ESTUDIO DEL IMPACTO DEL CRECIMIENTO DEL NIVEL

FREATICO EN EL EJIDO URBANO DE S. J. DEL RINCON

Mariano Héctor Bianchi, Rodrigo Rubén Nicuesa

Instituto Nacional del Agua - Centro Regional Litoral

E-mail: marianob128@hotmail.com rodrigorubennicuesa@gmail.com

RESUMEN

El estudio se desarrolla en la localidad de San José del Rincón. La ubicación geográfica y altimétrica de esta

zona que se encuentra dentro del valle aluvial del Río Paraná, rodeada por la Laguna Setúbal en el oeste y

por el Arroyo Ubajay al este, circunvalada por un terraplén de defensa y atravesada en su parte central por la

Ruta Prov. Nº 1, hace que normalmente y en forma natural, los niveles freáticos se encuentren cercanos a la

superficie; además cabe aclarar que somos Técnicos especializados en la recopilación de datos de forma

constante para los proyectos realizados en el Instituto y para tener una base de datos actualizada, en este caso

es un proyecto que se está llevando a cabo actualmente con la realización de futuras etapas que ya salieron

aprobadas.

Esta característica determina que, en ocasión de precipitación y/o crecida del sistema fluvial circundante, en

algunas zonas se registren afectaciones por sobreelevación del nivel freático.

Esta situación se ve agravada dada la intensa urbanización a la que está siendo sometida ésta región, sin la

necesaria construcción de obras hídricas de infraestructura.

En definitiva la combinación de factores naturales y antrópicos inciden en los niveles freáticos y generan

inconvenientes de distinta índole e intensidad, con una tendencia al agravamiento de ésta situación en el

futuro.

El objetivo del estudio consiste en analizar el comportamiento actual y futuro del nivel de la napa freática en

el ejido urbano y vincularlos con los niveles hidrométricos observados.

Para realizar el seguimiento de la evolución de los niveles hidrométricos, y vincularlos con los niveles

observados en el Hidrómetro del Puerto de Santa Fe, se instalaron dos escalas y para el seguimiento de la

evolución de los niveles freáticos se instalaron dos piezómetros.

Se realizan mediciones de niveles freáticos, superficiales (Aª Ubajay y Laguna Setúbal) y pluviométricos

para distintos eventos y en zonas con distinto grado de urbanización en San José el Rincón.

Finalmente, la densidad temporal de las mediciones ha sido variable de acuerdo al nivel de las variables

analizadas, siendo mayor durante el desarrollo de una crecida del río Paraná.



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Introducción

La particular ubicación geográfica y altimétrica de la Comuna de San José del Rincón hace que, normalmente y en forma natural, los niveles freáticos se encuentren cercanos a la superficie. Esta característica determina que, en ocasión de precipitación y/o crecida del sistema fluvial circundante, en algunas zonas se registren afectaciones por sobreelevación del nivel freático.

Esta situación se ve notoriamente agravada dada la intensa urbanización a la que está siendo sometida toda ésta región, sin la necesaria construcción de obras hídricas de infraestructura.

En definitiva la sumatoria de factores naturales y antrópicos inciden en los niveles freáticos y generan inconvenientes de distinta índole e intensidad, con una tendencia al agravamiento de ésta situación en el futuro cercano.

Similar situación se da en varias zonas de la República Argentina en donde las urbanizaciones están avanzando sobre las planicies de inundación (y en muchos casos sobre el cauce mismo) sin tener en cuenta estos aspectos.

1.2. Objetivos

El objetivo del presente proyecto consiste en caracterizar y estimar el comportamiento actual y futuro del nivel de la napa freática en el ejido urbano.

Identificar los riesgos a que están sometidas las actuales edificaciones por éste motivo y determinar las condiciones mínimas exigibles para el emplazamiento de futuras urbanizaciones.

Proponer medidas de mitigación en zonas afectadas.

Objetivos particulares

- Elaborar serie de mediciones de niveles freáticos, superficiales (Aª Ubajay y Laguna Setúbal) y
 pluviométricos para distintos eventos y en zonas con distinto grado de urbanización en San José el
 Rincón.
- Caracterización y cuantificación preliminar de los distintos factores que afectan a la evolución del nivel freático en la zona.
- Estimación de la relación de los niveles hidrométricos de la Lag. Setúbal y el Aº Ubajay y de éstos con los del Puerto de Santa Fe.



2. DINAMICA HIDRICA REGIONAL

Superficial

Desde el punto de vista morfológico del relieve, el área presenta una conformación levemente elevada, propia de un "paleoalbardón" formado por migraciones secuenciales que ha tenido el Río Paraná y otros cursos de agua asociados.

Este largo proceso ha generado una superficie levemente elevada en el valle de inundación del Río Paraná, con geoformas de lomas y bajos, que mediante un reconocimiento "in situ" y el análisis de las curvas de nivel de la plancheta IGM Esc. 1:50000 "Santa Fe" hoja 3160-26-4 se puede apreciar que dicho albardón presenta una cresta topográfica en forma de arco entre La Guardia y Rincón, desplazada levemente al oeste de la traza de RP1.

Los escurrimientos que se producen por las características de este relieve, se orientan principalmente al E y W, sin presentar la conformación de cuencas definidas.

Dadas las características fisiográficas de la zona, los excedentes pluviales inicialmente escurrían naturalmente a manto formando pequeñas vías preferenciales de acuerdo a los accidentes topográficos. A medida que la precipitación aumentaba, los escurrimientos comenzaban a concentrarse en distintos bajos existentes y, una vez rebasada la capacidad de éstos, el escurrimiento se dirigía hacia los receptores finales (Laguna Setúbal al Oeste y Aº Ubajay – Rió Colastiné al Este).

El trazado de calles interiores, las delimitaciones de los amanzanamientos, las líneas de edificación (no siempre coincidentes en una misma calle), la ocupación y relleno de bajos y bajos relativos, etc., son algunos de los aspectos determinantes en los cambios producidos por la ocupación del suelo respecto de la situación natural, y que modifican los escurrimientos pluviales.

En este sentido también las alcantarillas de cruce de la RPNº 1 han sido modificadas ya que se han cegado algunas que existían en el diseño original de la ruta. Estas cambios se entienden a partir del hecho de los distintos grados de urbanización que presentaban ambos lados de la ruta, fundamentalmente en los primeros tramos (aprox. Kmts. 0 al 2,5).

<u>Subterránea</u> (Informe Colastiné)

La zona corresponde a la llanura aluvial del río Paraná compuesta por arenas y arenas limosas en superficie.

Según Iriondo (1987), estos depósitos están compuestos por dos facies sedimentarias, la facies de albardón distinguida por arenas muy finas, limo arcilloso de color ocre con abundantes moteados y numerosos poros, tubos y moldes de raíces, posee plasticidad mediana y la facies de laguna compuesta por limo oscuro con



gran cantidad de materia orgánica en distintos grados de descomposición, contiene pequeñas cantidades de arcilla y de arena muy fina, es compacta y con porosidades bajas.

Los sedimentos que conforman la tapada del acuífero son por lo general del tipo limo arenoso, y aunque en la zona se encuentren capas arcillosas estas no son lo suficientemente potentes para separar los mismos, confiriéndole al acuífero explotado una falta de protección natural.

2.1. Descripción Dinámica Hídrica Area de Estudio

El área de estudio cubre una zona perteneciente a la cuenca de aporte al reservorio Villa Añaty. Esta abarca la zona centro del distrito de Rincón y cuenta con una superficie de 362.73 hectáreas, presentando una red desarrollada de canales que drenan los excedentes, con sentido este-oeste, hacia el mencionado reservorio. Ver Figura Nº 1.

La red de canales drena las siguientes subáreas:

- Subárea ubicada al este de la ruta Nº 1, centro de Rincón, que drena por dos canales, uno sobre calle Vergara y otro sobre callejón Bonsembiante hacia una alcantarilla de cruce existente sobre la ruta Nº 1. Luego de atravesar la ruta drena por un canal con sentido este-oeste hasta alcanzar un partidor de caudales. Este partidor cuando alcanza un umbral deriva los excedentes hacia un almacenamiento temporario que almacena los excesos que luego pasan al reservorio de la EB Villa Añaty.
- Subárea que drena hacia un canal existente, paralelo a la traza de la ruta Nº 1 con sentido norte-sur pasando los excedentes por la alcantarilla existente en calle Gamboa y de allí a un canal sobre calle De Los Santos desembocando finalmente en el mencionado reservorio.
- Subárea que drena hacia el canal paralelo a la ruta Nº 1 y luego sus excedentes pasan por una alcantarilla sobre la ruta Nº 1 a un canal que se desarrolla siguiendo la traza de calle San Martín, con sentido este-oeste, desembocando en el canal de guarda ubicado hacia el sur del reservorio Villa Añaty.
- Subárea que drena hacia los canales de calle el Rocío y Calle Los Eucaliptos hasta el canal de guarda mencionado anteriormente.

Las cotas máximas en este área son del orden de los 17.0 m IGN y las mínimas del orden de los 13.00 m IGN.





Figura Nº 1.- Área de Estudio

3. MEDICION DE VARIABLES HIDROMETEOROLOGICAS

3.1. Instalación Instrumental Hidrometeorológico

Con el fin de registrar variables hidrometeorologicas se efectivizó la compra e instalación de una Estación meteorológica Vantage Vue, marca DAVIS, **Figura Nº 2**. La misma permite el registro de todas las variables, incluyendo temperatura, humedad interior y exterior, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, punto de rocío y lluvia caída. Incluye además iconos de pronóstico de tiempo, fase lunar, horas de salida y puesta del Sol, graficación de las tendencias meteorológicas de las últimas 24 horas, días y meses.

Permite la transmisión inalámbrica hasta una distancia de 300 metros a un weather center. Este proporciona datos adicionales sobre cada variable meteorológica para el día actual y últimos 25 días, tales como máximas y mínimas diarias, cambios de temperatura por hora y cambios de la presión atmosférica. También muestra datos astronómicos, incluyendo lluvia de estrellas.

La estación se instaló en un predio privado ubicado sobre calle Bonsembiante, próximo a la ruta Nº 1. Ver Figura Nº 2.



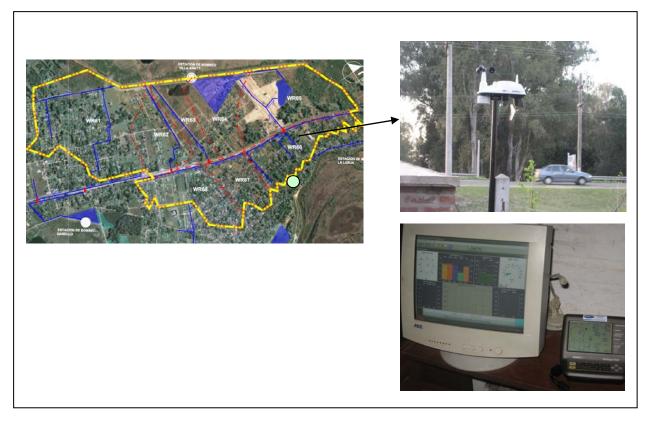


Figura Nº 2.- Estación Meteorológica Davis - Modelo Vantage Vue - Sitio de instalación

3.2. Generación de datos hidrometeorológicos

Para la adquisición de datos se programo la estación con un dt de captura de datos cada 30 minutos.

Las mediciones dieron comienzo en el mes Enero de 2011. Desde el 04/04/2011 hasta el 13/06/2011 se interrumpió la medición como consecuencia del funcionamiento defectuoso de la estación en la adquisición de los datos de temperatura, humedad y velocidad del viento. Esto motivo que fuera reemplazada por otra, la cual fue suministrada por la empresa proveedora.

La transmisión de los datos vía inalámbrica permite visualizar los mismos a tiempo real en la pantalla de una computadora según se muestra en la Figura Nº 3. Los mismos pueden ser almacenados en archivos digitales para su posterior análisis.



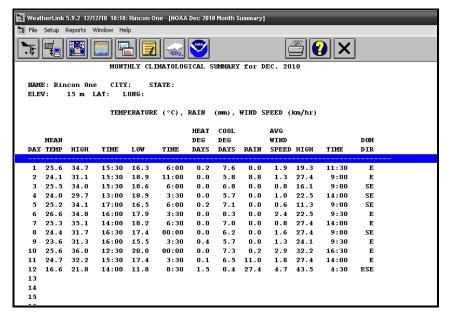


Figura Nº 3.- Visualización de datos hidrometeorológicos

4. MEDICION NIVELES FREÁTIVOS Y NIVELES HIDROMETRICOS

4.1. Construcción Piezómetros

Para el registro de variables hidrogeológicas, niveles freáticos en este caso, se instalaron dos piezómetros con una profundidad promedio de 5m. Los mismos fueron hechos con caño de P.V.C. de 2 pulgadas de diámetro, los dos últimos metros fueron ranurados y el fondo no se selló con el fin de permitir el ingreso del agua.

Están ubicados en:

- Calle Bonsembiante próximo a la ubicación de la estación meteorológica (Piezómetro 1 de la Figura Nº 4), hacia el este de la ruta Nº 1. Ver Foto Nº 1.
- En un loteo privado a la altura de calle Bonsembiante pero hacia el oeste de la ruta Nº 1 . Piezómetro
 2 de la Figura Nº 4. Ver Foto Nº 2.

4.2. Instalación escalas Hidrométricas

Además y con el propósito de medir los niveles de los cursos de agua que circundan el área de estudio se instalaron dos escalas hidrométricas:



- $\bullet~$ Escala 1: Ubicada hacia el oeste en la Laguna Setubal, fuera del anillo de defensa, Figura Nº 4 y Foto Nº 4.
- Escala 4: Ubicada en el lado este, sobre el Arroyo Ubajay, Figura Nº 4 y Foto Nº 3.



 $\textbf{Figura N^o 4.-} \ \textbf{Ubicación piezómetros y escalas hidrométricas.}$





Foto Nº 1 – Piezómetro calle Bonsembiante

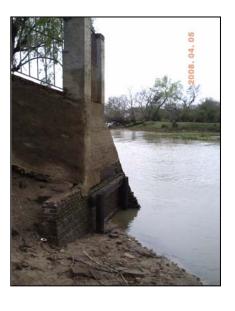


Foto N° 3 – Escala Arroyo Ubajay

Foto N° 2 – Piezometro Loteo privado



Foto Nº 4 – Escala fuera del anillo de defensa



4.3. Generación de datos freáticos e hidrométricos

Se realizó la nivelación topográfica de las bocas de pozo de los piezómetros y los ceros de las escalas hidrométricas con el fin de convertir los niveles medidos en cotas IGN y así de este modo hacer posible su comparación. La medición de los niveles tanto freáticos como hidrométricos se realiza semanalmente y/o diariamente desde Octubre de 2010 hasta la fecha.

4. RECOPILACIÓN, ANALISIS Y EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBSERVADOS

Se realiza en forma continua la recopilación y monitoreo de las variables hidrológicas aumentándose la frecuencia de las mediciones durante eventos de lluvias o crecidas significativas.

A modo de ejemplo se muestra en el Figura Nº 1 la evolución de los niveles freáticos y los niveles registrados en el Arroyo Ubajay, Laguna Setubal y Puerto de Santa Fe durante la crecida ocurrida desde Diciembre de 2015 hasta Abril de 2016.

En esta crecida, donde el río se mantuvo por encima de los 5 metros durante más de tres meses, combinado con la cantidad de días de lluvias consecutivos que se sucedieron (15 días aproximadamente) elevaron el nivel de la napa freática a una cota de 14,80 IGN (Instituto Geográfico Nacional) provocando que las calles de la costa se volvieran intransitables y los patios se llenaran de agua. Esto se produce debido a que en los barrios costeros, la mayoría de las viviendas se construyeron en zonas con cotas que van desde los 14 IGN hasta los 17 IGN por lo tanto todas las viviendas que están por debajo de cota 15 IGN tienen la napa a nivel de superficie, ver Figura Nº 2.

Esta situación provocó innumerables inconvenientes a los vecinos que no podían llegar a sus casas y se quedaban con sus autos en calles de arena que fueron rellenadas, en muchos casos, con arcilla. Ver Figuras Nº 5 y 6 (Nota diario El Litoral del 17/04/2016)



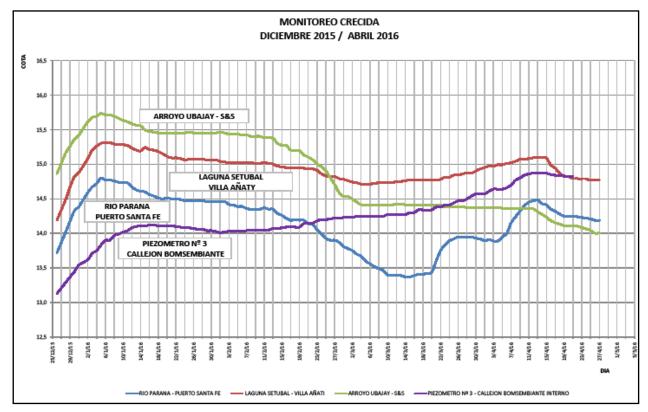


Figura $N^{\circ}1$ – Recopilacion de datos

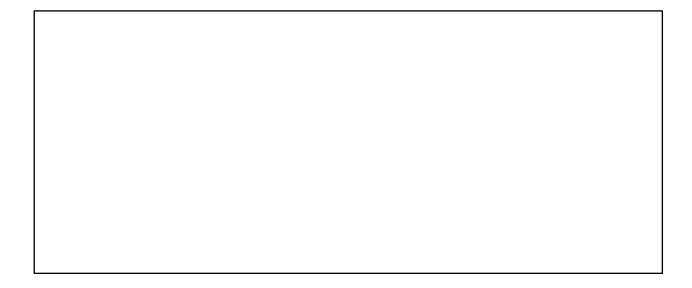


Figura N°2 – Perfil zona costera





Figura Nº 5 – Nota Diario El Litoral



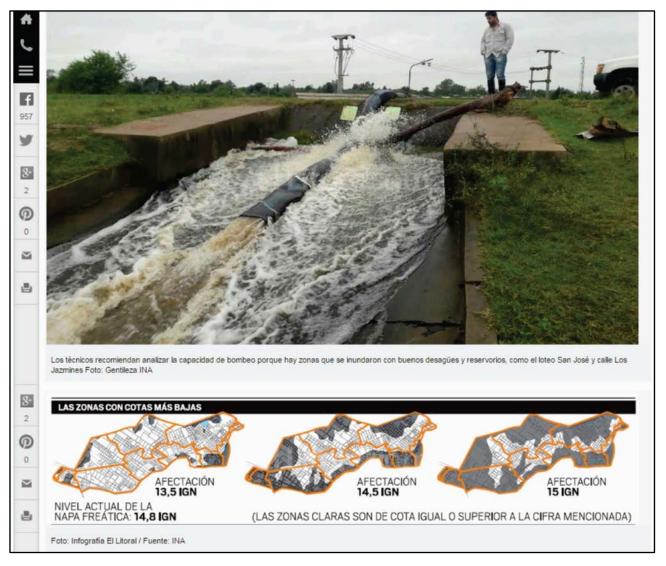


Figura Nº 6

6. CONCLUSIONES

Pudo conformarse y documentarse una serie de mediciones de niveles freáticos, superficiales y pluviométricos a partir de la red implementada y se realizó el análisis de la relación de los niveles registrados.

Se elaboró un marco conceptual del funcionamiento de la napa freática y se comenzó con el análisis de las correlaciones entre las distintas variables representativas de los factores que afectan la evolución de los niveles freáticos.

El INA-CRL está ejecutando la segunda etapa del Plan Director de Drenajes de la Costa – Distritos Santa Fe y San José del Rincón que la Municipalidad de Santa Fe le encargó al Instituto con el objetivo de realizar el dimensionamiento y anteproyecto de la red pluvial (canales/reservorios).



Además está contemplado la continuación de la operación y mantenimiento de la red de medición de las distintas variables en los puntos ya establecidos y, de ser posible, se incrementaran los mismos a fin de verificar el comportamiento de la napa freática y su relación entre con las distintas variables.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Carlos E.M.Tucci, Gestión de Inundaciones Urbanas (2007)
- Hilda Herzer Hugo Arrillaga (Coordinadores), *La Construcción Social del Riesgo y el desastre en el Aglomerado Santa* Fe (2009). Edit. UNL
- Global Water Partnership, Manual para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Cuencas (2009)
- Tucci C. E., Lalaina Porto T. y De Barros M. *Drenagem Urbana* (1995) Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Tucci C. E., da Motta Marques D. M. *Avaliação e Controle da Drenagem Urbana*. Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000) Porto Alegre.
- Water Environment Federation American Society of Civil Engineers . *Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems* (1992), ASCE, New York.
- Calomino F., Maksimović Ć., Molino B., (1995). Urban Drainage: *Experimental Catchments in Italy*. Editorial Bios. Cosenza. Italia.
- Chow VT Maidment d y Mays L. (1994) Hidrología Aplicada. Edit. Mc Graw-Hill
- Iriondo Martín H. (2010) Las aguas Superficiales y Subterráneas de la Provincia de Santa Fe.
- Orsolini H.E, Zimmermann E.D., Basile P.A. (2008). Hidrología, Procesos y Métodos. Edit. UNR.
- Nanía Leonardo S., Valentín Manuel Gómez (2006) Ingeniería Hidrológica. Edit. Grupo Editorial Universitario.