdo. postal 1142
Tel.: (503) 2314-3300 Fax: 2314-3370
www.corinca.com



Al servicio de la Construcción

**Ubicadas estratégicamente para una mayor
rentabilidad de su inversión:**

Planta Asfáltica 1

Ubicada en Km. 59.5 Carretera a Zacatecoluca

Planta Asfáltica 2

Ubicada en Quezaltepeque

Planta Dosificadora de concreto hidráulico

Ubicada en Quezaltepeque



SERVICIOS QUE OFRECEMOS:

- Construcción y Mantenimiento de Carreteras
- Terracería y Obras de Mitigación
- Urbanizaciones
- Proyectos Habitacionales
- Obras Civiles en General

ADEMAS LE PROVEEMOS:

- Mezcla Asfáltica en caliente
- Concreto Hidráulico
- Productos Pétreos:
(Grava, Chispa, Arena Triturada)
- Renta de Maquinaria y equipo

www.disa.com.sv



Síguenos en

Av. Río Amazonas No. 10, Jardines de Guadalupe, Antiguo Cuscatlán, El Salvador

PBX: 2243-4777 • 2243-9840 • 2243-9844 • 2557-3186

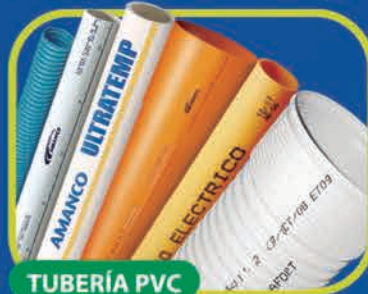
Los expertos prefieren **AMANCO** Tubosistemas



NOVAFORT



NOVALOC



TUBERÍA PVC



TUBERÍA CORRUGADA

AMANCO Centroamérica:



Teléfono: 2500-9200 Dirección: Boulevard del Ejército Nacional Km. 3 1/2, San Salvador

Diseño Supervisión Construcción

Ingeniero:
Fredy Rolando Herrera Coello

Contacto:

PBX: (503) 2264-0900
Móvil: (503) 7468-3819
Fax: (503) 2264-8010
Email: fredy.coello@fhcingenieros.com
85 Ave. Norte, No. 333, Colonia Escalón
San Salvador, El Salvador



Ingeniero
Fredy Rolando Herrera Coello
Director



www.fhcingenieros.com

PlyRock

Sistemas para junta invisible usado en toda la región



- Especial para paredes lisas sin junta visible.
- Permite acabado de revestimiento, pintura y más.
- Conformado por lámina + malla + masilla.
- Úselo en interiores o exteriores.



R. D. CONSULTORES, S. A. DE C. V.

Diseño y Supervisión de Proyectos de Construcción

Nuestros Servicios:

- Análisis, Diseño y Supervisión de Estructuras de Edificios, puentes, Bóvedas.
- Evaluación de Estructuras dañadas por sismos y Diseño de Reforzamiento Estructural
- Planificación, Diseño y Supervisión de Proyectos de Infraestructura Vial: Carreteras, Vías Urbanas, Caminos Rurales y puentes.
- Formulación, Planificación, Diseño Arquitectónico y de Ingeniería de Proyectos de Edificios Habitacionales, gubernamentales, Industriales y Comerciales, etc.
- Diseño y Supervisión Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y de Tanques de Captación de Agua.
- Supervisión de proyectos de Construcción en General.

77 Avenida Norte y Pasaje Los Pinos #208, Colonia Escalón

Teléfonos: (503)2264-1971, (503)2264-1979

Web: www.rdconsultores.com

Email: rd@rdconsultores.com

Síguenos en



/rdconsultoressa



@rdconsultores



Ambientec, S.A. de C.V.

DISEÑO, CONSULTORÍA Y SUPERVISIÓN

Juan Guillermo Umaña

Ing. Civil y MSc Sanitarista

Rosario Cruz de Umaña

Arquitecta

Potabilización y abastecimiento de agua

Alcantarillado de aguas lluvia y aguas negras

Plantas de tratamiento de aguas residuales

Desechos sólidos, municipales y hospitalarios

Estudios de impacto ambiental

Calle Blvd. Universitario, Condominio Resid. San Luis, Block E, Pje. No. 5,
Local. No 3, San Salvador. Tel.: 22 74- 74 32 / 22 74-08 22
jguillermo.umana@gmail.com / ambientec1964@yahoo.com



Lámina



Malla



Masilla



Para mayor información contáctenos a los teléfonos
(503) 2251-9300 • (503) 2251- 9358

Plycem
Tecnología de Avanzada en Fibrocemento

www.plycem.com

Linea Española

FASCINACIÓN POR LA ARQUITECTURA



Gran Hermeticidad y Estandaridad al Agua

Funcionamiento suave y confortable

Imponente Diseño

Hermosos Acabados Texturizados



Inox Nacional



Inox Europeo



Blanco



Nogal

Pregunta por más colores:



Chocolate



Pino

Contrapedido

Sistema Integral Europeo de Herrajes y Perfiles de Aluminio para un Producto Superior

Oscilobatientes



Abatibles



Corredizas



Plegables



Series RPT



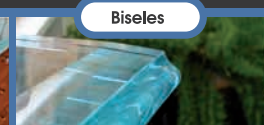
Pregunta por nuestros:

Trabajos en Vidrio

Cortes



Biseles



Agujeros



Cantos



Sandblasting



INCO
TODO EN ALUMINIO Y VIDRIO

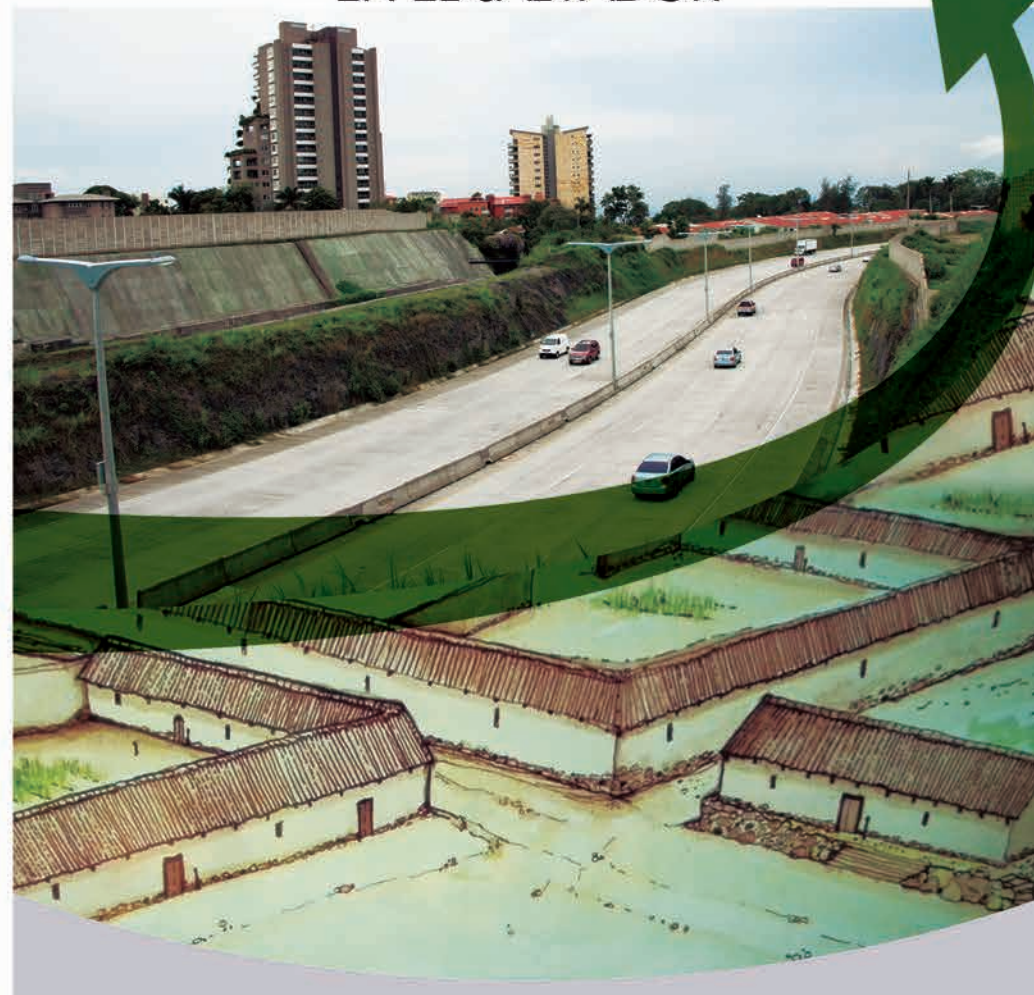
Encuétranos: Final 1a. Avenida Norte, Soyapango | (503) 2207-6100 | www.inco.com.sv | Info@inco.com.sv

asia
ASOCIACIÓN SALVADOREÑA DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

INVITA A INGENIEROS Y ARQUITECTOS A SER PARTE DE LA
ASOCIACIÓN...

SEMANA asia 2013
ASOCIACIÓN SALVADOREÑA DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA Y LA ARQUITECTURA EN EL SALVADOR



DEL 14 AL 20 DE JULIO 2013

Sede del evento: Edificio ASIA, 75 Av. Norte, No. 632, Colonia Escalón, San Salvador PBX.: (503) 2263-3905

www.asiasv.org

VISITE EXPOASIA 2013. ENTRADA GRATIS

¿COMO?



¡AFILIANDOTE!

Y ASI PUDES OBTENER LOS BENEFICIOS:

- Precios especiales en eventos de capacitación.
- Precios especiales en alquiler de local.
- Seguro de vida e invalidez con costo incluido en la cuota de membresía.
- Descuentos en establecimientos con los cuales mantenemos convenios.

Y LO MAS IMPORTANTE...

Ayudas a ser el gremio más grande, fuerte y representativo de los profesionales en ingeniería y arquitectura consolidando su unidad para ser dignos representantes en la sociedad.

MAYOR INFORMACION EN ASIA :

- PBX 2263-3905
- 75 Avenida Norte No.632, Col. Escalón, San Salvador.
- Correo : jquijano@asiasv.org / lhernandez@asiasv.org
- Web : www.asiasv.org



Arq. Pedro Amílcar González
Premio ASIA al arquitecto del año 2012



Entrega de Premio ASIA al arquitecto del año 2012



Entrega de Premio ASIA al ingeniero del año 2012



Ing. Carlos Ventura Montenegro
Premio ASIA al ingeniero del año 2012



Conferencia Técnica, Semana ASIA 2012

REVISTA INGENIERIA Y ARQUITECTURA

JUNTA DIRECTIVA 2013-2015

Presidente
Ing. Roberto Arturo Argüello R.

Vicepresidente
Ing. Héctor Mauricio Garay Araniva

Tesorero
Ing. José René Serrano

Secretario
Ing. Rolando Nestor España Acevedo

Prosecretario
Inga. Manliá Alicia Romero

Protesorero
Ing. Jorge Anibal Moreira

JUNTA DIRECTIVA 2011-2013

Presidente
Ing. Mauricio Isaías Velásquez Paz

Vicepresidente
Ing. Hector Mauricio Garay Araniva

Tesorero
Dr. Oscar Mauricio Barrios

Secretario
Ing. Rolando Néstor España Acevedo

Prosecretario
Ing. Alonso Valdemar Saravia Mendoza

Protesorero
Ing. Manuel de Jesús Galeas Turcios

75 Avenida Norte No.632, Colonia Escalón, San Salvador
PBX. 2263-3967
Web. www.asiasv.org

JUNTA DIRECTIVA ZONA ORIENTAL 2011-2013

Vicepresidente
Ing. Pedro Ulises Bonilla

Tesorero
Arq. José Raúl Grassi Martínez Salinas

Secretario
Arq. Julio Elías Rovira Orellana

Vocal
Ing. Mario Ernesto Torres Martínez

16 Calle Poniente No. 204 Barrio San Francisco, San Miguel.
Telefax. 2661-6363

APOYO ADMINISTRATIVO OFICINAS CENTRALES

Licda. Lois V. Hernández M.

REVISTA

Coordinación General
Ing. Roberto Arturo Argüello

PORTADA

FOTOGRAFÍA
"Volcán Chinchontepec"
Eduardo Fuentes



SUMARIO

5-9 Semana ASIA 2012

10..... Cursos Pre-Congreso realizados

11-13 XXVII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, V Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

14-16 Programa

17-18..... La organización del evento

19-20... In Memoriam

21-23 -- Resumen de las Conferencias Magistrales

24-38 -- Trabajos Técnicos más destacados del Congreso

38 Conclusiones del XXVII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental

39-40-- Foro:
"Construcción de la Resiliencia en El Salvador, perspectivas y desafíos, 11 años después del Terremoto"

40-45 -- Imágenes del Foro, Imágenes del Congreso

Diseño Gráfico: Patricia Argüello
Fotografías: Ing. Ricardo Lagos M., Eduardo Fuentes
Redactores: Ivonne Andrade, Emilia de Quintanilla

ASIA ES MIEMBRO DE:



Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros



Asociación Centroamericana de Arquitectos y Ingenieros de la Construcción

EL BUEN VIVIR: DESAFÍO ÉTICO Y POLÍTICO

Con el interés de contribuir a crear conciencia, formar opinión y concurrir con sus aportes, esta Asociación decantó sus actividades en el período 2012 a temas relacionados con el cambio climático, medio ambiente y saneamiento, conjugando éstas con la formación profesional y gremial, las cuales se desarrollaron en el marco de charlas, congresos, foros y celebraciones tales como el Día Interamericano del Agua, la Semana ASIA, etc. constituyendo dichas actividades una reacción a las crisis que se enfrentan actualmente a nivel nacional como mundial y que a la vez son el reflejo de lo que preocupa y ocupa a esta Asociación. En lo sucesivo se abordan someramente las temáticas y se contrasta dos visiones de convivencia del ser humano que tiene vinculación con la respuesta de algunas crisis de actualidad.

La contracción económica provocada por la crisis financiera actual, que según la FAO ha elevado el número de hambrientos en el planeta de 860 a 1200 millones que traducido a términos porcentuales corresponde al 17% de la población mundial que no cubre la necesidad vital de alimentarse, esto generado en parte por los problemas derivados de los fenómenos extremos como las intensas precipitaciones y períodos prolongados de sequía resultantes del cambio climático, incidiendo de manera drástica y adversa en la producción de alimentos y concomitantemente la injusta distribución del alimento a nivel mundial, que a criterio de muchos analistas agudiza el problema del hambre, advirtiendo los especialistas que las perspectivas de esta crisis no son nada alentadoras, dado que los niveles de CO₂ en la atmósfera se aproxima a las 400 ppm, cifra nunca alcanzada por los sensores, comprometiendo así este hecho el futuro de la humanidad, corriendo peor suerte los países llamados en desarrollo como los de nuestra región. Para ejemplarizar citamos que en nuestro País un recurso tan importante como es el agua para consumo humano y para la producción de alimentos, según estudios realizados por el MARN, indican que en El Salvador de 55 ríos estudiados en 123 sitios de monitoreo solo el 12% de estos presentan calidad de agua BUENA, es decir que solamente este porcentaje de sitios monitoreados presentan condiciones favorables para el desarrollo de la vida acuática, dato revelador de la situación crítica en que se encuentra este recurso en el país, esto para señalar un recurso, sin mencionar los tantos problemas de deterioro medioambiental cuya génesis



ING. MAURICIO I. VELÁSQUEZ PAZ
PRESIDENTE DE ASIA

es principalmente marcada por la voracidad de explotación de recursos naturales que para su extracción requieren de la aplicación de agentes contaminantes.

Por otra parte, en el campo de la formación profesional y derivado de las conclusiones obtenidas principalmente del Foro Enseñanza de la Matemática realizado por vez primera en el marco de la Semana ASIA 2012, hemos de apuntar que la gran mayoría de bachilleres aspirantes a estudiar ingeniería ven truncados sus sueños al inicio de la carrera dadas las deficiencias en los conocimientos de esta ciencia, pudiendo tomar como referencia del caso los resultados de la PAES de 2012, los cuales dejan ver que de las cuatro materias evaluadas en esta prueba, la menor nota se obtiene en la asignatura de matemática, cuyo promedio fue de 4.5 puntos de los 10 a obtener, representando este promedio un verdadero desafío para aquellos estudiantes que pretenden ingresar principalmente a la facultad de ingeniería, dada la carga de ésta materia en sus planes de estudio.

En lo que respecta a la organización gremial, se puede confirmar que solo Uruguay, Paraguay y El Salvador son los países del continente que no cuentan con leyes que regulen el ejercicio profesional y que por ende permite la libertad de desempeñarse profesionalmente a cualquier extranjero en nuestro país sin más restricción que cumplir algunas leyes migratorias, llegando inclusive a desplazar a nuestros profesionales convirtiéndolos en simples cola-

IMÁGENES SEMANA ASIA 2012



Salida maratón pro ley de ejercicio profesional



Actividad infantil, Semana ASIA 2012



Premiación Primer Lugar
Santiago Aguilar



Mesa de Honor. Inauguración Semana ASIA 2012



Ing. Herman Rosa Chávez
Ministro de Medio Ambiente



Inga. Manlia A. Romero
Presidenta AIDIS El Salvador



Arq. Hugo Barrientos, Vice ministro. Arq. Roberto Gochez, Vice ministro. Lic. Lina Pohl, Vice ministra

boradores, sin embargo todos los demás países de este continente disponen de tales leyes que protegen a sus profesionales desde mediados del siglo pasado, situación totalmente inaceptable para nuestro caso por el papel que juega la organización social en la respuesta a los problemas de una nación, por ello es un verdadero reto para el sector profesional alcanzar éste objetivo.

No cabe duda que los temas aquí planteados son de mucha complejidad y por ello su abordaje y respuesta debe hacerse desde una perspectiva interinstitucional e intersectorial, requiriéndose además del abandono de viejas ideas antropocéntricas como el vivir mejor que su-

pone una ética de progreso ilimitado que nos insita a consumir, acumular más y a una competencia suicida con otros para crear más y más condiciones para vivir mejor, en contra posición a los principios anteriores surge como alternativa el buen vivir, esta corriente apunta a una ética de lo suficiente para toda la comunidad y no solamente para el individuo, supone una visión holística e integradora del ser humano, el cuidado de la tierra, de la comunidad de vida y nos convida a no consumir mas de lo que los ecosistemas pueden soportar, por supuesto que esto último va en contraposición del orden mundial dominante.

MENSAJE DE LA PRESIDENTA DE LA ASOCIACIÓN SALVADOREÑA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL (AIDIS EL SALVADOR)

Estimados amigos,
Es un verdadero gusto poder saludarles desde las páginas de esta edición especial de nuestra asociación de ingenieros y arquitectos.
En esta ocasión deseo expresarles nuestras congratulaciones por haber celebrado, la Asociación Interamericana de Ingenieros Sanitarios, AIDIS, el XXVII Congreso Centroamericano denominado; "Salud, ambiente y desarrollo en los nuevos escenarios de adaptabilidad a cambios climáticos". Un evento que marco las nuevas realidades que experimentan nuestros pueblos frente a las constantes variaciones en el ecosistema a raíz del calentamiento que sufre el globo terráqueo.

No podemos evadir toda una realidad que vivimos los seres vivos, y en especial, en nuestro país sobre el inevitable cambio climático. Estas alteraciones ambientales quedaron demostradas durante el desarrollo catastrófico de la tormenta llamada E 12, la cual, arrasó varios centros urbanos dejando a su paso muerte y destrucción. Esto nos indica que debemos prepararnos cuanto antes, con planes verdaderamente contingenciales, ante las venideros antojos de la naturaleza. Observamos en la actualidad un régimen de lluvias alterado, sequías registradas en lugares nunca antes visto y lo más alarmante que estamos rodeados de una cadena volcánica que aun no ha correspondido a estas variantes. Por lo tanto, ahora nos encontramos aun más vulnerables como nos señala la historia. No pretendo ser alarmista ni mucho menos expresarme en términos de pesimismo, pero nuestro medio ambiente ya no es el de décadas atrás cuando podíamos con mucha precisión determinar las épocas del año a cabalidad. Nuestra profesión nos dicta ser realistas. Ante esta panorámica debemos tomar cartas en el asunto y comenzar a elaborar políticas y proyectos de desarrollo desde el conocimiento a las nuevas condiciones



INGA. MANLIA ALICIA ROMERO C.
PRESIDENTA DE AIDIS

climáticas. Nuestro Congreso nos ha proporcionado un marco de visión de cómo poder ir enfrentando los cambios originados principalmente por la mano del hombre. Afortunadamente tenemos a la mano un buen grupo de mujeres y hombres profesionales en el campo climático y de saneamiento para analizar y proponer las alternativas, restando quedar con los brazos cruzados, y que la población sufra en gran medida. Nuestro foro propositivo sugiere un giro en las inversiones para el tratamiento de las aguas y el saneamiento. Y lo más importante divulgarlas para su implementación. Segura que sabremos salir adelante, como es la costumbre del ingenio, les invito a que todos sin excepción nos unamos a conservar medidas que nos lleven a formar una nación próspera pero sobre todo conocedora de los tratamientos para la mejoría de nuestro medio ambiente...

Que Dios nos acompañe...

SEMANA ASIA 2012

“ EL USO DEL SUELO DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INGENIERIA Y ARQUITECTURA EN EL SALVADOR ”



Inicio de maratón pro ley del ejercicio profesional.

El 30 de septiembre del presente año, la ASIA realizó su tradicional día deportivo dando inicio a este evento con “La primer maratón pro ley del ejercicio profesional”, la cual obtuvo un apoyo de aproximadamente 100 personas entre socios, familiares de socios, no socios y estudiantes.

Es grato felicitar a los ganadores de la maratón, según las categorías

1- HOMBRES ENTRE 15<35 AÑOS

Primer Lugar. Santiago Aguilar Rojas

Segundo Lugar. Jorge José González

Tercer Lugar. Néstor David Zamora

HOMBRES MAYORES DE 36 AÑOS

Primer Lugar. Leonel Antonio Macal

Segundo Lugar. Shinji Sato

Tercer Lugar. Rafael Antonio Zepeda

2- MUJERES ENTRE 15<35 AÑOS

Primer Lugar. Ana Rosario López

Segundo Lugar. Rosa Jennifer Valladares

Tercer Lugar. Camila Umaña

MUJERES MAYORES DE 36 AÑOS

Primer Lugar. Graciela de Salgado

Segundo Lugar. Claudia Navarro

Luego de finalizada la maratón, a las 9:30 am, se dio inicio a los partidos de football y quiebra de piñatas para los hijos de los asistentes.

IMÁGENES DEL CONGRESO





Ing. Manlia A. Romero
Presidenta AIDIS El Salvador



Ing. Mauricio Cartagena, Sr, Mauricio Velazquez, Roberto A. Argüello, Dra. Mirta Roses, Ing. Manlia Romero, Ing. Rafael I. Pacheco, Ing. Juan Guillermo Umaña.



Mesa de honor, acto de inuguración del Foro.
Ing. Mauricio Velázquez, Presidente de ASIA. Dr. José Ruales,
Representante de OPS/OMS en El Salvador.
Ing. Manlia Romero, Presidenta de AIDIS El Salvador.



Dra. María Isabel Rodríguez
Ministra de Salud

LUNES 1 DE OCTUBRE

Inauguración semana ASIA 2012

En solemne acto de inauguración de la semana ASIA 2012 denominada "El uso del suelo desde la perspectiva de la ingeniería y arquitectura en El Salvador", el Presidente de la Asociación Ing. Mauricio Velasquez Paz, procedió con el discurso de bienvenida dando así inicio a este magno evento el cual fue desarrollado del 1 al 5 octubre del presente año. Fue de grato honor contar con la distinguida presencia del Señor Vicepresidente de la República Prof. Salvador Sánchez Ceren, quien pronunció el discurso de inauguración.

Agradecemos al Arq. Roberto Góchez, Viceministro de Vivienda y Desarrollo Urbano por su disertación en la conferencia magistral "Puesta en Práctica de la Ley del Ordenamiento y Desarrollo Territorial".

Como es tradición, se entregó reconocimiento a los asociados con más de 36 años de ejercicio profesional,

los cuales fueron entregados por la Junta Directiva de la Asociación y los invitados de Honor Lic. Gerson Martínez, Arq. Roberto Gochez y Arq. Hugo Barrientos Clara.

Para finalizar se realizó el recorrido por la Expo ASIA y se compartió un coctel con los asistentes al evento.



MARTES 2 DE OCTUBRE

Día del Gremialismo

En acto conmemorativo ASIA instituyó la entrega de la medalla ASIA "Ing. Mario Ángel Guzmán Urbina", la cual



se otorgará año con año a un representante de cada gremial profesional de reconocida trayectoria en la defensa de los intereses gremiales, contribuyendo así al reconocimiento de aquellos profesionales que luchan por el desarrollo y fortalecimiento del gremialismo de nuestro país.

De manera especial se contó con la presencia del Lic. Mario Alberto Guzmán Calderón; y en Homenaje Póstumo se entregó la medalla en Honor al máximo espíritu gremialista en la figura del Ing. Mario Ángel Guzmán Urbina, como luchador social en la consecución de la ley del ejercicio profesional.

Con una audiencia de aproximadamente 100 personas se dio paso a la conferencia magistral "Historia y Estado Actual del Gremialismo del Sector Profesional Salvadoreño", la cual estuvo a cargo del Dr. Guillermo Mata Bennet.



VIERNES 5 DE OCTUBRE

Noche de Gala

Para finalizar el mayor evento del año de la Asociación, en la noche de gala, fueron entregados por nuestro presidente Ing. Mauricio Velásquez los premios ASIA al Arquitecto del Año 2012 Arq. Pedro Amilcar González Rodríguez y al Ingeniero del Año 2012 Ing. Carlos Ventura Montenegro.

Por otra parte, nos es grato expresar nuestras más altas muestras de estima y agradecimiento al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por el montaje de las pantallas como centro de monitoreo por su disertación en la conferencia magistral “Uso del suelo, Gestión

Ambiental y Cambio Climático” impartida por la Ing. Ana Elizabeth Amaya López, Especialista en Adaptación al Cambio Climático.

Dentro de las charlas técnicas expuestas para este día se presentaron: Código antisísmico en Japón y vivienda antisísmica en El Salvador “Proyecto TAISHIN” por Sr. Noami Honda Experto Proyecto TAISHIN.

Diseño basado en el desempeño por Ing. Roberto O. Salazar.

FORO: ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LA MATEMÁTICA PARA INGENIERÍA

ASIA ante la importancia de la educación de la matemática y la física, en las carreras profesionales de las ingenierías y la arquitectura, consideró desarrollar un FORO, en el cual los profesores de dichas disciplinas fueran los actores y pudieran conversar sobre la influencia de dichas ciencias en la formación de los ingenieros y arquitectos. Aprovechando el espacio que ofrece la institución.

Dicha actividad fue una iniciativa del presidente de

ASIA, ingeniero Mauricio Velásquez Paz.

Para realizar dicha labor se formó un grupo organizador conformado por el Presidente, y los ingenieros Carlos Canjura, profesor de matemática de la UES y responsable del programa Jóvenes Talentos muy conocido en nuestro medio, Francisco Marroquín, director de Educación Superior del MINED y Ricardo Lagos Moncada, socio, exprofesor de la UES, con una maestría en matemática aplicada.

Fue una actividad conjunta con la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA) y la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS El Salvador).

Entre los asistentes se encontraban los representantes de gremiales profesionales, del sector salud, educación superior, ONG´s, representantes del gobierno y empresa privada.

Durante el evento se realizó también una exhibición de los proyectos y programas en el tema de construcción y desastres.

El acto de inauguración fue presidido por el Dr. José Ruales, Representante OPS/OMS El Salvador, Arq. José Roberto Góchez, Viceministro de Vivienda y Desarrollo Urbano El Salvador, el Ing. Mauricio Isaías Velásquez Paz, Presidente de ASIA, La Ing. Manlia Romero, Presidenta de AIDIS El Salvador y el Lic. Jorge Antonio Meléndez, Secretaria de Vulnerabilidad. En la Conferencia Magistral estuvo presente la Dra. María Isabel Rodríguez, Ministra de Salud, quien dictó las palabras de bienvenida a la Directora y agradeció su presencia en el Foro para compartir sus conocimientos y experiencia en el tema.

El foro estuvo orientado al planteamiento de la construcción de la Resiliencia de las comunidades ante los fenómenos naturales a los que se ven expuestas, y el Ministerio de Salud resaltó la necesidad de formar una comisión que le de seguimiento a la revisión y aprobación a la norma nacional estructural y la norma de diseño para hospitales y centros de salud.

También se recalcó la importancia de dar una respuesta integral de asentamientos humanos que incluyan

no solo los servicios básicos sino saneamiento ambiental, servicios de salud, seguridad y empleo, que mejoren la calidad de vida de las comunidades.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) es la Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y es el Organismo especializado en salud, dentro del Sistema de Naciones Unidas. Tiene más de 10 años de experiencia, dedicados a mejorar la salud y las condiciones de vida de los pueblos de las Américas. Las autoridades sanitarias de los países miembros de la OPS/OMS (35 países de las Américas) fijan las políticas, estrategias y lineamientos administrativos de la Organización por medio de sus Cuerpos Directivos. La OPS/OMS en El Salvador comenzó en 1950 con un Convenio de Cooperación entre el Gobierno de El Salvador y la Organización Mundial de la Salud, que fue ratificado el 30 de julio de 1954.

Desde entonces coopera técnicamente, en estrecha coordinación con el Ministerio de Salud y con otras instituciones de salud y afines en los sectores público y privado.

En la actualidad, bajo la conducción técnica, administrativa y política del Representante de la OPS/OMS en El Salvador, la Representación trabaja bajo una modalidad de cooperación técnica que incluye programas y proyectos en salud.

La organización está comprometida a ofrecer apoyo técnico y liderazgo a los Estados Miembros de la OPS en su empeño de alcanzar la meta de Salud para todos y también a sus valores inherentes.

IMÁGENES DEL FORO



Participantes del Foro



FORO: “CONSTRUCCIÓN DE LA RESILIENCIA EN EL SALVADOR, PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS, 11 AÑOS DESPUÉS DEL TERREMOTO”

El Salvador ante los fenómenos naturales, enfrenta muchos retos:

ASIA, AIDIS El Salvador y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) llevaron a cabo el Foro: “Construcción de la Resiliencia en El Salvador, Perspectivas y desafíos, 11 años después del Terremoto”, el día 17 de abril de 2012.

El objetivo principal del Foro era presentar el tema de Vivienda Segura, los retos ante el impacto de los fenómenos naturales e identificar necesidades de una norma nacional estructural para la construcción de hospitales, en el marco de la estrategia de Hospitales Seguros en El Salvador.

La actividad se realizó en el marco del décimo aniversario de la construcción de la Comunidad Villa Centenario OPS, ubicada en el cantón Suncita del municipio de Acajutla del departamento de Sonsonate.

La Presidenta de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria Ambiental (AIDIS), Ing. Manlia Romero durante su discurso, habló sobre los avances que como país se han realizado en el tema de resiliencia, sin embargo aseguró que hace falta mucho por hacer, destacó como ejemplo: los proyectos que impulsa la OPS en la Villa Centenario, para la planeación de nuestro país. Tenemos que aceptar que nuestro país ha cambiado y que somos vulnerables ante los fenómenos naturales, pero también tenemos la disponibilidad y apoyo de instituciones así como de las gremiales y cooperantes que están dispuestos a combinar los esfuerzos para crear lo que es la resiliencia” aseguró Romero.

Por su parte, el Representante de la OPS, Dr. José Ruales, explicó que la resiliencia es la capacidad de respuesta de un sistema o de una comunidad expuestos a desastres, adaptarse a través de la resistencia, o bien cambiar el orden para alcanzar y mantener un nivel aceptable de funcionamiento así como de su estructura: “No es solamente levantarse y reconstruir las cosas como estaban, sino muchas veces la necesidad de cambiarlas para construirlas mejor y evitar que se pueda producir nuevamente ese efecto” dijo el Representante de OPS.

Asimismo, recordó los daños ocasionados por los terremotos en el 2001, que afectaron viviendas, unidades de salud y la infraestructura de hospitales que fueron evacuados. Habló sobre esos diez años y que después ese tiempo se ha recuperado la infraestructura de hospitales. Los salvadoreños son un ejemplo de población y comunidades resilientes que se han levantado y han seguido caminando después de desastres naturales, conflictos

armados y desastres provocados por el hombre. Sin embargo requieren aplicarse criterios técnicos a la obra pública, a la construcción de hospitales y a la construcción de vivienda que garantice edificaciones seguras ante eventos sísmicos, huracanes e inundaciones” agregó.

El Secretario de Vulnerabilidad, Lic. Jorge Antonio Meléndez, habló sobre el proyecto “Hospitales Seguros” como una herramienta esencial para el desarrollo, así como la infraestructura de las escuelas y viviendas.

Afirmó que la única manera en la que nuestro país puede enfrentar y construir resiliencia es teniendo una gestión integral de riesgo, con un enfoque de intervención interinstitucional, multisectorial e interdisciplinario, es decir, “...no hay otra alternativa que consolidar el sistema nacional de protección civil, mitigación y prevención de desastres”, puntualizó Meléndez.

Durante el foro se desarrollaron temas como “Vivienda segura en zonas de vulnerabilidad sísmica y los retos en El Salvador”, por el Dr. Jorge Jenkins, Representante de OPS/OMS en Venezuela y Ex Asesor de Saneamiento Ambiental de OPS de El Salvador; otro tema fue sobre: “Las necesidades de una Norma Nacional estructural incluyendo la construcción de hospitales” donde participó el Ing. Herman Rosa Chávez, Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales; el Lic. Gerson Martínez, Ministro de Obras Públicas, el Dr. Héctor David Hernández Especialista en Estructuras de ASIA y el Dr. Carlos Garzón, Asesor para Centroamérica del Programa de Desastres OPS/OMS con sede en Panamá.

Finalmente se realizó la Conferencia Magistral: “Seguridad Humana y salud en emergencias y desastres” dictada por la Dra. Mirta Roses Periago Directora de la OPS/OMS, quien dijo que el cambio climático hace que los fenómenos naturales tengan mayor frecuencia de impacto y que la mayoría de ellos se están convirtiendo en desastres.

“Ahora cada país tiene al año algún desastre, entonces tenemos más preocupación y vulnerabilidad” agregó”, Roseas Periago.

Entre los comentaristas estuvo el Ing. Juan Guillermo Umaña, Presidente del ISC Representante de ASIA/AIDIS El Salvador, el Sr. Eduardo Rodríguez ONU Hábitat, el Dr. Alex González de La Alcaldía de Santa Tecla, el Sr. Fabrizio Zarcone Representante del Banco Mundial y la Lic. Gloria de Calles Coordinadora de la Unidad Técnica de Emergencias y Desastres del Ministerio de Salud.

DESARROLLO DEL FORO

Para el desarrollo del FORO, se contó con la colaboración los ingenieros Mario Fredy Hernández y Ricardo Lagos Moncada, quienes colaboraron como moderador el primero y relator el segundo. Esta actividad se desarrolló los días martes 2 y miércoles 3 de octubre, en el marco de la SEMANA ASIA.

La asistencia al foro fue abierta a todas las universidades con programas de ingeniería y arquitectura.

Se tuvo la asistencia de 75 docentes de las siguientes universidades: UES, UCA, UNICAE, UGB, UNICAE, UNIVO, U. A. Einstein, Evangélica, Tecnológica, entre otras. Politécnica, UFG, Dr. J. Matías Delgado, UTLA, Centros Regionales Santa Ana, Sonsonate.

TEMAS ANALIZADOS:

- › Estado actual de la enseñanza de la matemática en El Salvador, impartida por Ing. Carlos Canjura.
- › Enfoque y abordaje en la enseñanza y el aprendizaje, impartida por Lic. Walter T. Rivas.
- › Aspectos adversos en la enseñanza de la matemática

ca en El Salvador, impartida por Ing. William Mendoza.

- › Estado actual de la enseñanza de la física en El Salvador, impartida por Lic. Américo Mejía.
- › Aspectos adversos en la enseñanza de la física en El Salvador, impartida por Ing. Edgar Rodríguez.

Luego de cada una de las exposiciones, los participantes analizaron la temática y surgieron temas de relevancia, que deberán analizarse un futuro FORO. Entre dichos temas destacan las siguientes:

1. Crear la red de docentes de matemática y física.
2. Incentivar el uso de las TIC en la enseñanza. ¿Las TIC son amigas o enemigas?
3. Innovar la curricula.
4. Utilizar las redes sociales como instrumentos para motivación al estudiante.

ASIA por su parte expuso que este es el primer paso y que en 2013, se deberá montar un segundo FORO para darle continuidad a las ideas analizadas e iniciar un proceso desde afuera de la Universidad, para la mejora continua de la enseñanza de la física y la matemática en la formación de los ingenieros y arquitectos de El Salvador.





AGRADECEMOS A LOS PROFESIONALES QUE COLABORARON EN LA ORGANIZACIÓN EL FORO:

ORGANIZACIÓN:

Ing. Mauricio Velasquez
Ing. Carlos Canjura
Ing. Francisco Marroquín
Ing. Mario Fredy Hernández
Ing. Ricardo Lagos Moncada

ORADORES:

Lic. Walter del Transito Rivas
Ing. Carlos Canjura
Ing. William Mendoza
Lic. Américo Mejía Boláñez
Ing. Edgar Rodríguez

CELEBRACIÓN DEL DÍA INTERAMERICANO DEL AGUA

ASIA y AIDIS, en conmemoración de la celebración de la semana del Ingeniero y el Arquitecto 2012 y en el marco del Día Interamericano del Agua realizarán una mesa redonda el viernes 5 de octubre del presente año, en la cual presentaron el “Anteproyecto de Ley General del Agua” disertación a cargo de la Licda. Silvia Hernández de Larios; Directora General del Ordenamiento, Evaluación y Cumplimiento del MARN.

Las palabras de bienvenida fueron expresadas por Inga. Manlia Romero Presidenta de AIDIS, al igual las palabras alusivas al evento por Ing. Eduardo Ortiz, en representación de OPS/OMS El Salvador.



Lo anterior si se ejecutan las recomendaciones indicadas en este informe. Además se deberán explorar otros aspectos que no se abordaron en el estudio; mediante futuras investigaciones, considerándose fundamental el resolver las limitaciones sobre la calidad de la información y mejorando el proceso de aplicación del protocolo PIEVC.

Debido a que 4% servicios, que se encuentren interconectados del alcantarillado pluvial al sanitario, colapsan el sistema (por lluvia de sobrecarga) se debe realizar un programa de identificación y reducción de interconexiones de servicios entre el AyA, el Ministerio de Salud y la Municipalidad de Limón.

El sistema de tratamiento de la Ciudad de Limón refleja una mayor capacidad de depuración del emisario

de lo esperado originalmente en las modelaciones, por lo que no existe riesgo de contaminación de las costas de Limón, tanto actualmente como futuro debido a cambio climático.

El tema de Gestión de Riesgo debe alcanzar el nivel de proyecto país, para asegurar un liderazgo y una participación conjunta de las instituciones responsables de la infraestructura y especialmente de las que generan datos de tipo climatológico.

Se recomienda continuar con las campañas de monitoreo por parte del Laboratorio Nacional de Aguas - AyA en la zona de descarga. Así como las inmersiones de inspección del emisario y sus componentes, además de aumentar el personal del equipo de buceo del AyA.

Referencias Bibliográficas

Canadian Council of Professional Engineers (2009) Public Infrastructure Engineering Vulnerability Committee. Canada: 76 pp.
Engineers Canada Proposal (2010) Knowledge development and capacity building project: engineering vulnerability assessment of infrastructure to climate change stage 1, Costa Rica. Canada, s.n. 8 p.
Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., (2008). Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
Universidad de Cantabria (2000). Resumen de los estudios realizados sobre el emisario submarino de Puerto Limón. España. 95 pp
Universidad de Costa Rica. Escuela de Geografía. (1999). Estudio de Impacto Ambiental del proyecto emisario submarino para la ciudad de Limón. San José, PROIGE. 241p

CONCLUSIONES DEL XXVII CONGRESO CENTROAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL: SALUD, AMBIENTE Y DESARROLLO DE LOS NUEVOS ESCENARIOS DE ADAPTABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

1. La gran mayoría de los fenómenos naturales que han afectado la Región Centroamericana en los últimos años se han originado con mayor frecuencia en la vertiente pacífico y no como era tradicional en la década de los años 80 que provenían del Océano Atlántico.
2. Centroamérica debe revisar y hacer modificaciones al modelo de desarrollo para reducir la presión que se ejerce sobre todos los recursos naturales como ser el suelo por la industria minera, al bosque y al agua.
3. La Región debe invertir más recursos en la investigación y en el desarrollo de capacidades de los recursos humanos del Sector Ambiental.
4. Los Países deben adoptar herramientas de gestión de riesgos sanitarios, tecnológicos, ambientales desde las fases de diseño, construcción y operación de sistemas de agua y saneamiento y de otras infraestructuras esenciales.
5. Impulsar y aplicar los lineamientos de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos para garantizar el desarrollo sostenible de la Región, desde un abordaje multi-

6. sectorial y multidisciplinario.
6. Se debe seguir promoviendo la aplicación de tecnologías apropiadas y sostenibles para el abastecimiento de agua potable, depuración de aguas residuales y manejo de residuos sólidos.
7. Los Países de la Región deben hacer un esfuerzo mayor para actualizar su marco legal para la protección de sus recursos naturales, y asignar los recursos financieros requeridos para contar con Instituciones fuertes que cumplan el Rol asignado por sus respectivas leyes.
8. Se reconoce la necesidad que el Derecho Humano al Agua se encuentre explícito en la Constitución de cada País Centroamericano.
9. Los Países deben asignar los recursos financieros y presupuestos para la realización de programas de conservación y protección de sus recursos naturales.
10. Se reconoce la necesidad que los proyectos de abastecimiento de agua potable deben ir a la par con proyectos de saneamiento y promoción de la higiene.

En la Tabla 7 se muestran los componentes de infraestructura que presentaron mayor riesgo, como se puede observar los parámetros climáticos que generan más problemas son lluvia de inundación lluvia de sobrecarga.

Tabla 7. Componentes de Mayor Riesgo

Parámetro Climático	Componente de Infraestructura	Riesgo				
		P _A	P _F	G	R _A	R _F
Lluvia de Inundación	Asis Esna	4	5	7	28	35
	Pacure 2	4	5	7	28	35
	Compuertas, Rejillas, Canal Parshall e Interconexión	4	5	7	28	35
Lluvia de Sobrecarga	Redes, Subcolectores, Colectores	6	7	5	30	35
	Mini estaciones terrestres	6	7	5	30	35
	Asis Esna	6	7	5	30	35
	Compuertas, Rejillas, Canal Parshall e Interconexión	6	7	5	30	35
Lluvia de Inundación	Redes, Subcolectores, Colectores	4	5	6	24	30
	Mini estaciones costeras	4	5	6	24	30
Lluvia de Sobrecarga	Mini estaciones costeras	6	7	4	24	28
	Pacure 1	6	7	4	24	28
	Pacure 2	6	7	4	24	28
	Tanque de cisterna	6	7	4	24	28
Lluvia de Inundación	Mini estaciones terrestres	4	5	5	20	25
	Pacure 1	4	5	5	20	25
	Tanque cisterna	4	5	5	20	25
	Estructura de Rebalse	4	5	5	20	25

Análisis de Ingeniería

Se realiza un análisis de ingeniería por parámetro climático, para las valoraciones de riesgo que se encuentran en el umbral intermedio (12 _ R _ 35), estimando las cargas (LT) que el clima, tanto actual como futuro, genera sobre la infraestructura. Debido a la naturaleza de la infraestructura a evaluar (sistema sanitario), para realizar el análisis se determinan las acciones en función del parámetro climático.

Par los componente de mayor riesgo (Tabla 7), el análisis de ingeniería se enfocó en disminuir las cargas generadas (LT) por los parámetros climáticos, en lugar que aumentar la capacidad (CT) de los componentes de infraestructura, puesto que la mayoría de problemas se dan debido a interconexiones indebidas (lluvia de sobre carga) o por mal funcio-

namiento del alcantarillado pluvial (lluvia de inundación), las cuales no son cargas para las cuales se diseñó el sistema.

Con base lo anterior, lo que se debe realizar es resolver el problema de raíz, en lugar de aumentar la capacidad del sistema. Para que la Razón de Vulnerabilidad (VR = LT / CT) sea mayor a la unidad y no se cuente con un Déficit de Capacidad (CD = LT – CT).

Conclusiones y recomendaciones

La vulnerabilidad al cambio climático del sistema analizado capacidad suficiente para resistir los efectos pronosticados del cambio climático para un período de análisis de 30 años.

CURSOS
PRE CONGRESO

Previo al desarrollo del XXVII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, se desarrollaron dos Cursos denominados “Pre-congreso”.

Los temas de los cursos fueron: “Gestión de Riesgos en Infraestructura Pública de Agua Potable, Saneamiento y Rellenos Sanitarios: Adaptabilidad de la infraestructura pública sanitaria de Centroamérica al cambio climático y otros riesgos” en la que participaron con sus ponencias los especialistas Carlos Pérez, Mauricio Martínez, Luis Mixco, Rodolfo Torres y Griselda Barrera de las áreas de Meteorología, Cambio Climático, Hidrología, Geología, Sismología y Gestión de Riesgos del Centro de Monitoreo y Amenazas del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El objetivo principal permitió introducir a los profesionales y participantes involucrados en la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de infraestructura pública de agua potable, saneamiento y rellenos sanitarios en la adaptabilidad al cambio climático y otros riesgos presentes en Centroamérica. Determinación en el índice de vulnerabilidad y planes de contingencia.

Este primer curso tuvo una dura-

ción de 20 horas hábiles y estaba dirigido a los profesionales en arquitectura, ingeniería y los sectores públicos y privados, así como personas de los sectores de planificación, comunicación, economía y derecho, entre otros relacionados con la temática de infraestructura sanitaria.

Durante el evento se abordaron los temas: inducción, marco legal de Centroamérica, vulnerabilidad, cambio climático, índice de vulnerabilidad, evaluación de riesgos, planes de contingencia, estudios de caso a nivel centroamericano.

Simultáneamente se realizó el “Seminario Centroamericano sobre la Gestión Integral de las Aguas Negras: ingeniería y sostenibilidad de la infraestructura para conducción y tratamiento de aguas negras” impartido por expertos nacionales e internacionales. El objetivo del seminario logró un enfoque integral de la recolección, tratamiento y disposición de las aguas negras ordinarias, comprendiendo los aspectos de las tecnologías de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la construcción de las obras sanitarias, el financiamiento de la ejecución de las obras, operación, mantenimiento, tarifas, subsidios, sosteni-

bilidad financiera y social.

Los profesionales de la ingeniería y arquitectura de los sectores públicos y privados, planificadores, médicos especializados en salud pública, comunicadores, economistas y estudiantes que se hicieron presentes durante el seminario recibieron durante la jornada que duró 20 horas, los temas relacionados con: marco legal en Centroamérica, normas y reglamentos, conceptos de ingeniería sanitaria, opciones de conducción y tratamiento de aguas negras, aspectos de la ingeniería, normativa e impacto ambiental, operación y mantenimiento de sistemas de conducción y tratamiento, finanzas, tarifas, subsidios, beneficios de la adecuada gestión de las aguas negras, economía de la gestión de las aguas negras.

Participaron como expositores los ingenieros Juan Guillermo Umaña, Flavio Meza, Roberto A. Argüello, Roberto E. Avelar, Ronald H. Campos, José Mario Sorto y Nicolas Coto de El Salvador, con la participación de R.Calvo de Costa Rica.

AGRADECIMIENTOS

XXVII CONGRESO CENTROAMERICANO INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL V CONGRESO NACIONAL INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

JUNTA DIRECTIVA AIDIS EL SALVADOR

Presidenta: Inga. Manlia Alicia Romero C.
Vicepresidente: Lic. Carlos Sosa
Secretaria: Inga. Débora Juárez
Tesorero: Ing. Mauricio Cartagena
Pro-Tesorero: Ing. René Colón
Vicepresidente Región II: Ing. Nicolás Coto V.

JUNTA DIRECTIVA ASIA

Presidente: Ing. Mauricio Isaías Velásquez Paz
Vicepresidente: Ing. Héctor Mauricio Garay
Secretario: Ing. Rolando Néstor España
Tesorero: Dr. Oscar Mauricio Barrios
Prosecretario: Ing. Alonso Saravia
Protesorero: Ing. Manuel de Jesús Galeas

COMITÉ ORGANIZADOR DEL CONGRESO

Ing. Roberto Arturo Argüello R. (Coordinador General)
Arq. Emilia Viera de Quintanilla
Arq. Rosario Cruz de Umaña
Ing. Juan Guillermo Umaña
Ing. Carlos Pastrana
Ing. Mario Hernán Pérez
Ing. Ricardo Lagos Moncada
Ing. Mauricio Cartagena
Ing. René Colón

COMITÉ DE RECONSTRUCCIÓN ASIA

Ing. Juan Guillermo Umaña
Ing. Roberto Ramírez Peñate
Ing. Alonso Saravia
Ing. Fredy Herrera Coello

COMITÉ DE REVISORES TRABAJOS TÉCNICOS

Ing. Manlia Alicia Romero (Coordinadora)
Inga. Ana Luisa Dueñas
Ing. José Mario Sorto
Inga. María del Carmen de Sermeño
Ing. Mauricio Cartagena
Ing. René Colón
Arq. Emilia de Quintanilla
Ing. Roberto Arturo Argüello R.

EXPOSITORES CURSO PRE- CONGRESO Y SEMINARIO CENTROAMERICANO

Ing. Roberto E. Avelar
Ing. Max Hernández
Ing. Ronald Hermes Campos G.
Ing. José Mario Sorto

Ing. Juan Guillermo Umaña
Inga. Manlia A. Romero
Ing. Roberto Arturo Argüello
Carlos Pérez
Mauricio Martínez
Luis Mixco
Rodolfo Torres
Grisel de Barrera

COMITÉ DE RELADORES Y MODERADORES

Ing. Carlos Pastrana (Coordinador)
Ing. Fidel Quintanilla
Arq. Luis Liévano
Ing. Jorge Palma
Ing. José Alilio Avendaño
Arq. Mario Francisco Peña
Ing. Luis Pineda
Inga. María del Carmen de Sermeño
Inga. Débora Raquel Juárez

PERSONAL ADMINISTRATIVO ASIA

Lic. Lois Vera Hernández
María Julia Quijano
Juan Ramón Valdez
Ana Raquel Acosta
Ester Guardado
José Alberto López
Santos Gilmer Sánchez
René Ricardo Cruz
Juan Carlos Rivera

COLABORACIONES INSTITUCIONALES

- Secretaría Técnica de la Presidencia
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
- Ministerio de Salud (MINSAL)
- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)
- Representación DE OPS/OMS en El Salvador
- FOCARD-APS-ALIANZA POR EL AGUA
- Nexos Hídricos - Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento- AECID

PATROCINADORES

Mexichen El Salvador
Gestión Integral de Desechos, S. A.
ACOINCI, DE R.L.
TELESIS
Revista Construir
Universidad Albert Einstein
DURMAN
Argüello Ingenieros, S. A de C.V
AMBIENTEC, S. A. DE C. V.
Asesorías Ambientales, S. A. de C. V.
Vivero San Andrés

Tabla 5. Escala de Gravedad (G)

Escala	Calificación de la gravedad de las consecuencias y efectos
0	Poco significativa o no se aplica
1	Cambio medible muy bajo / escaso
2	Cambio en la capacidad de servicio-Baja/poca/mínima
3	Pérdida parcial de ciertas capacidades
4	Pérdida moderada de cierta capacidad
5	Pérdida de capacidad y pérdida parcial de función
6	Pérdida de función considerable/crítica
7	Pérdida de activos extrema/continua

Luego de haber seleccionado todos los componentes de infraestructura que se desean analizar mediante el protocolo (Tabla 4), se deben definir las clasificaciones que se le darán a cada uno de los valores de la escala de gravedad, como se muestra en la Tabla 5. Ante una interacción entre un parámetro climático y un componente de infraestructura, el valor de la gravedad es constante tanto para escenario actual como con cambio climático.

Cálculo de Riesgo

Siguiendo el procedimiento indicado por el Protocolo PIE-VC se presentan las etapas que comprenden el cálculo de riesgo (Etapas 3 del Protocolo):

- El equipo de trabajo selecciona los componentes de la infraestructura que está siendo analizada.
- Se analiza con criterio experto la existencia o no de interacciones entre parámetros climáticos y las cargas generadas sobre los componentes de las in-fraestructura.
- Se consigna un sí o no dependiendo de que exista o no interacción, que determine o no la necesidad de una evaluación adicional.
- Se asigna el valor de la probabilidad de ocurrencia del

evento (P) según se indica en la Tablas 2 y 3.
v. Se asigna el valor de la gravedad (G) de la carga originada por el parámetro estudiado sobre el componente de infraestructura que está siendo analizado según se indica en la Tabla 5.
vi. Se calcula el riesgo (R) a partir de el uso de la ecuación. (1)

$$R = P \times G \quad (1)$$

Los umbrales de tolerancia al riesgo se definieron tal y como se muestra en la Tabla 6 y se basaron en provistos en el protocolo PIEVC.

Tabla 6. Umbrales de Tolerancia al Riesgo

Umbrales de Riesgo			Actual	Futuro
<12	Riesgo Bajo	Se descarta para análisis posterior	97	84
12-35	Riesgo Medio	Se conserva para análisis posterior	41	54
>36	Riesgo Alto	Ir directamente a recomendaciones	0	0
Total			138	

Escenario actual se tiene que 97 (70.3%) de las interacciones tienen riesgo bajo y 41 (29.7%) tienen riesgo medio.

Escenario futuro, con cambio climático, disminuyen las interacciones que tenían riesgo bajo, ya que 13 de ellas pasan a tener riesgo medio, puesto que aumentan a 54 las interacciones que tendrán riesgo medio en escenario futuro.

Como se puede observar en los mapas de calor (Figura 4), los niveles de riesgo en la infraestructura aumentan con el efecto del cambio climático, generando que muchos componentes se encuentren muy cerca de riesgo altos que requieran intervenciones inmediatas.

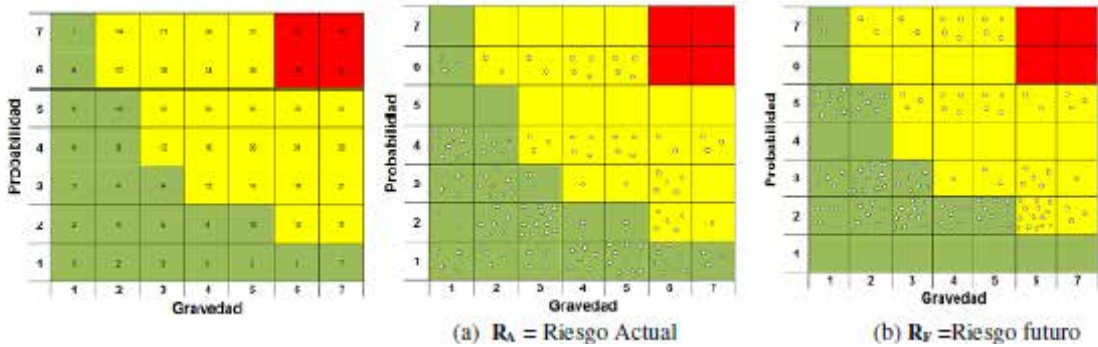


Figura 4. Mapas de calos con la valoración Riesgos Actual y Futura

Estación de Preacondicionamiento (EPA)	Estructura de Rebalse
	Panel de control
	Planta eléctrica
	Muro Protección contra Oleajes
Emisario Submarino	Tuberías
	Difusores
	Válvula de cierre
	Anclajes
Personal	En el sistema de recolección de aguas residuales
	En el EPA
	En emisario submarino
Equipos de Comunicación	Teléfonos de la EPA
	Telemetría
	Radio
	Mensajería de texto por internet

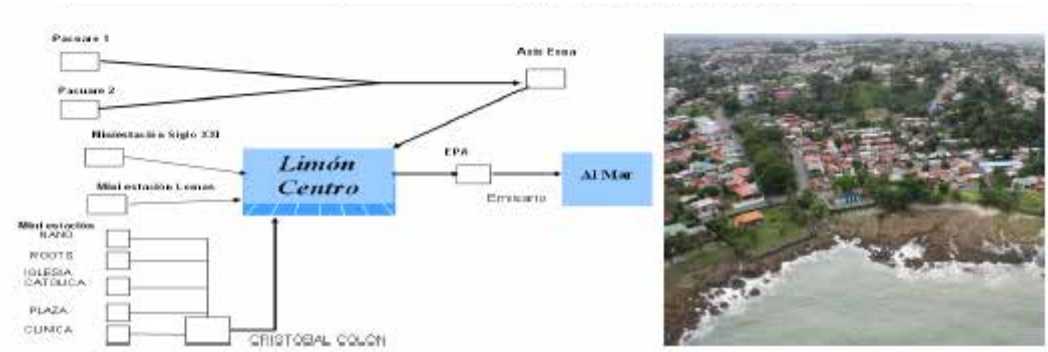


Figura 2. Esquema de bombeo del sistema de recolección de aguas residuales

En la Figura 2 se muestra el esquema de bombeo del sistema de recolección de aguas residuales de la ciudad de Limón, el cual como se puede observar dirige toda la recolección de aguas residuales a la estación de pre-acondicionamiento, donde se realiza un tratamiento previo al agua antes de ser vertida al mar por medio del emisario submarino (Figura 3), en el cual se termina de realizar el tratamiento al agua residual, por medio de dilución y dispersión en el fondo marino.



Figura 3. Personal de trabajo en el fondo marino del Emisario Submarino

XXVII CONGRESO CENTROAMERICANO INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

V CONGRESO NACIONAL INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



Ambos eventos se realizaron los días lunes 26 al viernes 30 de marzo del año 2012, en las instalaciones de la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos-ASIA, el “XXVII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental en El Salvador”, así como el “V Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental”, con el objetivo de reunir a expertos Centroamericanos y de otras regiones, en la temática de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental y otras afines.

El evento contó con la participación de funcionarios gubernamentales, agencias de cooperación, consultores, prestadores de servicios y tecnologías, estudiantes, académicos y sociedad en general del país, que compartieron activamente en las diferentes charlas, conferencias y eventos en el marco de este importante evento.

Asimismo, se desarrolló un Curso Pre-congreso denominado “Gestión de Riesgos en Infraestructura Pública de Agua Potable, Saneamiento y Rellenos Sanitarios: Adaptabilidad de la infraestructura pública sanitaria de Centroamérica al cambio climático y otros riesgos” en la que participaron con sus ponencias los especialistas Carlos Pérez, Mauricio Martínez, Luis Mixco, Rodolfo Torres y Griselda Barrera de las áreas de Meteorología, Cambio Climático, Hidrología, Geología, Sismología y Gestión de Riesgos del Centro de Monitoreo y Amenazas del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Se realizó el “Seminario Centroamericano sobre la Gestión Integral de las Aguas Negras”, ambos fueron impartidos por expertos nacionales e internacionales, el objetivo de éstos es el fortalecimiento de los profesionales del sector, tanto a nivel público como privado.

El Congreso fue inaugurado por el Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ing. Herman Rosa Chávez; el presidente de AIDIS Interamericana, Dr. Rafael Dautant; el presidente electo de AIDIS Interamericana, Ing. Jorge Triana; el Vicepresidente de AIDIS Región II, Ing. Nicolás Coto; el presidente de la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA), Ing. Mauricio Velásquez Paz y la Presidenta de la Asociación Salvadoreña de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS EL SALVADOR), Inga. Manlia Romero. La conferencia inaugural, estuvo a cargo del Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, titulada “Efectos del Cambio Climático y su Incidencia en el Desarrollo de Centroamérica”, la cual recalcó los efectos que está sufriendo la región centroamericana, especialmente en el régimen de lluvias.

En el marco del Congreso Centroamericano también se realizaron Charlas Magistrales, impartidas por expertos nacionales y funcionarios del gabinete de go-

bierno, entre las que se destacan:

- “Adaptación al Cambio Climático de los Recursos Hídricos en el Marco de Estrategia Regional de Cambio Climático de los Países del SICA”, por Licenciado. Raúl Artiga Colato, de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo-CCAD
- “Política y Legislación del Agua en El Salvador”, por el Lic. Alfonso Goitia, representante de la Secretaría Técnica de la Presidencia de la República de El Salvador.
- “Programa Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos en El Salvador” a cargo de la Lic. Lina Pohl, Viceministra de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Una mención especial merece el Lanzamiento Oficial de la Página Web de nexos hídricos por FO-CARD-APS/AECID, por el Ing. Nicolás Coto, Director Ejecutivo de esa institución. Gracias a la participación de este grupo de expertos y especialistas se generaron las discusiones sobre programas que pueden aplicarse a la región, proyectos y opciones de desarrollo, temas con carácter de investigación tecnológica y propuestas de incidencia en la política Nacional y Centroamericana, que apoyen el desarrollo sostenible de las sociedades, a través de la búsqueda de soluciones pragmáticas que sean apoyadas por los dirigentes políticos de cada región, y en particular, acercando estas propuestas al más alto nivel, que permita un cambio en la toma de decisiones.

Se incluyó dentro del programa la presentación de una Charla Técnica ejecutada por el ingeniero Juan Urrutia, Gerente Técnico de Mexichem de El Salvador; la charla se denominaba “Rehabilitación de Tuberías sin apertura de zanja, la experiencia de la autoridad de Agua y Saneamiento de Colombia”. Como evento simultáneo se realizó la Expo Ambiente 2012, con la participación de las Instituciones Gubernamentales y empresas relacionadas a estos temas.

La información meteorológica así como la descripción climática se obtuvo por parte del IMN, tanto de la Base de Datos de la Estación Limón 81-003, así como de literatura publicada por el IMN. La información de rayería se obtuvo del Instituto Costarricense de Electricidad. La información de oleaje se obtuvo de las simulaciones del

modelo WAVEWATCH III de la NOAA. Las proyecciones climáticas futuras fueron analizadas mediante los resultados de los modelos climáticos realizados mediante el modelo de reducción de escala dinámico, por medio del modelo regional PRECIS. Este es un modelo tiene una alta resolución espacial y temporal de 50 km y anual.

Tabla 3. Probabilidades de los parámetros climáticos para clima actual (P_a) y futuro (P_f)

Parámetro		Período de registro	Umbral	Frecuencia	Probabilidad
					Actual
Recurrente	Recurrente	1970-2010	≥30°C	54.3%	4
	Oleaje	2000-Sep 2010	2-3 m	3.7%	1
	Brisa marina	1970-1997	2-7 m/s NE-E	13.3%	2
	Descargas atmosféricas	2005-Jul 2010	Evento radio 5km	9.2%	2
Extremo	Lluvia de inundación	1941-2009	≥213.6mm en 24hr	0.31	4
	Lluvia de sobrecarga	1941-2009	≥64.9mm en 24hr	9.94	6
	Huracán	1970-2005	Eventos Caribe CR	0.06	1
	Viento	1970-1997	10 m/s NE-E	0.15	3

Componentes de infraestructura

Para el análisis de vulnerabilidad de la infraestructura al cambio climático del sistema de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales, de la ciudad de Limón, se seleccionaron 32 componentes de infraestructura, los cuales se separaron en 6 grupos, tal y como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Componentes de Infraestructura

Componentes de Infraestructura		
Sistema de Recolección del Alcantarillado Sanitario	Conexión	Sifones, Acometidas
	Transporte	Redes, Subcolectores, Colectores
	Inspección	Pozos de registro
Estaciones de Bombeo	Mini estaciones costeras	Clínica, Plaza, Iglesia, Católica, Nano. Roots
		Lomas, Siglo XXI
	Mini estaciones terrestres	Asis Esna
		Cristobal Colón
	Estaciones Sumergibles	Pascuare 1
		Pascuare 2
Estación de Preacondicionamiento (EPA)	Edificio	
	Sistema ventilación	
	Compuertas, Rejillas, Canal Parshall, Canal Interconexión	
	Militamices	
	Tornillo sin fin, Canastas, Sistema de izaje Transporte	
	Tanque cisterna	
	Bombas	
	Accesorios de la línea de bombeo	

Protocolo PIEVC y Metodología de Análisis

El Protocolo consiste en un proceso paso a paso, diseñado para conducir estudios ingenieriles de vulnerabilidad en infraestructura debido a los efectos esperados como consecuencia del cambio climático; permitiendo identificar las interacciones más relevantes entre clima e infraestructura, en el diseño, la construcción y la gestión de infraestructura ya existentes; con el fin de que se tomen las medidas necesarias para incorporar la adaptación al cambio climático.

El Protocolo consiste en desarrollar las siguientes 5 etapas:

- Etapa 1 – Definición del proyecto,
- Etapa 2 – Obtención y análisis de la suficiencia de los datos,
- Etapa 3 – Evaluación de Riesgo.
- Etapa 4 – Estudio Técnico.
- Etapa 5 – Recomendaciones.

El Protocolo exige que el profesional identifique los ele-

mentos de la infraestructura que serán sensibles a los cambios bajo ciertos parámetros climáticos. El profesional deberá evaluar esta sensibilidad en el contexto de las expectativas en materia de rendimiento y de otras exigencias impuestas a la infraestructura. El rendimiento de la infraestructura puede verse influenciado por una serie de factores.

El profesional debe realizar una evaluación del riesgo de la vulnerabilidad de la infraestructura debido al cambio climático. Las interacciones identificadas, entre los parámetros climáticos y los componentes de infraestructura, serán evaluadas basadas en el criterio profesional del equipo de evaluación. La evaluación del riesgo servirá para identificar las áreas de mayor preocupación.

Parámetros Climáticos

Los parámetros climáticos que se han seleccionado se tipificaron dependiendo de la naturaleza de ocurrencia de los mismos, y para analizar como las cargas que se generan y puedan afectar y poner en riesgo la infraestructura. Los parámetros climáticos se separaron en Recurrentes y Extremos. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Tipificación de eventos según su ocurrencia.

Tipo de parámetro	Descripción	Parámetro Climático
Recurrente	En este caso el efecto de la carga sobre los componentes de la infraestructura analizada, depende más de la persistencia del mismo que de la ocurrencia del evento en un año dado.	Altas temperaturas Oleaje Brisa marina Rayería
Extremo	En este caso el efecto de la carga sobre los componentes de la infraestructura analizada, depende de un evento de tipo extremo o extraordinario en un año dado.	Lluvia de inundación Lluvia de sobrecarga Huracán Viento (velocidad y dirección)

Para los parámetros de tipo extremo se tiene un período de retorno más amplio y por lo tanto están más asociados a las cargas de diseño de la infraestructura a evaluar.

Tabla 2. Escala de probabilidad para eventos recurrentes y extremos (P)

Escala de probabilidad	Términos descriptivos	Evento	
		Recurrente	Extremo
0	Poco significativo o no se aplica	<0.1	0
1	Improbable / muy poco probable	5%	>0 a 0.05
2	Remota	20%	0.05 a 0.1
3	Ocasional	35%	0.1 a 0.25
4	Moderada / Posible	50%	0.25 a 0.75
5	A menudo	65%	0.75 a 1.25
6	Probable	80%	1.25 a 2
7	Con certeza / muy probable	>95%	>2

MIÉRCOLES 28	
8:30 a 9:30 am	R E G I S T R O E I N S C R I P C I Ó N A C O N G R E S O
9:30 am a 10:00 am	
Panel-Foro	
10:00 a 10:30 am	
10:30 a 11:00 am	
11:00 a 11:30 am	
11:30 a 12:00 pm	
12:00 a 12:30 pm	
12:30 a 1:30 pm	
2:00 pm a 3:00 pm	
Panel-Foro	
3:00 pm a 3:30 pm	
3:30 pm a 4:00 pm	
4:00 pm a 4:30 pm	
4:30 pm a 5:00 pm	
5:00 pm a 5:30 pm	
5:30 pm a 6:00 pm	
6:00 a 6:30 pm	
6:30 a 7:00 pm	
7:00 a 7:30 pm	Inauguración del XXVII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
7:30 a 8:00 pm	
8:00 a 9:00 pm	Recorrido por Expo-Ambiente y Tecnología 2012
	Coctel de Bienvenida

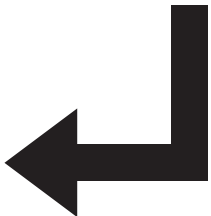
PROGRAMA DEL CONGRESO

	Jueves 29			
8:30 a 9:30 am	La Adaptación al Cambio Climático de los Recursos Hídricos en el Marco de la Estrategia Regional de Cambio Climático de los Países del SICA (CCAD)			
	Raúl Artiga		El Salvador Auditorium	
9:30 am a 10:00 am	REFRIGERIO			
Panel-Foro	Ronda 1: AUDITORIUM		Ronda 1: AULA 1	
	AGUA POTABLE		CALIDAD DE AGUA	
	Moderador y Relator:		Moderador y Relator:	
10:00 a 10:30 am	Análisis de la Factibilidad Técnica de la Tecnología Emergente Hidratos de Gas para la Desalinización de Agua Marina y su Aplicación en México		Validación de un Método Analítico para Determinar Diclofenaco en Agua por Cromatografía Gases-Espectrometría de Masas (GC-MS) y Cromatografía Líquida De Alta Resolución (HPLC)	
	Monica Antonio	México	Marta Aviles Flores	México
10:30 a 11:00 am	Comparación de Dos Coagulantes con el Fin de Mejorar el Rendimiento de Plantas Potabilizadoras Comunitarias en Honduras		Caracterización de la Captación de Agua de Lluvia, una Acción Necesaria y Sustentable para La Ciudad de México	
	Daniel Worthington Smith	Honduras	Beatriz Garcia	México
11:00 a 11:30 am			Resultados del Catastro de Vertidos del Río Acelhuate	
	0	0	Guillermo Umaña	El Salvador
11:30 a 12:00 pm	Caracterização Química E Mineralógica Da Incrustação Em Tubulação E Simulação De Cenários De Perda De Energia Em Setor Da Rede De Abastecimento		Desarrollo y Validación del Método para la Determinación de Acido Clofibrico por Cromatografía de Gases Masas	
	Rodrigo Braga Moruzzi	Brasil	Manuel Sanchez Zarza	México
12:00 a 12:30 pm	Panel-Foro		Panel-Foro	
12:30 a 1:30 pm	ALMUERZO			
2:00 pm a 3:00 pm	Conferencia Magistral: Política y Legislación del Agua en El Salvador			
	Secretaría Técnica de la Presidencia de la República		El Salvador	Auditorium
Panel-Foro	Ronda 2: AUDITORIUM		Ronda 2: AULA 1	
	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	
	Moderador y Relator:		Moderador y Relator:	
3:00 pm a 3:30 pm	Proyecto Demostrativo de Saneamiento Ecológico Aldea La Cuesta M.D.C.		Efectos en las Aguas Subterráneas del Levantamiento Epirogénico de las Montañas de la Parte Norte de El Salvador durante el Mioceno Superior-Plioceno Inferior	
	Oscar Eduardo Garcia Toro	Honduras	Walter Hernández	El Salvador



Jueves 29				
3:30 pm a 4:00 pm	Efectos de la Aplicación de Altas Cargas Orgánicas en Sistemas de Lodos Activados		Análisis del Impacto del Cambio en el Uso de Suelo sobre Procesos Hidrológicos en Microcuencas de Montaña de la Región Trifinio. Caso de Estudio Microcuenca Marroquín, Honduras	
	Maria Cristina Nájera Flores	México	Max Hernandez	El Salvador
4:00 pm a 4:30 pm	REFRIGERIO			
4:30 pm a 5:00 pm	Avaliação Do Uso De Biorreator À Membrana E Wetlands Construídos Na Remoção De Nutrientes		Medición del Impacto Ambiental de una Escuela Pública	
	Marcelo Zawadzki Bueno	Brasil	Manfred Fehr	Brasil
5:00 pm a 5:30 pm	Implementation of a Stacked Rapid-sand Filtration Process at the Municipal Water Treatment Plant in Támara, Francisco Morazán, Honduras		Diagnostico de la Situación Actual de Rastros Municipales en El Salvador y Propuesta de Mejoramiento	
	Jeffrey Will	Honduras	Milagro Castro	El Salvador
5:30 pm a 6:00 pm	Panel-Foro		Panel-Foro	
6:00 a 6:30 pm	ALMUERZO			
6:30 a 7:00 pm	CHARLA TÉCNICA: "Rehabilitación de Tuberías Existentes Sin Apertura de Zanja, la Experiencia de la Autoridad de Agua y Saneamiento de Colombia"			
7:00 a 7:30 pm	Juan Urrutia		Gerente Técnico de Mexichem El Salvador	
7:30 a 8:00 pm	Coctel Patrocinado por Mexichem El Salvador			
8:00 a 9:00 pm				

	Viernes 30			
8:30 a 9:30 am	Lanzamiento Oficial de la Página Web de Nexos Hídricos . FOCARD-Alianza por el Agua/AECID			
	Jecutivo FOCARD-APS) y Monica Vasquez (Alia	El Salvador	Auditorium	
9:30 am a 10:00 am	REFRIGERIO			
Panel-Foro	Ronda 3: AUDITORIUM		Ronda 3: AULA 1	
	AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO		DESECHOS SÓLIDOS	
	Moderador y Relator:		Moderador y Relator:	
10:00 a 10:30 am	Tratamiento de Aguas Negras y Grises a través de Fosa Séptica		Análisis de Aprovechabilidad del Lixiviado de un Relleno Sanitario de una Ciudad Intermedia en Colombia	
	Vivian Saade	El Salvador	José Alejandro Martínez Sepúlveda	Colombia
10:30 a 11:00 am	Evaluación de la Calidad Microbiológica del Agua de la Fuente de Origen al Domicilio en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo		La Gestión de Sitios Contaminados con Base en Evaluaciones de Riesgo Ambiental: Experiencia en México	
	Rosa Maria Leal Bautista	México	Rosa María Flores Serrano	México
11:00 a 11:30 am	Estimación del Factor de Demanda Diario de la Ciudad de Jaco, en el Pacífico Central de Costa Rica		Sistema de Gestión Integral de Residuos de Equipos Electrónicos	
	José Pablo Bonilla Valverde	Costa Rica	Kathy Castro	El Salvador
11:30 a 12:00 pm	Políticas Públicas y Derecho Humano al Agua		Manejo de Desechos Sólidos, Bioinfecciosos y Producción de Energía Eléctrica a partir del Biogás	
	Rodolfo Lizano	Costa Rica	Mauricio Arrieta	El Salvador
12:00 a 12:30 pm	Panel-Foro		Panel-Foro	



emisario -10 años). El objetivo principal de este estudio fue el de realizar el estudio de riesgo del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Limón (Costa Rica) ante Cambio climático a partir de la selección de los parámetros que describen el clima y los eventos meteorológicos que caracterizan a la zona geográfica donde se ubica esta infraestructura. Este análisis brindó, como resultado, la priorización de acciones a llevar a cabo por parte de la entidad administradora de la infraestructura (AyA), tomando en consideración los riesgos debido a los efectos del cambio climático (naturaleza e intensidad de los eventos).

El análisis fue realizado mediante la utilización del Protocolo de Ingeniería PIEVC, Versión 9 de abril de 2009. El proyecto se llevó a cabo a lo largo del periodo de agosto de 2010 a marzo de 2011 y contemplo los efectos de cambio climático hasta el año 2040.

Este proyecto involucró a un equipo multidisciplinario compuesto por 13 profesionales en ingeniería y meteorología.

El IMN brindó el apoyo relacionado con información meteorológica, análisis, modelado y proyección del comportamiento climático. El AyA, dado que para este proyecto fungió como diseñador original de proyecto, dueño y administrador actual del sistema, brindó apoyo en términos técnicos ingenieriles de diseño y específicos de la operación del mismo. La implementación local del Protocolo de Ingeniería PIEVC y la coordinación general de proyecto estuvo a cargo del CFIA y. Ingenieros Canadá fungió como consultor externo, experto en la utilización del Protocolo y asesor en aspectos de interpretación meteorológica.

En virtud del análisis de riesgo que se realizó para el sistema de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales de la ciudad de Limón, se determinó que éste cuenta con capacidad suficiente para resistir los efectos pronosticados del cambio climático para un periodo de análisis de 30 años.

Palabras clave

Cambio Climático, Alcantarillado Sanitario, Vulnerabilidad.

Introducción

El impacto de los desastres se ha incrementado considerablemente en las últimas décadas según señalan las estadísticas mundiales. En los países de menor desarrollo, la atención de los desastres se ha centrado en reconstruir la infraestructura dañada, en muchos casos construyendo las obras de reposición en los mismos sitios y con las mismas condiciones antecedentes al desastre, dando paso a ciclos reiterados de daños a las mismas; en lo que se ha denominado popularmente como la reconstrucción de la vulnerabilidad.

Respecto al cambio climático, en Costa Rica se cuenta con un trabajo intenso y una amplia divulgación de los efectos esperados a causa del calentamiento global, a partir de estudios desarrollados por el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), por medio del Instituto Meteorológico Nacional (IMN); pero se ha carecido de abordajes que permitan entender adecuadamente los mecanismos de interacción entre los cambios en el clima y las posibles afectaciones a la infraestructura nacional.

El Protocolo PIEVC (Public Infrastructure Engineering Vulnerability Committee, www.pievc.ca) ha demostrado ser un instrumento adecuado para contar con conocimiento sobre las implicaciones del cambio climático sobre diversos tipos de infraestructura civil pública; de manera que en este caso es una oportunidad para avanzar en el sector de agua potable y saneamiento. Sin dejar de expresar la necesidad de que sea aplicado a otras infraestructuras del sector y de otros sectores de la economía nacional.

Área de estudio

La Figura 1 muestra la zona de estudio del proyecto, ubicado en la Costa Caribe de Costa Rica. La infraestructura objeto del estudio es el sistema recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales de la ciudad de Limón compuesto por: la red de recolección de aguas residuales y estaciones de bombeo, la estación de preacondicionamiento (EPA) y el emisario submarino.



Figura 1. Área de estudio localizada en la Región del Caribe de Costa Rica.

Conclusiones

Una de las mayores limitantes de SWAT es la difícil calibración debido a la cantidad de procesos que considera esto también permite ajustar una salida final, como caudales, sin que exista necesariamente una correcta representación de procesos intermedios por lo que además del requerimiento de datos para su validación siempre se debe tener en cuenta que las funciones de transferencia utilizadas para calcular el crecimiento de cultivos y labores de manejo pueden llegar a afectar la calidad de las simulaciones por lo que siempre es necesario recurrir a criterios de expertos y efectuar análisis de sensibilidad. A pesar que uno de los factores determinantes en la

exactitud del AVSWAT son los datos metereológicos y a pesar de no contar con todos los datos necesarios para la simulación habiendo simulado todos los parámetros a acepción de la precipitación, se obtuvieron resultados muy satisfactorios. Tanto caudales como coeficientes de escorrentía están dentro del rango medido en el campo y muestran las mismas tendencias que las otras metodologías utilizadas para estimar el impacto de los modelos sobre estos dos procesos. Los modelos hidrológicos respaldados con suficientes datos de capo para validar las simulaciones presentan una herramienta muy útil en la toma de decisiones.

¹ Universidad de El Salvador, sede Santa Ana.
² Universidad de El Salvador, sede Santa Ana.
³ Universidad de El Salvador, sede Santa Ana.
⁴ GOPA – Programa Bosques y Agua/giz

⁵ GOPA – Programa Bosques y Agua/giz
⁶ Profesor titular de la Universidad de El Salvador, sede en Santa Ana

Referencias Bibliográficas

Arnold, J.G.R., Williams, R. Srinivasan and K. King 1999. Soil and Water Assessment Tool. USDA-ARS and the Texas A&M University Agricultural Experimental Station, Temple, Texas. 98 p.
Musálem S. M. A. 2001.Sistemas agrosilvopastoriles.Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales.120 p.
Rafaela R. 2008 Metodología para valorar la oferta de servicios ecosistémicos asociados al agua de consumo humano, Copán Ruinas, Honduras, en Serie técnica. Informe técnico no. 362
Silva, O. 2004. El modelos SWAT en una cuenca pequeña de altas pendientes: simulación dela producción de agua, Agronomía Trop USDA-ARS-BRC. 2002. SWAT: Soil and Water Assesment Tool. <http://www.brc.tamus.edu/swat>

Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura al Cambio Climático de Sistema de Recolección, Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales, de la Ciudad de Limón, Costa Rica

Engineering Vulnerability Assessment of Infrastructure to Climate Change, Sewage Collectionand Treatment System, Limón, Costa Rica

Hernán Villalobos Slon ¹
Luis Carlos Vargas Fallas ²
Alejandro Rodríguez Vindas ³

Dirección de contacto: Ruta 104 cruce ruta 39 – Pavas, San José – Código Postal 1097-1200, Pavas
Tel:(506)2242-5379 – Fax:(506) 2242-5227
e-mail: hvillalobos@aya.go.cr

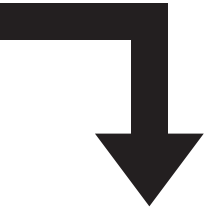
Resumen

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de Costa Rica (AyA), el Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN) y el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA) desarrollaron, con la guía de Ingenieros Canadá, un análisis de la vulnerabilidad al cambio climático del Emisario Submarino de la ciudad de Limón, Costa Rica. El análisis, realizado por medio de la aplicación del Protocolo para la Determina-

ción de Vulnerabilidad en Infraestructura (por sus siglas en inglés PIEVC), integró el sistema de colectores sanitarios, sistemas de bombeo, planta de pre-acondicionamiento de aguas residuales y el sistema de descarga controlada al mar (emisario submarino). La infraestructura analizada se encuentra ubicada en la zona Caribe de Costa Rica, brinda servicio al casco central de la ciudad de Limón y tiene alrededor entre 10 y 20 años de haber sido construida (colector - 20 años,

Viernes 30

12:30 a 1:30 pm	REFRIGERIO		
2:00 pm a 3:00 pm	Conferencia Magistral: Programa Nacional para el Manejo de Desechos Solidos		
	del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos I	El Salvador	Auditorium
Panel-Foro	Ronda 4: AUDITORIUM	Ronda 4: AULA 1	
	CALIDAD DE AGUA	ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	
	Moderador y Relator:	Moderador y Relator:	
3:00 pm a 3:30 pm	Plantas con Potencial para la Limpieza de Aguas Contaminadas en el Estado de Yucatán, México	Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático	
	Jose Flores	México	Julio Rubio
			El Salvador
3:30 pm a 4:00 pm	Modelagem Matemática Aplicada À Avaliação Da Qualidade Das Águas Superficiais Na Bacia Do Córrego Da Água Branca, Itirapina, Sp – Parte I: Cargas Difusas	Análisis de Vulnerabilidad de la Infraestructura al Cambio Climático del Sistema de Recolección, Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales, de la Ciudad de Limón, Costa Rica	
	Fabiano Tomazini da Conceição	Brasil	Hernán Villalobos Slon
			Costa Rica
4:00 pm a 4:30 pm	ALMUERZO		
4:30 pm a 5:00 pm	Modelagem Matemática Aplicada À Avaliação Da Qualidade Das Águas Superficiais Na Bacia Do Córrego Da Água Branca, Itirapina, Sp – Parte II: Autodepuração	Desarrollo Geotermico, Cambio Climatico y Beneficios del MDL en El Salvador	
	Rodrigo Braga Moruzzi	Brasil	Luis Franco
			El Salvador
5:00 pm a 5:30 pm	Tratamiento de Aguas Residuales en Mataderos: Proyecto Nuevo CARNIC	Programa Desecho Cero de la Alcaldía Municipal de Santa Tecla	
	Ronald Calvo	Costa Rica	Victor Ramirez
			El Salvador
5:30 pm a 6:00 pm	Panel-Foro	Panel-Foro	
6:00 a 6:30 pm	RECESO		
6:30 a 7:00 pm	Plenaria para Conclusiones del XXVII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
7:00 a 7:30 pm	Clausura del XXVII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental		
7:30 a 8:00 pm	CENA		
8:00 a 9:00 pm			



Sabado 31

8:30 a 9:30 am	V i s i t a T é c n i c a	V i s i t a T é c n i c a
9:30 am a 10:00 am		
Panel-Foro		
10:00 a 10:30 am		
10:30 a 11:00 am		
11:00 a 11:30 am		
11:30 a 12:00 pm		
12:00 a 12:30 pm		

LA ORGANIZACIÓN DEL EVENTO:

Reseña Histórica de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria-AIDIS

La Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental es una sociedad civil técnico-científica, sin fines de lucro. Congrega las principales instituciones de profesionales y estudiantes de las tres Américas que se dedican a la preservación ambiental, a la salud y al saneamiento. Fue creada en 1946 en Caracas, Venezuela.

Su fundación fue el 14 de abril de 1948 durante el Primer Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria celebrado en Chile, y representó un marco importante para el sector. Desde su fundación AIDIS trabaja en estrecha cooperación con la OPS/OMS.

Como un dato curioso: AIDIS fue creada siete días después de la fundación de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Desde entonces, mantiene una amplia colaboración con esta entidad, lo que garantiza el reconocimiento y representación en las asambleas y comités ejecutivos tanto en la OMS como en la Organización Panamericana de Salud (OPS).

El Primer Congreso Interamericano se realizó en Santiago de Chile, lugar donde fue fundada. Y celebró sus 60 años en el año 2008, realizando nuevamente en Santiago de Chile su XXXI Congreso Interamericano y el I Forum Latinoamericano de Empresas de Agua y Alcantarillado. La asociación contempla 32 países de América y del Caribe y, actualmente posee 32 mil asociados en sus 24 Secciones Nacionales.

La sede de AIDIS está ubicada en São Paulo y es denominada Abel Wolman, desde donde se coordinan las principales actividades que son:

- Crear conciencia sobre los problemas ambientales, de salud y de saneamiento básico, proponiendo alternativas y soluciones;
- Mantener un estrecho contacto con los Gobiernos de cada uno de los países del área, con el fin de buscar la ejecución de planes concretos de acción que en el tiempo logren abatir, en lo posible, los rezagos en materia de salud, ambiente y saneamiento;
- Ser una institución que ofrezca eventos de actualiza-

ción profesional sobre los temas inherentes a la Asociación, estableciendo permanentemente alianzas estratégicas con Universidades e Institutos de Educación;

- Mantener lazos estrechos con Instituciones de Apoyo, que permitan obtener recursos para consolidar acciones de los Capítulos Nacionales.

AIDIS Interamericana, está compuesta de 24 Secciones Nacionales agrupadas en 4 regiones:

- REGION I: Canadá, Caribbean Water and Wastewater Association, Cuba, Haití, México, Puerto Rico, República Dominicana y USA
- REGION II: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá
- REGION III: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela
- REGION IV: Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay

Las Divisiones Técnicas de AIDIS corresponden a los asuntos técnicos y temáticos de AIDIS.

Actualmente están activas las siguientes Divisiones:

DIAGUA-División de Agua Potable
http://www.aidis.org.br/span/htm/sa_divtec_dicsa.html

DICSA-División de Coordinación de Salud Ambiental

DIEDE-División de Salud en Emergencias y Desastres
http://www.aidis.org.br/span/htm/sa_divtec_diga.html

DIGA-División de Gestión Ambiental
http://www.aidis.org.br/span/htm/sa_divtec_dirsa.html

DIRSA-División de Residuos Sólidos

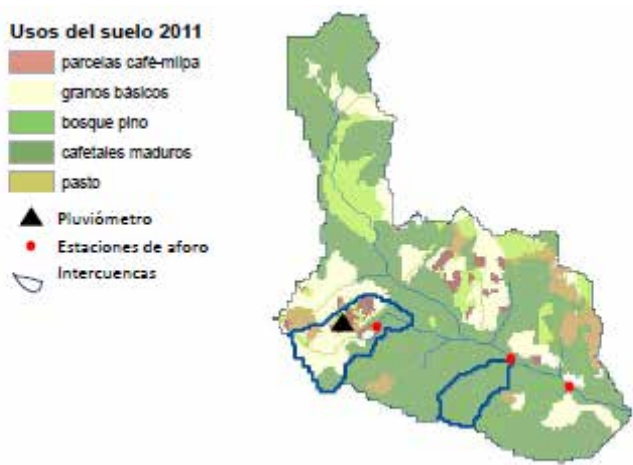


Figura 3: Uso del suelo en la zona de estudio en la microcuenca Marroquín, estaciones de aforo y las intercuenas El Barrancón (arriba) y El Escondido (abajo).

En la intercuenca el Barrancón, además de caudales simulados, se validó el coeficiente de escorrentía simulado por SWAT con el coeficiente de escorrentía obtenido de estudios de hidrogramas unitarios (ver Figura 4) y datos obtenidos de las parcelas de monitoreo de escorrentía directa. En base al hidrograma unitario se obtiene un coeficiente de escorrentía de 8.4% mientras SWAT simula un coeficiente levemente menor de 7.35% para los eventos de precipitación mostrados en la Figura 4.

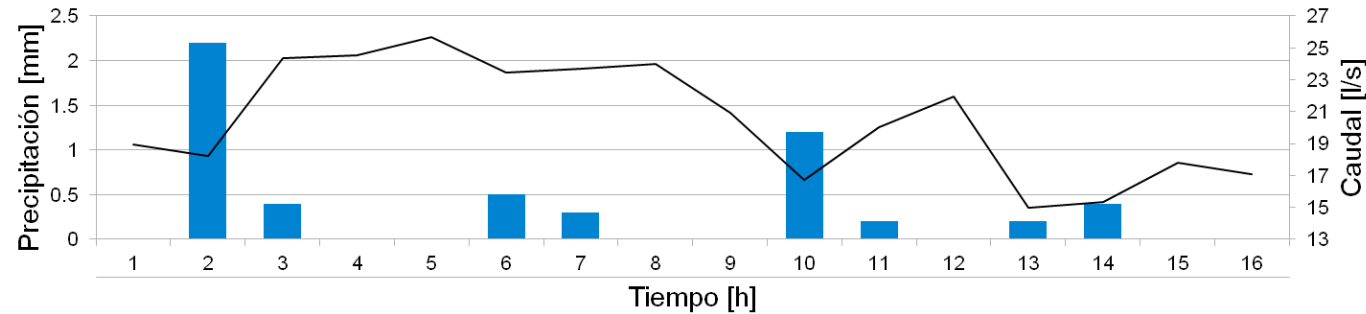


Figura 4: Hidrograma unitario medido en la intercuenca El Barrancón

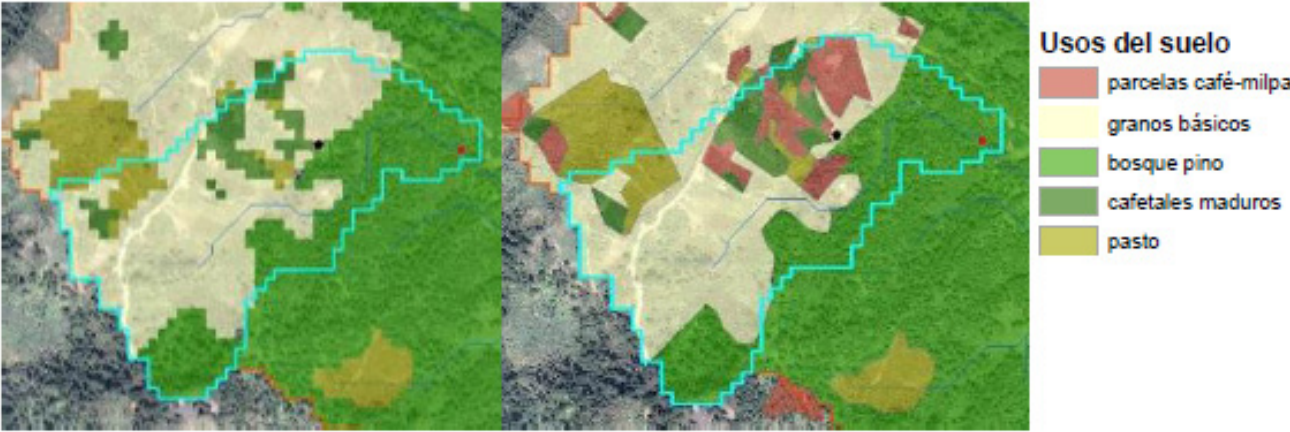


Figura 5: Uso de suelo en la intercuenca Barrancón del año 2009, previo a las intervenciones del Programa Bosques y Agua (granos básicos 54%, Bosque 33%, café 8%) y del año 2011 (granos básicos 44%, Bosque 32%, café 19%)

Para determinar el impacto del cambio de uso del suelo obtenido por la implementación del sistema agroforestal café bajo sombra impulsado por el Programa Bosques y Agua – giz, se corrió el modelo SWAT calibrado con las coberturas vegetales del 2009 y 2011 (ver Figura 5) y se compararon los resultados. Para el año 2009 SWAT simula un coeficiente de escorrentía de 7.7% y para el

año 2011 del 6.03%. Igualmente se reduce la escorrentía máxima simulada de un 39% a un 36%.

Los resultados de la simulación resultan adecuados y vienen a respaldar los datos obtenidos en las parcelas de monitoreo de escorrentía permanentes con las cuales se determinó igualmente una reducción del coeficiente de escorrentía de aproximadamente 1%.

La escorrentía es estimada aplicando la metodología del numero de la curva del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, es decir, es determinada por el suelo, la cobertura de suelo y la practica de manejo que en este se realice. La infiltración puede ya sea incrementar la humedad del suelo en la zona radical, moverse sub-superficialmente como flujo lateral hacia los canales de drenaje, recargar acuíferos poco profundos, donde esta agua también llegara hasta los canales de drenaje o recargar acuíferos profundos.

Las variables climáticas necesarias para la simulación son precipitación, temperatura del aire, radiación solar, velocidad del viento y humedad relativa.

Metodología

El primer paso para la implementación del modelo es la recolección de (a) información topográfica - obtenida del sistema de información geográfica de la Comisión Trinacional del Plan Trifino, (b) tipos y usos del suelo - generada por el Programa Bosques y Agua - giz (c) precipitación - generada por el Programa Bosques y Agua y (d) variables climáticas: temperatura del aire, radiación solar, velocidad del viento y humedad relativa - obtenidas de las estaciones meteorológicas La Mesa San Pedro Sula, Puerto Barrios y Aeropuerto la Aurora. 4

Además para fines de calibración y validación del modelo se recolectó información de (a) caudales quincenales desde mayo 2010 hasta noviembre 2011 junto con

parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, conductividad, nitrato, oxígeno disuelto, fosfato, amonio y dureza total) y bacteriologicos (Coliformes totales, Escherichia Coli y UFC) utilizando kit's de medición de campo VISO-COLOR ECO ANALYSENKOFFER y placas Compact Dry en los puntos de monitoreo El Escondido y La Quebrada (b) se determinaron a través de parcelas de escorrentía de 50 m2 umbrales de escorrentía y coeficientes de escorrentía por tipo y uso de suelo, se determino (c) la capacidad de infiltración de los suelos bajo diferentes usos con infiltómetro de Doble Anillo y (d) se realizo un estudio de hidrogramas unitarios para determinar coeficientes de escorrentía en la intercuenca del El Barrancón.

Resultados y Discusión

La aplicación del modelo permitió obtener caudales simulados en tres puntos de interés, El Barrancón, El Escondido y la Quebrada (ver Figura 2) de la zona de estudio. En los puntos Barrancón y Escondido se obtuvieron buenas correlaciones lineales de ($R^2=0.95$ y $R^2=0.89$), sin embargo, en la estación de aforo La Quebrada- ubicada en el cause principal - la correlación obtenida fue significativamente menor ($R^2=0.50$). Los caudales medidos en los puntos El Escondido y La Quebrada fueron medidos durante dos años consecutivos cada 15 días, mientras que los del punto El Barrancón se obtuvieron a partir de dos jornadas de monitoreo intensivo durante el mes de junio del 2011.

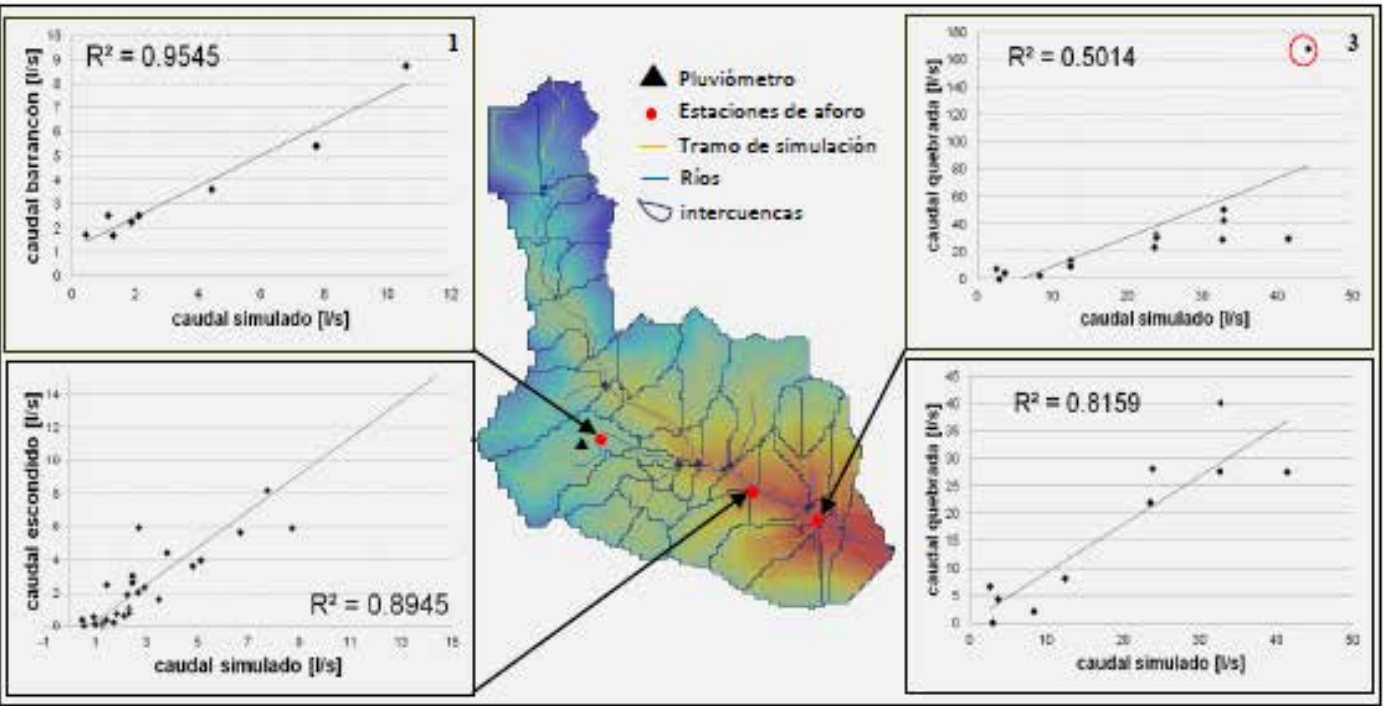


Figura2: Correlaciones lineales de los caudales simulados y medidos en los puntos de aforo El Barrancón (diagrama 1), El Escondido (diagrama 2) y La Quebrada (diagrama 3) de la zona de estudio en la microcuenca Marroquín. El diagrama 4 presenta la correlación de caudales simulados y medidos omitiendo el punto marcado en el círculo rojo del diagrama 3.

El Directorio, está constituido por los Presidentes de las 24 Secciones Nacionales. Se reúne, ordinariamente, cada dos años en ocasión de los Congresos Interamericanos. Su función es decidir las políticas y las metas a cumplir por la Asociación y elegir a los miembros del Comité Ejecutivo y Divisiones Técnicas.

Los capítulos de la región II de AIDIS son: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

AIDIS El Salvador, fue fundada en diciembre de 1949. Actualmente la sede se ubica en el Edificio de la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA).

RESUMEN HISTÓRICO DE LOS CONGRESOS CENTROAMERICANOS DE AIDIS

El Primer Congreso Centroamericano de AIDIS se realizó en 1957 en Managua, Nicaragua, denominándose Primer Encuentro Regional de Ingeniería Sanitaria (Romero, Pardón 1998).

Desde entonces, de manera alterna entre los países de la Región se han venido realizando estos Congresos, teniendo en esta oportunidad El Salvador de ser el anfitrión de la 27ª edición.

Congresos Centroamericanos realizados en años recientes, tema central y país sede.

Enfrentando el cambio climático y los desastres en la gestión del recurso hídrico. Guatemala, Guatemala noviembre de 2009

- XXV Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
- Ambiente y salud, metas y acciones de desarrollo Panamá, Panamá 2007.
- XXIV Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
- El desafío ambiental: infraestructura para competir. San José, Costa Rica 2005
- XXIII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
- Tendencias de la ingeniería sanitaria y ambiental decenio 2004 - 2013 retos y compromisos. Managua, Nicaragua 2003
- XXII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
- Superación sanitaria y ambiental. Tegucigalpa, Honduras, 2001
- XXI Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
- El reto, agua, ambiente y prevención de desastres: factores fundamentales para el desarrollo y salud. Guatemala, Guatemala. 1999
- XX Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
- Centroamérica hacia el desarrollo sustentable y la preservación del medio ambiente. San Salvador, El Salvador, 12 – 15 de noviembre de 1997



IN MEMORIAN

El XXVII Congreso Centroamericano incluyó una mención especial en honor a personajes importantes que se han destacado como profesionales a nivel Interamericano, Centroamericano y Nacional que con su labor, han tenido un rol importante en el desarrollo y consolidación de la Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Por esta razón, se les destina este espacio IN MEMORIAN a: las biografías de Ing. Horst Otterstetter (Brasil), Ing. Jorge Menaldo Barrios (Guatemala) y Dr. Héctor Silva Argüello (El Salvador).

INGENIERO HORST OTTERSTETTER

Ex presidente de AIDIS y miembro distinguido de la Asociación; fue uno de los profesionales de la Ingeniería Sanitaria que ha dejado un legado altamente positivo por haber hecho en los últimos 50 años, aportes sustantivos para incrementar las capacidades humanas, tecnológicas y organizacionales de las instituciones responsables por el control de los factores ambientales y de los servicios de agua y saneamiento que guardan con mayor celo y eficacia la salud y la calidad de vida de millones de americanos.

Fue promotor de ideas y líder de equipos de trabajo que han resultado claves para la promoción y el desarrollo de la salud ambiental y de la ingeniería sanitaria, como actividades esenciales para lograr que haya un desarrollo sostenible, sobre la base de intervenciones planificadas y coherentes con los postulados de transparencia, eficiencia, equidad y sostenibilidad.

El ingeniero Otterstetter era diplomado en Ingeniería Sanitaria por la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Sao Paulo (USP) y poseía una Maestría en Higiene y Seguridad Industrial y otra Maestría en Salud Pública de la misma USP.

Autor de numerosas publicaciones, recientemente había editado un libro sobre los 60 años de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) y coordinó la elaboración del Manual sobre Vulnerabilidades de Sistemas de Agua y Saneamiento en Desastres, realizado por AIDIS con apoyo de la OPS/OMS en el ámbito del Foro para Centroamérica y República Dominicana sobre agua potable y saneamiento (FOCARD).

Nuestro querido y admirado Horst ha dejado huellas imborrables gracias a un notable desempeño, siempre impregnado de abnegación, alto sentido de amistad, liderazgo, firmeza y entrega, tanto dentro de las instituciones de las que fue parte.

INGENIERO JORGE MENALDO BARRIOS

Ex Presidente de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Sanitaria (AGISA) y Vicepresidente de Región II de AIDIS.

Jorge Menaldo nació en el departamento de San Marcos, Guatemala y se graduó de Ingeniero Civil y Sanitario en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue un destacado Consultor de Salud y Ambiente de OPS/OMS Guatemala. Se desempeñó como asesor en diferentes instituciones estatales, tales como el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

(MSPAS) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de su país natal. Se realiza como escritor en diferentes revistas nacionales e internacionales de la temática: "Agua y Saneamiento". Entre sus facetas encontramos que ha escrito cuatro libros relacionados con poesía. Principalmente fue cantor del paisaje.

Sus aportes como expositor en varios Congresos Nacionales y Centroamericanos han sido de importancia para la región guatemalteca, así como para los Latinoamericanos e Iberoamericanos de AIDIS.

grama Bosques y Agua de la Agencia de Cooperación Internacional Alemana GIZ en la microcuenca Marroquín de la Región Trifinio.

Se seleccionó el modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT) el cual se diseñó con fines de evaluar el efecto del uso y manejo del suelo sobre la cantidad y calidad de agua siendo el escurrimiento uno de los componentes considerados dentro del modelo (Arnold et al., 1999).

Ubicación del área de estudio

El presente estudio se realiza en la microcuenca del río Marroquín perteneciente a la Subcuenca del río Copán, en el noroeste del departamento de Copán, municipio de Santa Rita, Honduras, con un área de aproximadamente 32 km². En la Figura 1, se observa la ubicación geográfica de la microcuenca del río Marroquín en el plano general de la Región Trifinio y la zona de estudio dentro de la misma, en la cual, se está implementando el sistema agroforestal café bajo sombra con apoyo del Programa Bosques y Agua en las comunidades el Barrancón y El Escondido.

La fisiografía de la zona de estudio, la cual comprende 3.38 km², y en adelante referida como microcuenca Marroquín, es de colinas altas con pendientes que varían entre 10 y 70%, con un promedio de 35%. Las altitudes comprenden entre 893 y 1364 m.s.n.m y los suelos son arcillosos de profundidad variable.

La precipitación promedio anual es de 1 800 mm, distribuida estacionalmente, con la época lluviosa entre mayo y octubre. La vegetación predominante es de bosque de coníferas (63%) y el cultivo predominante es el de granos básicos (19%).

El modelo SWAT

SWAT (siglas en inglés: Soil and Water Assessment Tool) es un modelo a nivel de cuencas hidrográficas desarrollado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). SWAT fue desarrollado para cuantificar

y predecir el impacto de las prácticas de manejo de tierras sobre la producción de agua, sedimentos, nutrientes y sustancias químicas producto de la actividad agrícola. Los componentes principales de SWAT incluyen: clima, escorrentía superficial, flujos de retorno, infiltración, evapotranspiración, pérdidas por transmisión, almacenamiento en reservorios, crecimiento de cultivos, irrigación, flujo de aguas subterráneas, direccionamiento de corrientes, recarga de nutrientes/pesticidas y la transferencia de agua (Silva, 2004).

Para este estudio se calibró y validó SWAT con datos de campo para la simulación de los impactos del cambio de uso de suelo en la zona de estudio sobre los caudales y la escorrentía.

SWAT se basa en un balance hídrico para determinar la entrada, salida y almacenamiento de agua en la cuenca. Para la simulación, la cuenca hidrográfica se divide en pequeñas subcuencas o intercuencas con el fin de mejorar la exactitud de los cálculos. Adicionalmente el SWAT trabaja por unidades de respuesta hidrológica (HRU) obtenidas del cruce de los diferentes tipos de suelo (textura), con el uso/cobertura del suelo y pendiente.

Donde, SW_t es la cantidad final de contenido de agua en el suelo el día t , SW es la cantidad inicial de contenido de agua en el suelo, R_i es la precipitación diaria, Q_i es la cantidad de escorrentía diaria, ET_i la evapotranspiración diaria, P_i la percolación diaria y QR_i el flujo de retorno o flujo base, todas las unidades son [mm] (USDA-ARS-BRC, 2002).

El ciclo hidrológico simulado por el AVSWAT está basado en la ecuación del balance hídrico:

$$SW_t = SW + \sum (R_i - Q_i - ET_i - P_i - QR_i)$$

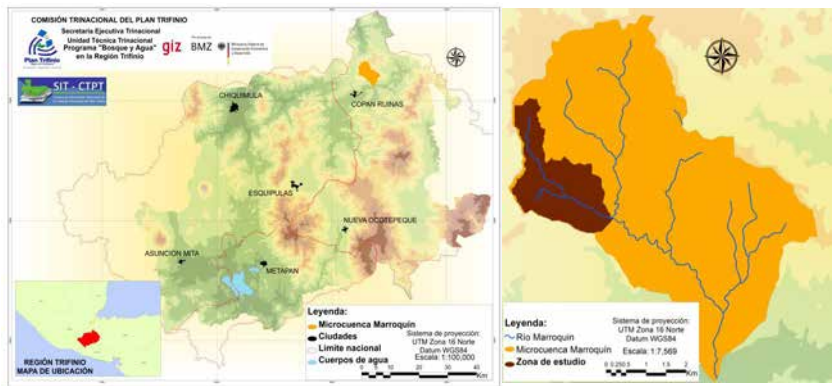


Figura 1: Localización de la microcuenca del río Marroquín en la Región Trifinio y zona de estudio

Análisis del Impacto del Cambio del uso del suelo sobre procesos Hidrológicos en Microcuencas de Montaña de la Región Trifino – Caso de estudio Microcuenca Marroquín, Honduras

Olivia Jeannette Cordero Rodríguez ¹
Irma Inés Marinero Cerritos ²
Ruth Nohemí Zelada Alarcón ³
José Roberto Duarte Saldaña ⁴
Ingrid Hausinger de Kafie ⁵
Max Adalberto Hernandez Rivera ⁶

Dirección de contacto: Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente,
Final Avenia Fray Felipe de Jesús Morago Sur, Santa Ana– Apdo Postal 1908 – El Salvador
Tel.: +(503)2484-0811 e-mail: maxadalbertohernandez@gmail.com

Se evalúa el impacto sobre procesos hidrológicos resultantes del cambio de uso de suelo de cultivos tradicional de granos básicos a un sistema de agroforestería de café bajo sombra que esta siendo impulsado por el Programa Bosques y Agua de la Agencia de Cooperación Internacional de Alemania GIZ en la parte alta de la microcuenca Marroquín, municipio de Santa Rita, Honduras desde mediados del 2010.

Las simulaciones con SWAT de caudales diarios y coeficientes de escorrentía se comparan con los valores medidos en puntos de aforo y en parcelas de escorrentía logrando simulaciones bastante precisas con R2 mayores a 0.8 en dos de los tres puntos de aforo y de 0.5 en el tercero. La reducción en la correlación linear en el tercer punto se da en parte porque SWAT tiene a sobrestimar los valores diarios de escurrimiento superficial y a subestimar los caudales base lo que sugiere que para mejorar el funcionamiento de SWAT deben realizarse ajustes al valor de número de curva y a los factores de agua subterránea. Asimismo es necesario continuar con la toma de datos en campo para mejorar la calibración del modelo ya que con el sistema de monitoreo actual no es posible monitorear caudales punta.

Con la metodología empleada se puede respaldar la tendencia de reducción de coeficientes de escorrentía encontrada en las parcelas de transición de milpa a café bajo sombra. SWAT simula una reducción de 1% valor similar al calculado a través de las parcelas de escorrentía directa, lo que viene a reforzar el uso y buen funcionamiento de las mismas.

Se concluye que SWAT, a pesar de ser poco transferible por la gran cantidad de variables que pueden ser modificadas es capaz de representar el comportamiento del sistema hidrológico adecuadamente y resulta de gran

ayuda el respaldo del fomento y difusión del sistema agroforestal una vez calibrado para una cuenca o microcuenca.

Palabras clave

Caudal, Swat, Infiltración, Trifinio, Simulación

Introducción

Actualmente más del 60% de la tierra en uso agrícola o ganadero en el istmo centroamericano se encuentra en zonas montañosas de las cuales el 74% se encuentra sujeta a fenómenos de degradación (Alocén et al., 2008) y disminución del rendimiento de los cultivos. La degradación de los suelos implica una disminución de la capacidad de infiltración del mismo y un aumento en los coeficientes de escorrentía así como también una acelerada hídrica, pérdida de nutrientes y por lo tanto mas eventos de avenidas e inundaciones.

Una de las propuestas para frenar este proceso es la implementación de sistemas agroforestales en los cuales diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptables y aplicando practicas de manejo compatibles con las habituales de la población local (Musálem et al., 2001). La reconversión de sistemas de producción tradicional hacia sistemas agroforestales reduce la vulnerabilidad de sistemas de cultivo agrícolas tradicionales y los convierte en sistemas del uso sostenible de los recursos naturales.

El Objetivo del presente estudio es evaluar el impacto sobre el recurso hídrico que conlleva el cambio de uso de suelo de granos básicos a sistemas agroforestales de café bajo sombra que está siendo fomentado por el Pro-

Destacado profesional que ha llenado de orgullo la profesión de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de Guatemala. En honor de su servicio y aportes a la carrera, expresidentes de AGISA y Vicepresidente de

la Región II de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental-AIDIS, falleció en el año 2011.

DOCTOR HÉCTOR SILVA ARGÜELLO

Héctor Silva Argüello, doctor en Medicina que se graduó de la Universidad de El Salvador con estudios de postgrado en Obstetricia, Ginecología y Salud Pública, bajo un programa afiliado a la Universidad de Michigan y Universidad de John Hopkins de los Estados Unidos.

Durante los años 1987 a 1989, a nivel académico, en la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador y de septiembre de 2006 a Julio de 2007, se desempeñó como profesor visitante en el David Rockefeller Center de la Universidad de Harvard, Boston, Estados Unidos.

Con interés en la vida política, en 1991 Héctor Silva es electo como diputado de la Asamblea Legislativa de El Salvador y en 1997, fue ser electo como Alcalde por el municipio de San Salvador, cargo en el que sería reelecto en el año 2000, sus mandatos se caracterizaron por integrar un Consejo Municipal multipartidista.

Entre los principales logros que destacan los

mandatos de Silva al frente de la comuna capitalina sobresalen:

- El inicio de los trabajos de recuperación del Centro Histórico de San Salvador,
- La construcción del primer relleno sanitario en Centro América y,
- La descentralización de los servicios municipales en la capital.

En junio de 2009, fue juramentado por el Presidente Mauricio Funes como el titular del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), desde donde impulsó el Programa Nacional para el Manejo Integral de Desechos Sólidos y el Programa de Mejoramiento de Rastros Municipales.

Falleció de forma imprevista en el año 2011, mientras daba su discurso en la conferencia de Lanzamiento de la Política Nacional de Transparencia del Estado de El Salvador.

RESUMEN DE LAS CONFERENCIAS MAGISTRALES

Durante el Congreso Interamericano se presentaron tres conferencias magistrales, la primera sobre “La Adaptación al Cambio Climático de los Recursos Hídricos en el marco de la estrategia Regional de Cambio Climático de los Países del SICA”. Por Raúl Artiga, de la CCAD constituyó una de las descripciones ante la problemática actual y cómo esta situación genera consecuencias hacia los recursos hídricos de Centroamérica.

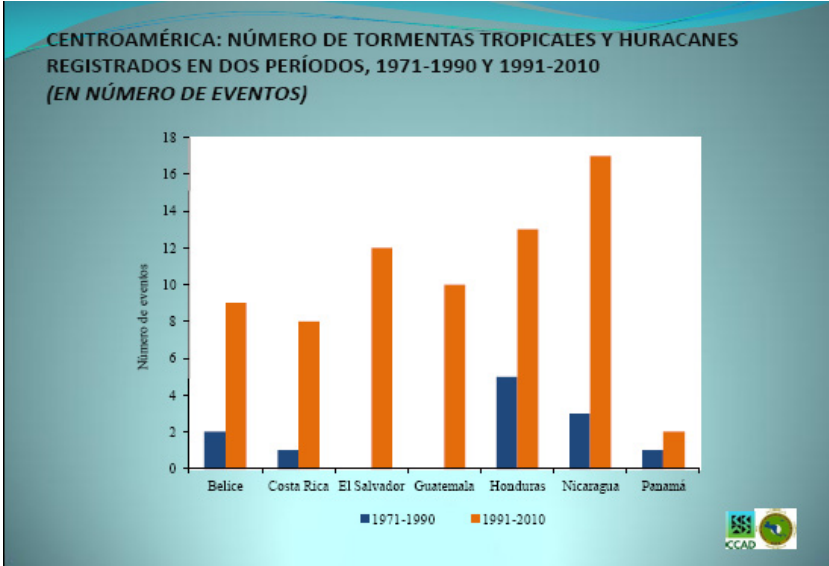
Entre las conclusiones y propuestas de esta presentación encontramos las siguientes:

Los impactos del cambio climático aún son inciertos, particularmente con un grado de precisión que permita apoyar la toma de decisiones. Por lo tanto, es fundamental enfocarse en la mejora de los sistemas de monitoreo hidrometeorológico; en las proyecciones de escala reducida; en desplegar y aplicar métodos para evaluar la vulnerabilidad en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos; y en el desarrollo de escenarios y los métodos de evaluación económica, tales como los análisis de costo-beneficio.

Estas aportaciones son necesarias en una escala geográfica apropiada para apoyar la toma de decisiones de política y los marcos legales que tomen en cuenta los retos de desarrollo a largo plazo y que, al mismo tiempo, sean flexibles para adaptarse a la variabilidad climática.

El calentamiento global tiene un efecto perceptible en el ciclo hidrológico a través del cambio en los patrones de precipitación, así como en la intensidad y los extremos, como sequías e inundaciones. El agua puede proporcionar soluciones para el logro de la seguridad alimentaria, la salud pública y ambiental, la erradicación de la pobreza, la reducción del riesgo de desastres y, por supuesto, la adaptación al cambio climático.

La infraestructura hídrica debe desarrollarse y adaptarse para responder a las nuevas necesidades impuestas por el Cambio Climático y a las fuentes de financiamiento disponible.



La contribución y el papel central de la GIRH para enfrentar los impactos del cambio climático son ampliamente reconocidos. Tres elementos

principales de la GIRH justifican esta visión:

1) La GIRH reconoce el ciclo hidrológico y a sus diferentes usuarios de forma holística y tiene como objetivo asegurar la participación de todos los actores con el fin de llegar a un plan integrado, en el que las actividades puedan llevarse a cabo de forma equilibrada.

2) La GIRH fomenta el desarrollo de instituciones fuertes, que son esenciales en la gestión equitativa y eficiente del agua.

3) La GIRH es una forma de gestión adaptativa que es inherentemente flexible a los cambios en la demanda

y la oferta de agua. El proceso de adaptación al Cambio Climático en materia de agua ofrece retos importantes de organización

TABLA 3: Resumen de resultados de las pruebas operativas con PAC en tres plantas AguaClara.

Planta	Turbiedad del agua cruda (UTN)	Dosis de sulfato de aluminio antes de aplicar PAC (mg/L)	Turbiedad del agua tratada con sulfato de aluminio (UTN)	Dosis de PAC aplicada (mg/L)	Turbiedad mínima del agua tratada con PAC (UTN)
Ojojona	45	72	8	45	2
Cuatro Comunidades	28	25	3.98	15	1.77
Agalteca	15	6.8	2.62	4.0	0.51

Conclusiones y recomendaciones

La comparación de sulfato de aluminio y PAC como coagulantes en cuatro plantas potabilizadoras AguaClara en Honduras demuestra que PAC puede ser eficaz para este tipo de planta. Debido a las ventajas potenciales proyectadas mediante las pruebas de jarras y las pruebas operativas, se PAC por sulfato de aluminio como coagulante en la planta de Cuatro Comunidades de Amarateca, lo cual resultó en una mayor eficiencia de operación para esa planta en términos de facilidad operativa, costos, calidad de agua, y satisfacción de los usuarios. En resumen, las conclusiones son:

- Según los resultados de las pruebas operativas, se podría ahorrar aproximadamente el 12-15% en gastos en coagulante usando PAC en vez de sulfato de aluminio manteniendo una dosis óptima durante operación
- La planta de Cuatro Comunidades comenzó a usar PAC en septiembre del 2010 y hasta la fecha la Junta de Agua y el operador están contentos con los resul-

tados en términos de calidad de agua, economía, y facilidad de manejo

- La planta de Cuatro Comunidades produce agua con menor turbiedad y con mayor estabilidad de calidad de agua con PAC de la que producía sulfato de aluminio, conclusión manifiesta en los datos de turbiedad que registró el operador de la planta de marzo del 2009 a marzo del 2012
- La Junta de Agua de Cuatro Comunidades ahorró un 14% en los gastos de coagulante cambiando de sulfato de aluminio a PAC, logrando operar la planta de forma aún más económica para esta comunidad de 270 casas
- PAC puede ser un coagulante eficaz en las plantas potabilizadoras AguaClara ya que tiene ventajas documentadas sobre el sulfato de aluminio en la producción de agua con menor turbiedad, ahorros económicos, y facilidad de manejo.

¹ Agua Para el Pueblo - AguaClara. Es graduado de Cornell University de los EEUU donde estudió ingeniería civil y ambiental. Su primer trabajo después de graduarse fue construir la primera planta de tratamiento del diseño AguaClara en Honduras y capacitar a sus operadores. Después de trabajar como ingeniero consultor en proyectos de descontaminación ambiental en los EEUU, volvió a Honduras donde en la actualidad labora como coordinador del programa de plantas potabilizadoras AguaClara de la ONG Hondureña Agua Para el Pueblo y la misma universidad. Correo electrónico: daniel.smith@fulbrightmail.org

² Sistema Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) de Honduras.

³ Agua Para el Pueblo - AguaClara

las plantas. Después de las pruebas operativas la Junta de Agua de una planta optó inmediatamente por cambiar de coagulante al PAC para uso diario, y se monitoreó los resultados de la operación de de esta planta con el coagulante nuevo.

Las pruebas de jarras se efectuaron en el sitio de las cuatro plantas usando un equipo portátil de cuatro recipientes que funcionaba por batería ya que ninguna de las plantas tenía acceso a energía eléctrica. En cada planta, se realizaron varias pruebas de jarra con la metodología estándar usando PAC o ambos coagulantes. Se usó los resultados de las pruebas de jarras para guiar las pruebas operativas en las plantas.

En tres de las cuatro plantas se procedió a efectuar pruebas operativas con PAC como el coagulante en lugar de sulfato de aluminio. Se cambió PAC por sulfato de aluminio provisionalmente en los barriles que suministraban el coagulante concentrado al dosificador gravitacional de coagulante. Se hicieron concentraciones de PAC de 60 gramos por litro (g/L) y se dosificó de la misma forma en que se dosificaba el sulfato de aluminio anteriormente (Weber-Shirk, 2008). Se monitoreó los parámetros básicos de operación de las plantas (la turbiedad del agua cruda y del agua tratada, el pH, y la dosis de coagulante) antes y después del cambio al PAC.

En Cuatro Comunidades de Amaratéca la Junta de Agua tomó la decisión de usar PAC en vez de sulfato de aluminio inmediatamente después de finalizar la prueba operativa. La planta empezó a operarse con PAC el día

28 de septiembre del 2010. Se monitorearon los efectos de este cambio por medio del registro diario de turbiedad que mantiene el operador, supervisiones realizadas por el personal técnico de Agua Para el Pueblo, el registro contable de la Junta de Agua, y entrevistas con los miembros de la Junta de Agua y el operador de la planta. Los datos generados por el monitoreo de la planta en funcionamiento antes y después del cambio de coagulante fueron analizados para comparar el rendimiento de la planta en términos económicos, facilidad de operación, y la calidad de agua producida.

Resultados obtenidos

Se presentan los resultados de las tres etapas metodológicas: las pruebas de jarras en las cuatro plantas, las pruebas operativas en tres de las cuatro plantas, y el monitoreo de la operación de la planta de Cuatro Comunidades de Amaratéca.

Se resumen los resultados de las pruebas de jarras en la Tabla 2. Se observó que PAC produjo agua con turbiedades menores o aproximadamente iguales a las del agua tratada con sulfato de aluminio en las plantas de Ojojona y Marcala. Las dosis óptimas de PAC en las dos pruebas comparativas en estas plantas fueron en promedio el 63% de la dosis óptima de sulfato de aluminio. Se utilizaron estos resultados para guiar las pruebas con PAC en las plantas de Ojojona, Cuatro Comunidades, y Agalteca.

TABLA 2: Resultados de las pruebas de jarras con sulfato de aluminio y PAC.

Planta	Turbiedad del agua cruda (UTN)	Dosis óptima de PAC (mg/L)	Turbiedad final obtenida con la dosis óptima de PAC (UTN)	Dosis óptima de sulfato de aluminio (mg/L)	Turbiedad final obtenida con la dosis óptima de sulfato de aluminio (UTN)
Ojojona	7	15	0.89	24	0.84
Marcala	7	7.2	0.42	11.3	1.48
Cuatro Comunidades	15	5	1.24	-	-
Agalteca	31	15	1.49	-	-

Se presentan los resultados de las pruebas operativas con PAC como coagulante en las plantas de Ojojona, Cuatro Comunidades, y Agalteca en la Tabla 3. La turbiedad del agua cruda fue medida en los tanques de entrada de las plantas y la turbiedad del agua tratada fue medida en la salida de los decantadores. PAC produjo menor turbiedad

que sulfato de aluminio en todas las plantas. Aunque no se incluye en la Tabla 3, el PAC no redujo significativamente el pH del agua tratada, el cual era un efecto del sulfato de aluminio. La dosis óptima del PAC en estas pruebas fue en un promedio el 60% de la dosis de sulfato de aluminio.

social, por lo que resulta relevante establecer mecanismos efectivos de coordinación, colaboración y participación social.

El proceso de adaptación al Cambio Climático en materia de agua ofrece retos importantes de organización social, por lo que resulta relevante establecer mecanismos efectivos de coordinación, colaboración y participación social. Se debe profundizar en materia de

de agua. Una buena gobernanza y los arreglos institucionales son fundamentales en la gestión de un recurso que atañe a una amplia gama de sectores. La Secretaría Técnica de la Presidencia realizó la presentación sobre: “Fortalecimiento de la Gestión de Recursos Hídricos en El Salvador”, a cargo del Licenciado Alfonso Goitia. En la exposición, se presentó la Estrategia del Gobierno de El Salvador,

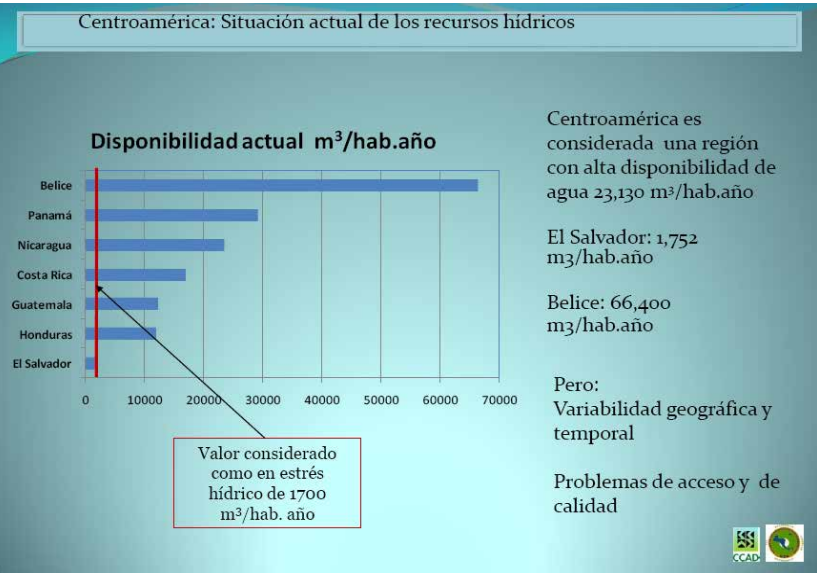
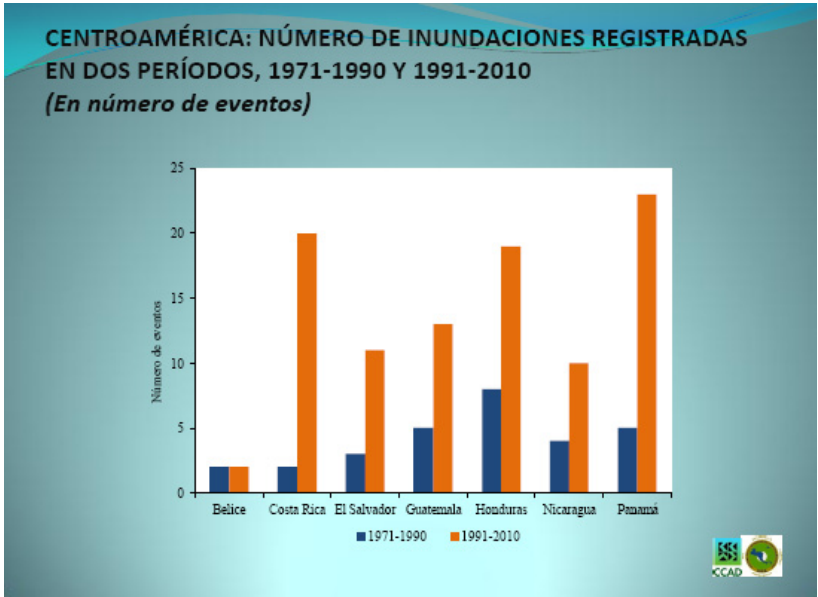
de la gestión integral de Recursos Hídricos, Política de Agua potable y Saneamiento y la Política de riego.

- 2. Trabajar en la revisión del marco legal necesario para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (Ley General de Aguas, Ley de Agua Potable y Saneamiento y Ley de Riego)
- 3. Definir la institucionalidad del agua, asegurar la coordinación interinstitucional en la gestión integral y adoptar estrategias y planes de acción coordinados.

El objetivo de la Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico del Gobierno de El Salvador, que es: “Dar respuesta a la demanda actual y futura de agua, garantizando la gestión integral y sustentable para satisfacer prioritariamente las necesidades de consumo humano y de producción, promoviendo la preservación y la conservación del medio ambiente en el marco del desarrollo sostenible incluyendo una perspectiva de adaptación al cambio climático, en todas sus acciones, planes y programas institucionales”

También se visualizó la condición actual del Anteproyecto de la Ley General de Aguas, que fue presentado a la Asamblea Legislativa el 22 de marzo del año 2012. Y el cual define una participación y coordinación institucional, en la cual forman parte relevante las instituciones del Estado.

Al hablar de una Política de Agua y Saneamiento de El Salvador destacó las palabras del Presidente de la República, Mauricio Funes en materia de salud y disponibilidad del recurso hídrico en cantidad y calidad: “...La estrategia de atención primaria de salud no debe confundirse con el primer nivel de atención. Incluye servicios de salud eficientes y de alta calidad para la atención de la enfermedad pero también actividades en el área de la promoción de la salud



generación de conocimiento y formación profesional sobre la adaptación al Cambio Climático en materia

que tiene los elementos siguientes:

- 1. Trabajar en el Marco de Políticas

y de la prevención de las enfermedades, y esto supone una inversión sustancial para asegurar el suministro a toda la población de agua potable, agua segura para el consumo humano e igualmente, saneamiento básico.”

La política se encuentra enmarcada en un Objetivo General que es: Mejorar la cobertura y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento en El Salvador, respetando los derechos de las personas consumidoras y del medio ambiente, por medio de la modernización de la institucionalidad gubernamental que rige, regula y brinda tales servicios.

También están preparando lo que sería la “Política de Riego”, cuyo objetivo sería: Mejorar la competitividad de la agricultura bajo riego en El Salvador. La Institucionalidad de esta Política recae en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador es la institución competente en materia de regulación del agua, con fines agropecuarios, acuícolas y pesqueros.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la presentación de la Señora Viceministra, Lina Pohl, presentó “El Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos”

Que tiene como fundamento legal: La Ley de Medio Ambiente, decretada en el año 1998 manda en su Art. 52 que el MARN en coordinación con otras entidades del Estado, las municipalidades y otros sectores de la sociedad, debe formular y aprobar el Programa Nacional para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos, una deuda mantenida al país por 12 años. Y como uno de los primeros pasos para el cumplimiento de la Ley del Medio Ambiente, el MARN creó en su interior la Unidad de Desechos Sólidos y Peligrosos.

Durante la presentación se enfocó

en la situación encontrada por las autoridades de este período gubernamental, donde la coyuntura nacional en el tema de los desechos sólidos presenta un país con baja oferta de sitios de disposición final que genera costos insostenibles de transporte y manejo final, la ausencia de mecanismos que regulen la calidad de los servicios y sus costos, tomando en cuenta la economía de escala de este tipo de servicios, ha provocado cobros excesivos y el endeudamiento de las municipalidades.

> Los elevados costos de transporte y disposición final de los sitios existentes, han generado disminución en la cobertura y frecuencia del servicio de recolección municipal causando condiciones insalubres en las ciudades, aunado a que el cobro (tasa de aseo y disposición final) de los servicios prestados por la municipalidad no es congruente con el costo de los mismos.

Y para la ejecución del Programa se visualizaron los objetivos de:

- Promover el manejo integral de los desechos sólidos articulando el accionar de las instituciones competentes, la responsabilidad empresarial, la participación ciudadana y el acceso a la información.
- Promover la **producción y consumo sustentable**.
- **Reducir** al mínimo la y aumentar al máximo la **Reutilización y Reciclaje**.
- Promover y alcanzar calidad y cobertura universal en base a sistemas de **manejo integral y sostenible**.
- Incorporar el subsector en la **Agenda Nacional**.

Además se extendió hacia la presentación de la ejecución de los planes:

- Plan Nacional para la recuperación de desechos.
- El plan de educación y concienciación.
- Plan para el mejoramiento del manejo de desechos sólidos y el cual tiene 5 componentes.



TRABAJOS TÉCNICOS MÁS DESTACADOS DEL CONGRESO

Para poder hacer referencia de los tres trabajos técnicos más destacados durante el “XXVII Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de El Salvador”, se hace referencia a los documentos entregados por los equipos y participantes de este congreso, los cuales se destacan a continuación. Iniciando con el trabajo de Daniel Smith, continuando con Max Adalberto Hernandez Rivera y finalizando con Hernán Villalobos.

Presentamos a continuación los estudios e investigaciones realizadas:

Comparación de dos Coagulantes con el fin de mejorar el rendimiento de Plantas Potabilizadoras comunitarias en Honduras.

Comparison of Two Coagulants to Improve the Performance of Community Water Treatment Plants in Honduras

Daniel W. Smith ¹
Mirna Noemy Argueta ²
Santos Antonio Elvir ³

Resumen

Se comparó el rendimiento de dos coagulantes – sulfato de aluminio y policloruro básico de aluminio (PAC) – en cuatro plantas potabilizadoras del diseño AguaClara construidas Honduras. Antes del presente estudio, se usaba sulfato de aluminio en estas plantas y se observaron deficiencias en el tratamiento de aguas con baja alcalinidad y alta materia orgánica. El estudio fue desarrollado con una metodología progresiva empezando con pruebas de jarras con ambos coagulantes, pruebas operativas con PAC, y el monitoreo de una planta después de convertirla a usar PAC en vez de sulfato de aluminio. Los resultados de las pruebas de jarras guiaron las pruebas operativas que demostraron que PAC podría reducir la turbiedad del agua producida por las plantas y ahorrar el 12-15% en el gasto en coagulante. La Junta de Agua que administraba la planta AguaClara de Cuatro Comunidades, Honduras cambió a usar PAC después

de la prueba operativa realizada en esa planta. Después del cambio, se monitoreó el rendimiento de la planta en términos económicos, de la turbiedad del agua tratada, y de la facilidad de manejo por un período de un año y medio. Los resultados del monitoreo demuestran que esta planta produjo agua con menor turbiedad media y con mayor estabilidad de calidad de agua de la que produjo cuando usaba sulfato de aluminio. Un análisis del registro contable de la Junta de Agua reveló que se ahorró el 14% en la compra de coagulante usando PAC en vez de sulfato de aluminio. Los usuarios de la planta también notaron que la planta producía agua con menor turbiedad con PAC y que éste tenía mayor facilidad de manejo que el coagulante anterior. El estudio concluye que PAC puede ser un coagulante eficaz para las plantas potabilizadoras AguaClara ya que tiene ventajas documentadas sobre el sulfato de aluminio con respecto a la turbiedad del agua tratada, economía, y facilidad de manejo.

Palabras clave

Agua, coagulante, Honduras, planta, potabilización de agua

Objetivos o hipótesis:

El objetivo del trabajo fue comparar el rendimiento de dos coagulantes – sulfato de aluminio y PAC – en cuatro de las cinco plantas potabilizadoras tipo Agua Clara en Hon-

duras en términos económicos, la facilidad de operación, y la calidad de agua producida.

Metodología empleada:

El estudio comprendió cuatro plantas AguaClara en las siguientes comunidades: Ojojona, Marcala, Cuatro Comunidades de Amarateca, y Agalteca. Se empleó una metodología progresiva empezando con pruebas de jarras seguidas por pruebas operativas en

30 AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL MERCADO DE FIANZAS AVALAN NUESTRA TRAYECTORIA,
CONVIRTIÉNDONOS EN EL NÚMERO 1 EN FIANZAS EN EL SALVADOR



30
AÑOS DE CONFIANZA

FIANZA
Segura

- Mantenimiento de oferta
- Fiel Cumplimiento
- Anticipo
- Pagos a Terceros
- Buena Obra
- Buena Calidad
- Calidad Ambiental
- Judicial
- Garantía de Pago
- Licencia Juvenil



Somos Líderes
de Fianzas en
El Salvador


LA CENTRAL
SEGUROS Y FIANZAS
Su Centro de Confianza

Avenida Olímpica No.3333, San Salvador, El Salvador, C.A. PBX (503) 2268-6000, Fax Fianzas (503) 2223-7674,
Fax Seguros (503)2279-4982 infofianzas@lacentral.com.sv; infoseguros@lacentral.com.sv; www.lacentral.com.sv