

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN POR CUÑA MARINA EN LOS ACUÍFEROS DE SAN ANDRÉS (COLOMBIA)

SEMILLERO ATELOPUS
PROYECTO CURRICULAR INGENIERIA AMBIENTAL

Autores: Laura D. Ramírez Martínez -laudanirammar@gmail.com
Tatiana A. Vargas Mora -tavargasm@gmail.com



Docente tutor: Juan Carlos Alarcón Hincapié

Palabras Clave Contaminación, Cuña Marina, Acuífero, Cambio Climático, Nivel freático, salinización.

"La identificación de la vulnerabilidad de los acuíferos de San Andrés a la intrusión marina, contribuye a la gestión del recurso hídrico para prevenir la contaminación del agua y mantener su calidad; mediante sistemas de monitoreo que permitan vigilar la salinización debida al aumento en el nivel medio del mar".

El departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina es un grupo de islas del mar Caribe, pertenecientes a Colombia, conformando el único departamento de este país sin territorio continental. Este conjunto de islas, cayos e islotes se localiza sobre una plataforma volcánica del Caribe suroccidental, a unos 720 Km del noreste de la costa Colombiana y a 110 Km de la costa Nicaragüense (*Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*). La isla de San Andrés está conformada por una serranía longitudinal de norte a sur con bosques cocoteros cuya elevación máxima es de 85 m.s.n.m., una colina llamada "la Loma". San Andrés cuenta con una extensión de 27 Km² y se encuentra rodeada de varios cayos (*Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*).

El archipiélago en general carece de corrientes de agua dulce, excepto la isla de Providencia; por tal motivo tiene gran importancia las

aguas subterráneas que son aprovechadas al máximo (*Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*).

La empresa PROACTIVA es la encargada de suministrar el servicio de acueducto y alcantarillado en la isla de San Andrés, pero este servicio cuenta con muchas deficiencias. De acuerdo con el informe de la Defensoría del pueblo (2015), la cobertura del acueducto es del 50,69% sin incluir usuarios renuentes, además que no cuentan con una continuidad del servicio las 24 horas del día, sino que, debido a cortes del suministro de energía en ciertos sectores, el agua es suministrada por carro tanques incumpliendo cierta frecuencia del suministro en estos lugares.

Por otra parte, las aguas residuales en la isla no son vertidas en el sistema público de alcantarillado de PROACTIVA (Defensoría del Pueblo, 2015) que solo cubre el 26,73% del

territorio.

Las pocas aguas recolectadas y transportadas en las redes pertenecientes al sistema de alcantarillado, son descargadas al mar a través del emisario submarino, ubicado en el costado noroccidental de la isla, previamente sometidas a un proceso de desbaste en la estación de bombeo de aguas residuales (Defensoría del Pueblo, 2015).

Las aguas que no son conducidas por el alcantarillado, son depositadas en pozos sépticos, sistema que es utilizado por el 65% de las viviendas y establecimientos comerciales de la isla. Estos sistemas conllevan a una gran problemática debido a que: 1) al ser un construcción artesanal, no cumple con las normas técnicas necesarias y permite filtración; 2) los actuales pozos, al no tener mantenimiento, se rebosan y pueden perjudicar la salud humana; 3) para evitar emergencia sanitaria, existen "carro-tanques sépticos" que a determinadas horas evacuan los pozos, trasladan el contenido y lo vierten al mar; y 4) los vehículos anteriormente descritos depositan el contenido de los pozos al mar, causando un grave perjuicio al ecosistema marino (Defensoría del Pueblo, 2015).

En cuanto a los impactos en el escenario actual presentados en el recurso hídrico subterráneo, éstos están directamente relacionados con actividades humanas de uso extractivo intensivo y condiciones geológicas específicas de la isla de San Andrés, que le imprimen al sector occidental condiciones de vulnerabilidad a la salinización por el desarrollo de grandes cavernas y grietas que se convierten en conductos directos del agua del mar hacia las fuentes hídricas subterráneas y a la zona oriental de la isla, la cual presenta un cierto grado de vulnerabilidad a la salinización pese a que cuenta con barreras naturales de protección como lo son los humedales y

manglares de borde costero. Por otro lado y no menos importante los impactos evidenciados en los acuíferos también están condicionados por los regímenes de precipitación y la recarga efectiva que se pueda dar hacia los mismos, posibilitando o no procesos de salinización (INVEMAR, 2014)

Justificación del trabajo

La isla de San Andrés enfrenta una crisis hídrica por el acceso restringido al agua potable que tiene sus habitantes, actualmente para el suministro de agua potable bombean el agua de los dos acuíferos que tiene disponibles, pero la cobertura del servicio de agua no alcanza para abastecer a la población de manera continua, por lo que tienen que recurrir a otros mecanismos de suministro de agua como pozos domésticos, suministro por medio de carro tanques, almacenamiento de la misma por largos periodos y plantas desalinizadoras. A esta fuerte crisis se suma el hecho de que los acuíferos están siendo contaminados por vertimientos superficiales, además que estas formaciones han sido vulnerables a la contaminación por salinización; por tal razón y teniendo en cuenta que la isla es una de las regiones del país más susceptibles al cambio climático, nos proponemos a evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos San Andrés y San Luis a la intrusión marina debida principalmente al aumento del nivel medio del mar, disminución del nivel freático de los acuíferos y procesos erosivos en la cuenca, empleando metodologías para la evaluación de la contaminación, como GALTÍ que permite establecer el índice de vulnerabilidad de un acuífero, así de este modo tener herramientas que nos permitan contribuir a la gestión del recurso hídrico y llegar a tener los mecanismos para proteger el agua

subterránea, manteniendo así la calidad del agua y previniendo su contaminación a futuro.

Descripción del trabajo desarrollado

Contaminación por Intrusión Marina

Los acuíferos costeros, según Quintero (2010); conservan una relación de equilibrio natural entre el agua dulce subterránea que descarga al mar y el agua salada que proviene del mar y que empuja por penetrar al interior del acuífero, esta relación se presenta, generalmente, en forma de cuña; la penetración de la cuña marina (intrusión marina) depende de características del acuífero como la geometría y las propiedades hidráulicas (permeabilidad, nivel piezométrico, etc.); y es función inversa del flujo de agua dulce que descarga al mar a lo largo de la costa. La intrusión marina es un proceso que se da cuando el frente de agua salada avanza hacia el interior del acuífero durante los períodos de menor recarga, y retrocede hacia el mar cuando la recarga aumenta de agua dulce aumenta.

Metodología para la evaluación a la vulnerabilidad a la intrusión marina

Para evaluar el avance de la cuña marina o la vulnerabilidad de los acuíferos a la intrusión marina, se seleccionó el método GALDIT, porque las variables se ajustan a la información recolectada y esta metodología estudia específicamente la contaminación por intrusión marina, esta metodología comprende los parámetros descritos en la Tabla 1.

Los resultados de esta evaluación permiten, por tanto, clasificar la vulnerabilidad de los acuíferos costeros en tres grupos de rangos, alta cuando el índice es mayor a 7.5, moderada cuando esta entre 5-10 y muy baja cuando el índice de GALDIT es menor a 5.

Áreas afectadas y Propensas a la inundación

De acuerdo con las proyecciones resultado del estudio de evaluación de la vulnerabilidad por realizados por INVEMAR en 2014, se identificaron áreas con afectación actual y futura por el ascenso en el nivel del mar, estas áreas al estar puntualmente identificadas facilitan el desarrollo de fichas puntuales de proyectos encaminados a disminuir esa vulnerabilidad, ver figura 1.

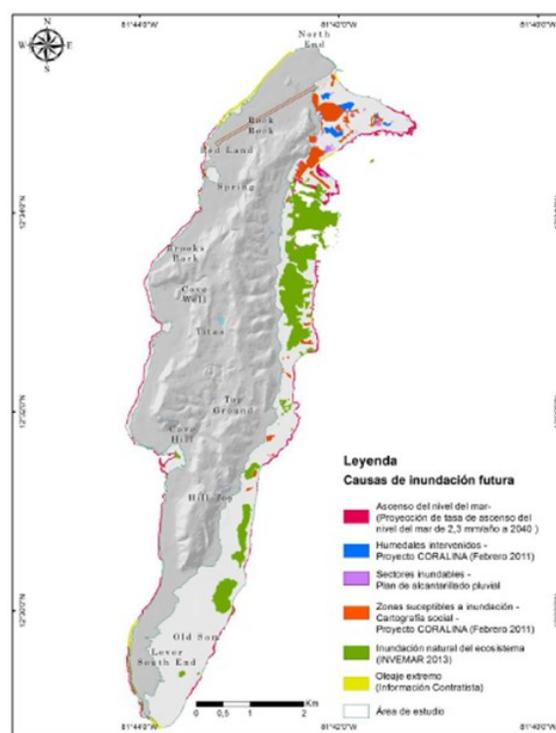


Figura 1. Inundación actual y proyecciones al 2040 para San Andrés (CORALINA-INVEMAR, 2014).

Zona de Observación por salinización de Pozos

La isla de San Andrés cuenta con dos formaciones que a su vez forman acuíferos: San Luis y San Andrés, de los cuales se extrae el agua que se utiliza para el consumo de las diferentes actividades que se dan en la Isla. El más importante es el de San Luis,

Tabla 1. Variables de la Metodología GALDIT.(Quintero, 2010).

Variable	Puntuación					Peso
	1	3	5	7	9	
G: Tipo de acuífero		Confinado	Ligeramente confinado	No confinado (libre)		1
A: Conductividad hidráulica del acuífero (m/día)	< 3	3-8	8-15	15-30	>30	2
L: Nivel del agua subterránea sobre el mar (m)	>10	10-0	0 - (-5)	(-5)-(-10)	< -10	5
D: Distancia tierra dentro perpendicular a la línea de la costa	>20	20-12	12-7.7	7-3	< 3	3
I: Impacto existente de la intrusión marina [Cl/HCO ₃] (meq/l)	<0.25	0.25-0.5	0.5-1	1-1.5	>1.5	6
T: Espesor del acuífero (m)	>25	25-15	15-10	10-5	<5	3

que es el mayor reservorio de agua dulce para su utilización. En adición, se cuentan con 17 pozos en los cuales se revisa que las condiciones del agua sigan siendo óptimas para el consumo humano y CORALINA en 2009 vigilaban 12 pozos para controlar la contaminación por intrusión salada, lo que nos permitirá tener un referente al momento de comparar con los resultados a obtener con la metodología descrita, la distribución de los pozos se muestra en la figura 2 y en la tabla 2 se observa la susceptibilidad de cada uno de los pozos monitoreados.

Debido a las diferentes actividades que se dan en la Isla de San Andrés, y las diferentes dinámicas que se dan últimamente en el lugar debidas al cambio climático, es de vital importancia el cuidado que se les da a estas reservas de agua subterránea, ya que el aumento del nivel del mar posiblemente está ocasionando

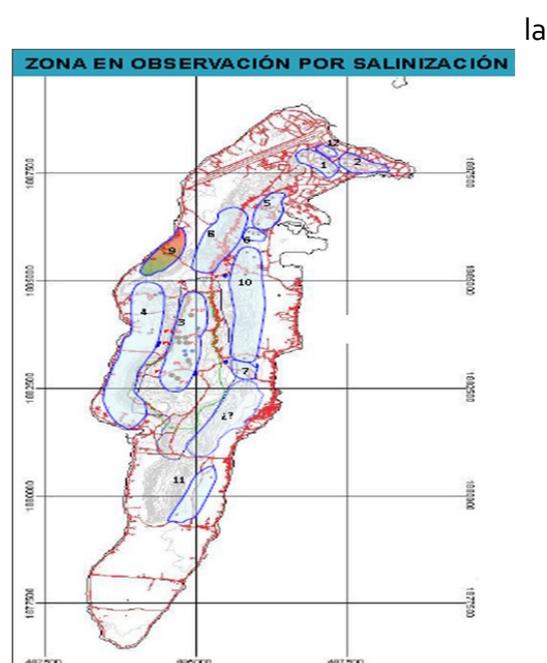


Figura 2. Zonas de Observación de pozos por intrusión salina. (CORALINA, 2009)

Tabla 2. Susceptibilidad a incrementos de intrusión marina en los pozos de monitoreo. (CORALINA, 2009).

Pozos Referenciados en la Imagen 2	Conductividad promedio (mS/cm)	Susceptibilidad Incremento salinidad	Estabilidad de la Salinidad
1 Centro	2000-6000	Alta	Baja
2 Centro P. Hansa	5000-30000	Muy alta	Baja
3 Loma Centro	600-1000	Muy baja	Muy alta
4 Occidente 1	800-1000	Muy baja	Alta
5 Oriente(Bight)	1500-2500	Media	Alta
6 Simpson Well	2000-3000	Alta	Media
7 Caribe	1500-2500	Alta	Media
8 Loma Norte	1000-2500	Media	Alta
9 Occidente2	1500-3000	Media	Alta
10 Oriente Zamba	1000-2000	Baja	Muy alta
11 Suroriente	2000-4000	Muy alta	Baja
12 Isleño	10000-15000	Alta	Media

salinización del agua dulce, además de la filtración que se da en el subsuelo del material de excretas y otros, está contaminando aún más esas aguas, y en la zona de estudio, lastimosamente, no se prioriza el uso de este recurso, ni se conserva adecuadamente las zonas que proveen de agua a la isla, sin embargo actualmente si se cuenta con una red de monitoreo sobre los acuíferos en estudio, que permite una disponibilidad de información para intervenir de manera adecuada con estrategias que busquen solucionar el problema central.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORALINA. (2009). Plan de Manejo de Aguas Subterráneas. San Andrés: Corporación Para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Defensoría del Pueblo. (2015). Informe Defensorial: Prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarilla-

do y Aseo, en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Bogotá D. C.: Defensoría del Pueblo.

Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. s.f. Geografía del Archipiélago. URL: http://www.sanandres.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=116&Itemid=138 [F. consulta:20161013].

INVERMAR, I. d. (2014). Plan de adaptación al cambio climático para el archipiélago de san Andrés, providencia y santa catalina. Colombia: Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Quintero, M. C. (2010). Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los Acuíferos a la Contaminación. Bogotá: Grupo De Recurso Hídrico .