

XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje

“PLAN DE ORDENAMIENTO HÍDRICO ZONA INTERNA TERRAPLÉN DE LA COSTA SANTA FE, ARGENTINA”

*Ing. Héctor Bianchi (1), Ing. Rosana Mazzón (2),
Ing. Mariela Charlon (3), Ing. Carlos G. Paoli (4)*

(1) Instituto Nacional del Agua-CRL, Patricio Cullen 6161, 0342 4605910, inghbianchi@gmail.com

(2) Instituto Nacional del Agua-CRL, Patricio Cullen 6161, 0342 4605910, rmazzon@ina.gov.ar

(3) Instituto Nacional del Agua-CRL(cont), Patricio Cullen 6161, 0342 4605910, marielascan@hotmail.com

(4) Instituto Nacional del Agua-CRL (cont), Patricio Cullen 6161, 0342 4605910, cpaoli@ciudad.com.ar

RESUMEN

La zona de estudio tuvo un crecimiento urbanístico significativo a partir del año 1990 a lo largo de la Ruta Provincial Nº 1, e incluye los distritos de Santa Fe y San José del Rincón. Inserta en el sistema del río Paraná, está protegida por terraplenes de defensa laterales que permiten disminuir los riesgos frecuentes de inundación por crecidas de los ríos.

Se llevó adelante un estudio tendiente a generar un Plan de Ordenamiento Hídrico, en una primera etapa, tal que defina los criterios, técnicos y legales-administrativos, para la ocupación del suelo y las obras de drenaje pluvial necesarias.

Palabras claves: Plan de Ordenamiento Hídrico, Ocupación del suelo, Drenaje pluvial, Argentina.

ABSTRACT

The study area had a significant urban growth from 1990 along Provincial Highway No. 1, and includes the districts of Santa Fe and San José del Rincón. Inserted into the Parana river system is protected by embankments side defense that help decrease risk of flooding from frequent flooding rivers.

Was carried out a study to generate a Water Ordering Plan, at an early stage, such that defines technical and legal-administrative criteria, for land use and necessary stormwater drainage works.

Keywords: Water Ordering Plan, Land cover, storm drainage, Argentina.

SOBRE EL AUTOR PRINCIPAL

Ingeniero en Recursos Hídricos - Año 1979. - F. I. C. H. – Universidad Nacional del Litoral.

Area Temática: Tratamiento integrado de problemas hídricos en áreas densamente pobladas.

Actualmente desarrollando la Tesis de la Maestría en Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

Antecedentes Profesionales

Desde 1978 a 1982 Proyectista en el SPAR – Santa Fe. Desde 1982 a 1987 Como Hidrólogo Urbano en Consultoras Privadas (Consulbaires, EIH). Desde 1987 a la actualidad en el Instituto Nacional del Agua. Actualmente en el Centro Regional Litoral como Responsable y Coordinador Técnico de Proyectos y Planes Hídricos Integrales.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrollo en el marco del convenio de asistencia técnica y colaboración recíproca suscripto entre la Municipalidad de Santa Fe y el INA.

La zona de estudio forma parte de un área que tiene un crecimiento urbanístico significativo iniciado a partir de la década de 1990 a lo largo de la ruta provincial N° 1, principalmente en los primeros 20Km, iniciales desde la intersección con la ruta nacional N° 168 y hasta la población de Arroyo Leyes inclusive.

El área de estudio propiamente dicha es de aproximadamente 17.46 Km², y se divide en dos distritos, uno correspondientes a la Municipalidad de Santa Fe y el otro a la Comuna de San José del Rincón con una población total de más de 25.000 Hab. Esta zona está inserta en el sistema del río Paraná a través de la Laguna Setúbal en el oeste y por el Arroyo Ubajay y río Colastiné al este

Con el correr de los años la ciudad de Santa Fe y las zonas aledañas fueron avanzando sobre los terrenos inundables y espejos de agua que forma el valle de inundación del río Paraná, sin atender a los condicionamientos morfológicos del relieve del suelo.

Este proceso continuo de urbanización, favoreció la realización de infraestructura básica como escuelas, comercios, red eléctrica etc. La construcción de la defensa de San José del Rincón sobre el borde este, tomando como cierre del anillo, la ruta provincial N° 1. La finalización del terraplén sobre el distrito de Colastiné en la franja oeste y este, cerrando en todos los casos, con la ruta provincial N° 1 y la ruta nacional N° 168.

Con el fin de responder el requerimiento oportunamente efectuado por la Municipalidad de Santa Fe, se elaboró un plan de trabajos y presupuesto para llevar adelante un estudio tendiente a generar un Plan Director de la zona de la costa (La Guardia, Colastiné Norte y San José del Rincón) referido a la definición del drenaje del sector interno a las defensas, contemplando la infraestructura existente, las características fisiográficas para generar alternativas de consolidación de la red de drenaje y todos los componentes del sistema, en cuanto a reservorios, estaciones de bombeo y descarga por gravedad, alcantarillado y obras complementarias de la Ruta Prov. Nro. 1.



Figura 1. Ubicación de las defensas exteriores contra inundaciones en el área de estudio.

DIAGNOSTICO CUALITATIVO –MARCO CONCEPTUAL

Uno de los objetivos del presente estudio fue el de obtener un Diagnóstico Cualitativo a partir de los numerosos antecedentes y experiencia profesional del INA en la zona. Este diagnóstico permitió delinear el marco conceptual de referencia para la definición y cuantificación de las medidas estructurales y no estructurales que mitiguen los problemas de anegamiento que presenta la región de la costa.

En éste sentido se trabajó en la descripción de las distintas Amenazas y Vulnerabilidades que presenta la zona y en su evolución histórica reciente a partir de los eventos hidrometeorológicos y obras de infraestructura que modificaron de forma significativa, total o parcialmente, la dinámica de los escurrimientos.

Cabe aclarar que se decidió trabajar de esta forma a fin de aplicar la metodología de la Gestión Integrada de Crecidas (GIC) con el objetivo de identificar, evaluar y priorizar los distintos factores de riesgo que intervienen en las situaciones de anegamiento y/o inundación que se presentan.

De tal forma que la identificación de las amenazas implica la determinación de los factores exógenos (precipitaciones intensas, crecidas, cambio climático, etc.), que son función de la probabilidad

de ocurrencia de los distintos tipos de eventos que dan origen a las inundaciones. De manera complementaria, cabe considerar las vulnerabilidades, es decir los factores endógenos (físicos, biológicos, socio-económicos) que potencian los factores exógenos y que dependen de las propiedades intrínsecas de las características ambientales de las cuencas donde se verifica un evento crítico, puesto que actúan como un factor multiplicador del peligro exógeno.

En principio, se identificaron tres tipos de Amenazas

- Crecidas del Nivel del Río
- Ascenso del Nivel Freático
- Precipitaciones Intensas

Desde el punto de vista de las vulnerabilidades (factores endógenos), se distinguen distintos factores fundamentalmente ligados a los desarrollos de urbanizaciones y ocupación del suelo:

- Urbanización sin Planificación ni Infraestructura
- Exposición a Inundaciones Fluviales.
- Urbanización en cotas inferiores a las crecidas ordinarias
- Impermeabilización y Relleno de Bajos Naturales
- Aumento de Pozos Negros
- Realidad Socio-Cultural. Visiones Disparas
- Jurisdicciones

En definitiva en el Gráfico N° 1, se puede apreciar que, en general, hubo un incremento en la evolución temporal de las amenazas y vulnerabilidades que afectan la zona.

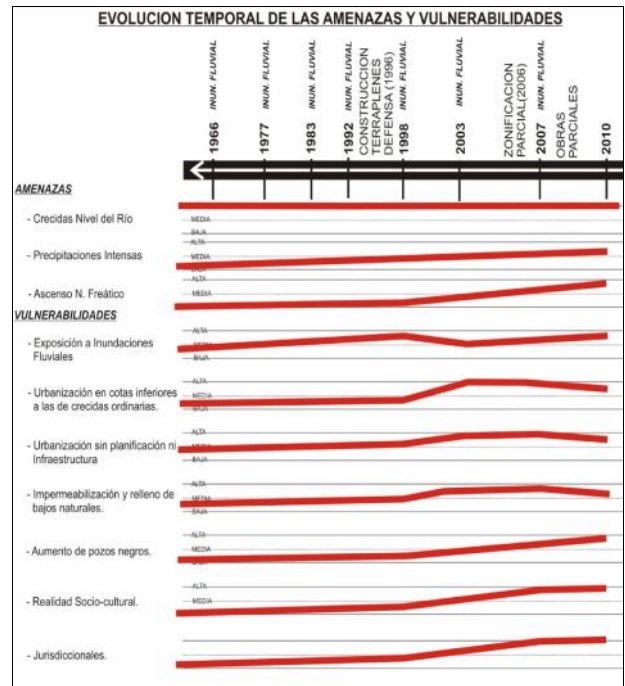


Gráfico N° 1

METODOLOGIA

Se elaboró una propuesta metodológica compuesta de tres etapas:

Etapa I – Plan de Ordenamiento Hídrico

Objetivos y Alcance:

Marco Conceptual - Diagnóstico -
Definición De Medidas Prioritarias.
Predimensionamiento Hidráulico

Etapa II – Plan Director

Objetivos y Alcance

Propuesta De Obras A Nivel Anteproyecto
Ajuste Red Troncal, Reservorios y Estaciones de
Bombeo. Desarrollo Red Secundaria
Caracterización Ambiental
Cómputos Métricos y Presupuestos a Nivel Global.
Análisis Económico
Secuenciación de Obras

Etapa III – Proyectos Ejecutivos

Objetivos y Alcance

Relevamientos De Detalle
Ajuste y Modelación de cada Obras
Estudios de Impacto Ambiental de cada obra
Cómputos Métricos y Presupuesto Analítico
Elaboración de Pliegos

ETAPA I PLAN DE ORDENAMIENTO HÍDRICO

En esta 1er. Etapa se trabajó con la Planialtimetría existente (Áreas de Riesgo Año 2006), y se delimitaron las distintas áreas de aporte en función de las características topográficas y de planificación de desarrollo previsto para la zona. Se calcularon los caudales y volúmenes, modelación mediante, que cada una de éstas áreas es capaz de producir en base a tormentas de distintas recurrencias.

También, y a fin de evaluar integralmente los procesos de evacuación de las aguas pluviales, se realizó una caracterización de la napa freática y su evolución en el tiempo.

En esta etapa también se plantearon las trazas y dimensiones de las defensas internas que otorguen una seguridad adicional al actual anillo de defensa. Asimismo se propusieron distintas medidas no estructurales tal que aseguren una urbanización sustentable en el tiempo.

Se realizaron reuniones con participación de los vecinos, en distintas instancias del estudio, con la participación de autoridades provinciales, municipales y comunales.

DINAMICA HIDRICA 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.

A partir de la construcción de la RPN^o1, la materialización de las defensas, y de la gran urbanización (sin planificación alguna) operada en la zona, la mecánica de evacuación de excesos pluviales sufrió grandes cambios. Algunos de los cuales se resumen en la Tabla N^o 1.

Tabla N^o 1

<u>ACCION</u>	<u>EFECTO</u>
Fraccionamiento de lotes y Apertura de Calles	Cambios de Dirección Esguimientos Naturales
Impermeabilización (Disminución Infiltración)	Aumento de la Escurrentía (Velocidad y Volumen)
Relleno de Bajos Naturales (Disminución de Almacenamientos)	Aumento de la Escurrentía y Cambio de Dirección Esguimientos Naturales.
Aumento de Pozos Negros (Elev. Napa Freática → Disminución Potencial de Infiltración)	Aumento de Escurrentía

Tal como se aprecia las acciones realizadas condujeron a un cambio sustancial no sólo aumentando los volúmenes y velocidades de la escurrentía sino que también cambiando su dirección original y generando puntos de acumulación y/o anegamiento donde antes no los había

Caracterización Inundación Marzo – Abril 2007

En el año 2007 en la región de Santa Fe, y gran parte de la provincia, se dio un fenómeno de precipitaciones pluviales con algunas características muy por encima de los registros ordinarios para este tipo de eventos. Es así que durante el Mes de Marzo precipitaron más de 566.4 mm, concentrando los últimos 369 mm entre el 26 y 30 de Marzo.

A su vez el Río Paraná en el hidrómetro del Puerto Santa Fe, registraba para esos días niveles de alrededor de los 5.5 – 6 metros (cota 13.70 – cota 14.20 m IGN), lo que, en conjunto con la precipitación ocurrida, configuró una situación hidrometeorológica, de extrema gravedad. Sin considerar la distribución areal, el volumen de agua precipitado en los últimos días de Marzo, en todo el anillo de defensa, fue de 6.64 hm³ (369 mm en 1800 has).

Sin posibilidades el sistema de controlar dicho volumen por medios naturales (infiltración – evaporación: minimizadas al máximo por el nivel freático alto y las ppciones. antecedentes, y sin acceso a los receptores por ocurrir dentro del anillo de defensa estando los niveles altos del río), la única vía de evacuación era la de las estaciones de bombeo.

La capacidad total en ese momento (Año 2007) era de 6.000 m³/ h, con el correr de los días esta capacidad llegó a los 10.000 m³/h. A los efectos de

realizar este balance preliminar se tomó una media de 8.000 m³/h (0.192 hm³/día). Tal como se aprecia la capacidad de bombeo era del orden del 3 % del total de agua caída. Por este motivo, se comenzaron a acumular volúmenes en superficie que produjeron importantes anegamientos y afectaciones que se prolongaron durante varios días.

En este caso se estimó que el nivel de equilibrio fue alcanzado, de acuerdo a la reconstrucción realizada a partir de testimonios de distintos pobladores y relevamientos realizados en esa época, en cotas cercanas a los 15,0 IGN

En la Figura N° 2- Imagen Radarsat del día 7 de Abril de 2007, procesada por CONAE – INA, se advierte la magnitud de las áreas afectadas luego de seis días de ocurrido el evento.

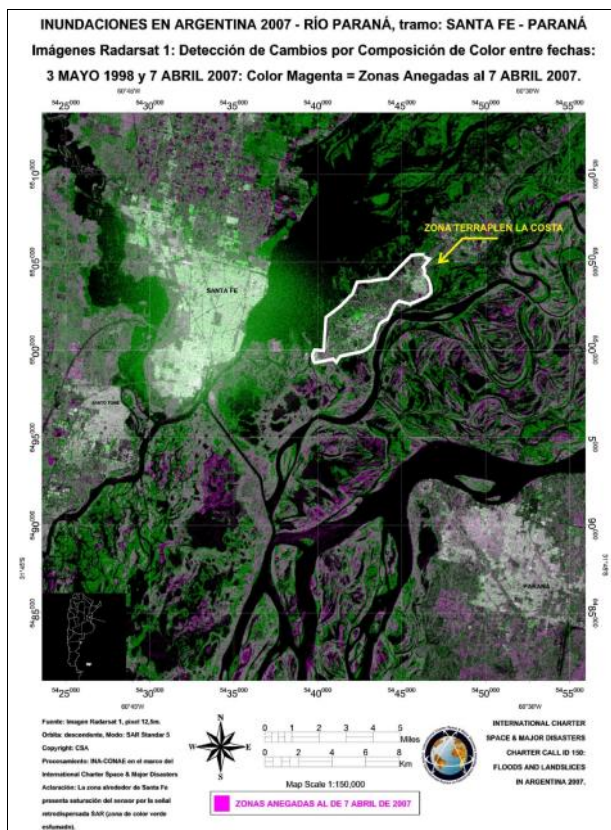


Figura N° 2. Imagen Radarsat del día 7 de Abril de 2007

En la Figura N° 3 se focaliza la imagen procesada y se la compara con la obtenida de sombrear las superficies por debajo del Nivel 15,0 IGN de la topografía antecedente. Tal como se visualiza la imagen de radar presenta áreas más claras en tramos cercanos a la ruta (Km 2 al Km 4) del Distrito Colastiné y en las zonas del centro de San José del Rincón, que no fueron afectadas por las aguas

coincidiendo con las zonas más altas y de mejor potencial hidráulico. El resto, coincidiendo aproximadamente con cotas inferiores a 15,0 IGN, si bien no presenta anegamientos uniformes, se puede advertir (zonas más oscuras y de color magenta) que habían sido afectadas en mayor o menor grado.

En definitiva si bien, y de acuerdo a constancias existentes, en el momento de máxima inundación en algunos sectores se alcanzaron niveles de 15 m IGN, al cabo de dos o tres días posteriores al evento, el nivel se estabilizó en aproximadamente 14.50 IGN.

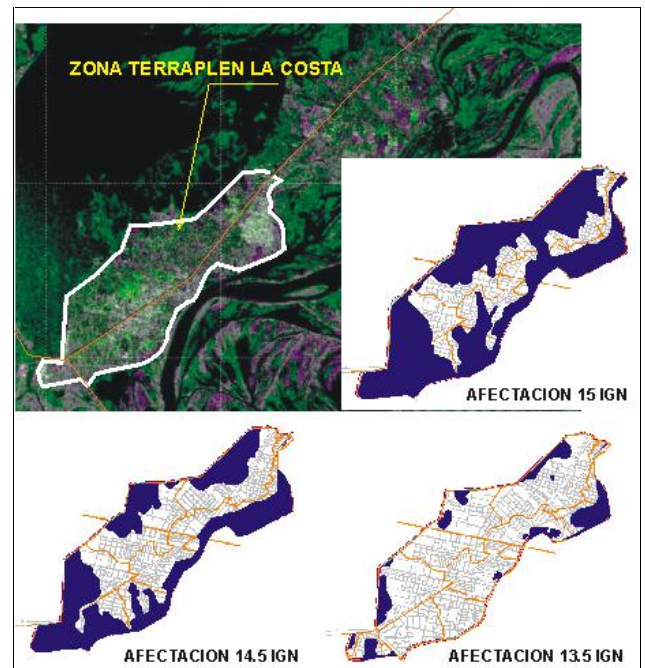


Figura N° 3. Caracterización situación año 2007

MODELACION MATEMATICA DETERMINACION DE CAUDALES Y VOLUMENES

A fin de calcular los caudales producidos por las precipitaciones y que deberán ser conducidos, almacenados y bombeados, en primera instancia se delimitaron las distintas áreas de aporte a cada estación o punto de bombeo.

Teniendo en cuenta los criterios, características físicas y condicionamientos expresados en puntos anteriores se identificaron once áreas de aportes asociadas a las estaciones de bombeo fijas actuales.

Las obras de infraestructura que se consideraron como condicionantes para la distribución de las áreas de aporte fueron:

- Ampliación y Remodelación de la Ruta Prov. N° 1
- Incorporación de nuevas estaciones y pozos de bombeo
- Defensas Internas

En función de estos aspectos se elaboraron dos distribuciones:

Distribución Actual

Teniendo en cuenta los criterios, características físicas y condicionamientos expresados en puntos anteriores se identificaron once áreas de aportes asociadas a las estaciones de bombeo fijas actuales. Figura N° 4.

Distribución Futura

La construcción de tres nuevas estaciones de bombeo (Los Dinosaurios, Villa California y El Bañado) y la reubicación de dos de las actualmente en funcionamiento (La Toma y Los Naranjos), y la construcción y reubicación de algunas alcantarillas de cruce proyectadas en la ampliación de la Ruta Prov. N° 1, modificarán en el futuro inmediato los límites de las subcuencas mencionadas en el punto anterior. Tomando estas consideraciones en cuenta se delimitaron las trece áreas de aporte. Figura N° 5.

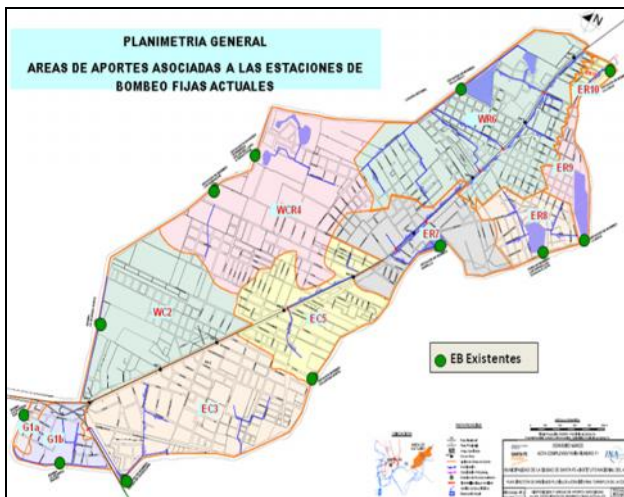


Figura N° 4. Áreas de Aportes Asociadas a las Estaciones de bombeo fijas Actuales



Figura N° 5. Disposición y Áreas de aporte Futuras.

Ocupación del Suelo

Este punto está referido a considerar los distintos grados de impermeabilización del suelo de cada una de las áreas y subáreas modeladas. En el modelo utilizado la variable que tiene en cuenta esta característica es el TIMP (Superficie Total Impermeable). Se distinguieron dos estados:

- *Ocupación Actual:* Se determinó la misma en base a las imágenes satelitales y recorridas de campo.
- *Ocupación Futura:* Se supuso, como situación de ocupación futura, que el % de superficie impermeable de cada área será igual a la máxima permitida y determinada por el FOS vigente en las zonificaciones de cada distrito.

Escenarios Hidrometeorológicos

Para el cálculo de caudales y volúmenes producidos se consideraron distintos escenarios hidrometeorológicos que en definitiva son las condiciones de borde que, para distintos grados de ocupación del suelo, maximizan los escurrimientos.

Básicamente el concepto es que, para un mismo volumen precipitado, la disminución de la posibilidad de infiltración (una de las principales vías de evacuación de los excesos) por crecimiento de la napa freática (niveles altos del sistema Paraná) y/o por humedad antecedente del suelo (precipitaciones prolongadas en el tiempo); se conviertan en un aumento de los volúmenes escurridos.

Explotación y Resultados

Teniendo en cuenta todos los criterios y conceptos vertidos en los puntos anteriores, se realizaron distintas corridas del Modelo Arhymo.

A fin de cubrir los aspectos actuales y de máximos posibles, en referencia a caudales y volúmenes producidos por cada área de aporte en distintas situaciones, es posible agrupar las corridas de acuerdo a la Tabla N° 2.

Tabla N° 2

Situación	Distribución A. Aporte	Ocupación del Suelo	Escenario Hidrometeorológico	Corrida Nro.:
ACTUAL	Actual	Actual	CN: 60 Ia: 20 mm XIMP= 50 % TIMP	I
	Actual	Actual	CN: 80 Ia: -1 XIMP= 100 % TIMP	II
FUTURA	Futura	Futura (TIMP= FOS)	CN: 60 Ia: 20 mm XIMP= 50 % TIMP	III
	Futura	Futura (TIMP= FOS)	CN: 80 Ia: -1 XIMP= 100 % TIMP	IV

Se caracterizaron, calcularon las características físicas y elaboraron planos de detalle de cada área. Ver figura N° 6.

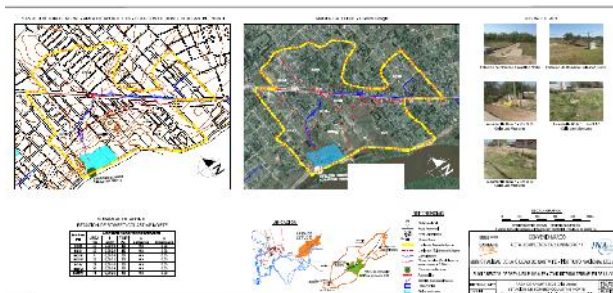


Figura N° 6. Planos de Detalle por Área de Aporte

Se calcularon así como las capacidades actuales de bombeo de cada una de las áreas de aporte y su comparación con los caudales producidos.

Del mismo modo que para la situación actual, pero incorporando las obras de infraestructura previstas para la zona (estaciones de bombeo y nuevas alcantarillas) y una situación de ocupación del suelo igual a la máxima permitida en cada zona.

En esta situación se contempló el almacenamiento en los bajos (perfilados y profundizados) identificados para tal fin. También, y de acuerdo al área que así lo requiriese, se calculó la capacidad de

bombeo necesaria para evacuar los excesos en 24 hs para cada uno de los escenarios propuestos

DEFENSAS INTERIORES - COSTILLAS

Debido a las reiteradas inundaciones fluviales en el área de estudio y a modo de proteger la urbanización formada en los distritos Colastiné-San José del Rincón, se construyeron en décadas pasadas, terraplenes laterales de defensa que forman un anillo de protección. Estas obras de protección son constantemente puestas a prueba y deben planificarse condiciones de riesgo, como alguna condición de colapso parcial.

En el presente estudio se analiza una alternativa que permita disminuir el riesgo de inundación a partir del desarrollo de un terraplén interior que genere cuencos estancos dentro del anillo de protección ante la eventualidad de una rotura de algún sector del terraplén exterior.

Como se mencionó anteriormente, el anillo que circunvala la zona de estudio, presenta en su interior la ruta provincial N° 1, que tiene una dirección dominante norte – sur, y divide el área en dos fajas, constituyendo naturalmente un terraplén interior que puede actuar para algunos niveles de protección, como un sistema de defensa con las modificaciones correspondientes, eliminando o controlando los pasos de agua o alcantarillas que cruzan a ambos lados de la misma.

El terraplén interior proyectado consiste en la ejecución de un terraplén de material suelto compactado que se une con los anillos exteriores de protección. La traza seleccionada se ubica sobre la calle “Callejón Laborie” en el borde oeste y sobre la calle “Las Casuarinas” en el borde este de la ruta provincial, Figura N° 7 permitiendo así la división del área urbanizada en cuatro espacios o cuencos.



Figura Nº 7. Traza del terraplén interior

ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS

La particular ubicación geográfica y altimétrica de la Comuna de San José del Rincón hacen 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 sobre elevación 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.

La evolución y el grado de participación en cada aspecto en la conformación de los niveles freáticos se están monitoreando a partir de la ejecución de dos piezómetros, tres escalas hidrométricas y la instalación de una estación que registra las variables meteorológicas.

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CASOS PARTICULARES

En el transcurso de la primera etapa, se han efectuados relevamientos de apoyo realizados por el Departamento Relevamientos Planialtimétricos de la Municipalidad, en zonas específica.

También en el transcurso del estudio se han presentado notas de reclamos de vecinos damnificados en distintos puntos críticos de la zona. Dichos reclamos son analizados y estudiados en el marco del presente trabajo con el fin de dar respuestas en la propuesta general de obras en la zona de estudio

REUNIONES PARTICIPATIVAS ACTIVIDADES DE DIFUSION DEL PLAN

Se continuaron e intensificaron las reuniones a los efectos de consensuar una propuesta integral de obras y explicar los alcances del plan, se han realizado distintas reuniones con autoridades y vecinos.

- Reunión con la Secretaría de Planeamiento de la MCSF
- Reuniones con el Concejo Deliberante de la Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe.
- Reunión con Autoridades Comunales de San José del Rincón
- Reunión con Asociaciones Vecinales (Colastiné Norte y Villa California)
- Reuniones con Dirección Provincial de Vialidad (DPV), Con los Departamentos Técnicos y la Delegación de la Costa.

CONCLUSIONES

En primera instancia se aprecia que la sensibilidad del sistema (reproducida por el modelo) en cuanto a los volúmenes totales producidos, es mucho más alta a las condiciones de borde impuestas por el marco hidrometeorológico (condición de ppción. antecedente y nivel freático alto) que por las establecidas por el desarrollo urbanístico de la zona (obras y ocupación del suelo).

Esta característica pone en evidencia la vulnerabilidad hídrica natural que posee toda esta zona y que determina que las acciones antropogénicas que se realicen dentro del anillo de defensa deberán ser verificadas, necesariamente, bajo los escenarios hidrometeorológicos más desfavorables.

También se puede concluir preliminarmente que, a nivel global, los volúmenes producidos por una tormenta de cinco años de recurrencia (precipitación total de 60 mm en una hora) pueden ser absorbidas por el sistema en un día, siempre que se asegure la

llegada de los excesos a las estaciones de bombeo, en su condición de urbanización futura y condición hidrológica saturada (corrida IV).

Respecto de la Capacidad Actual (Instalada y Disponible), resulta eficiente para la Tormenta analizada en Situación Actual y Futura, con condiciones hidrometeorológicas Normales (Corridas I y III), muy cercana a evacuar la Situación Actual en escenarios de saturación (Corrida II) y lejos de la Situación Futura en esta última condición (Corrida IV).

Este déficit, volúmenes de agua que no pueden ser bombeados al exterior del anillo, es subsanado por el sistema ocupando los sitios destinados específicamente a los almacenamientos temporarios y las zonas bajas en general

Este aspecto ha sido tenido en cuenta en la modelación y se han elaborado Tablas en donde se indican las superficies y los volúmenes retenidos en cada área de aporte, tanto para la situación actual como para la situación futura. En las mencionadas tablas se han diferenciado los volúmenes acumulados en zonas bajas naturales de los lugares establecidos formalmente como almacenamientos temporarios (es decir tierras fiscales cuya propiedad es de la Provincia, del Municipio o de la Comuna).

No obstante se han logrado identificar los principales problemas y proponer en consecuencia las obras necesarias para su mitigación, como primera aproximación al ordenamiento hídrico de la zona de estudio.

De tal forma que para cada una de las áreas de aporte se han propuesto, y se señala en los planos correspondientes, los troncales necesarios para evacuar la tormenta de diseño seleccionada para la situación futura descrita anteriormente.

También es necesario destacar que la mayoría de los reservorios propuestos para las estaciones de bombeo han sido calculados mediante las áreas bajas disponibles en cada zona próxima a sus respectivas estaciones de bombeo, proponiendo a las autoridades municipales y/o comunales la conservación de las mismas como almacenamientos temporarios de aguas pluviales, con el fin de ejecutar su proyecto definitivo (cuando así la situación lo requiera), incluyendo el cálculo de su cota mínima correspondiente en cada caso.

El gran impacto urbanístico creciente desarrollado en el recinto de estudio y las condiciones de riesgo hídrico que enfrenta la zona, se recomienda como

etapa inicial, la construcción del terraplén interior a una cota de 16 m o 16.50 m, de manera de proteger el recinto de las crecidas más frecuentes.

En etapas posteriores, se podrá considerar un alteo a un nivel superior, analizando aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.

RECOMENDACIONES

A Nivel Estructural

Se recomienda como medida prioritaria la culminación de la construcción y puesta en operación de las dos estaciones de bombeo en ejecución por la Provincia, estas son las estaciones de Villa California y Parque Jurásico, ya que abarcan zonas con una gran vulnerabilidad hídrica frente a las precipitaciones pluviales.

Continuando con las prioridades de obras, se estima que la construcción de las costillas o defensas interiores propuestas, en callejón Laborie y Las Casuarinas, son de fundamental importancia para sectorizar el riesgo de inundaciones y contribuir al ordenamiento hídrico de la zona.

Otro aspecto fundamental, es la ejecución del proyecto de ampliación de la Ruta Prov. 1 y su correcta secuenciación de obra. La construcción de las alcantarillas de cruce propuestas, que vinculan el este con el oeste deberán realizarse una vez resueltos los escurrimientos hacia los reservorios de las estaciones de bombeo, tratando de que en todo momento el impacto hídrico que genere esta obra en la zona, sea mínimo.

Con respecto a Obras Complementarias y que hacen al manejo de las excedencias hídricas en la zona, se destaca también la incorporación de compuertas en cada una de las alcantarillas de cruce de la Ruta, tal como fue propuesto y acordado con la DPV, en etapas anteriores del proyecto.

A Nivel No Estructural

Normativas - Legales

- Implementación Ley 11 730 dentro del anillo de defensas
- Adecuación y/o generación de Ordenanzas Complementarias a la zonificación que tengan en impacto hídrico que genera en las zonas aledañas la ocupación y relleno de los bajos naturales existentes. Generación de

nuevas ordenanzas que contemplen un impacto hídrico nulo de las nuevas urbanizaciones y loteos propuestos.

administrativos – operativos que no siempre están dentro de una misma esfera de organización.

Operativos

- A nivel operativo, y dada la particular conformación de la zona interna del anillo defensivo, con áreas de características y problemáticas similares, y la importancia que tienen los almacenamientos para regulación de excesos pluviales en esta zona, se recomienda la planificación de una adecuada política de operación de las estaciones de Bombeo, con el objetivo de que, en función de registros de lluvias en tiempo real y los niveles del río, la premisa sea maximizar siempre las capacidades de almacenamiento disponibles, para hacer frente a los eventos pluviométricos en la zona.

Organizativas – Administrativas

- A nivel organizativo y tal como se advierte al cabo del presente estudio, la problemática que se pretende abordar para establecer y gestionar un Plan Director de los Desagües Pluviales en la Zona Interna del Terraplén de la Costa es hipercompleja y requiere de la resolución de una multiplicidad de problemas técnicos –

En efecto, la eficiente coordinación entre oficinas de distintas jurisdicciones (Provincia, Municipio y Comuna), incluso entre oficinas de la misma jurisdicción (MASPyMA, Vialidad Provincial, etc.), la comunicación y participación de la sociedad civil, la administración de los recursos para resolver problemas comunes en distintas jurisdicciones, la planificación del uso y ocupación del suelo (marco legal y regulatorio), la visión integral del uso y control del recurso hídrico (la problemática del manejo de los excesos pluviales, se debe asociar al manejo de crecidas del sistema Paraná y también a los aspectos sanitarios – agua potable y evacuación de aguas servidas – en la zona) y la aplicación de criterios de gestión integrada, requieren de una estructura administrativa y organizativa en donde estén representados todos los actores involucrados. En principio se propone la figura del Consejo Consultivo de la Costa (que a comienzos del 2010 estuvo funcionando) en donde estén representados las autoridades políticas de la zona (Provinciales, Municipales y Comunales). También deberían conformarlo representantes de los vecinos de la región.

Heras, R (1972) Manual de Hidrología (T8), Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid.

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. UNR.

Nanía Leonardo S., Valentín Manuel Gómez (2006). Ingeniería Hidrológica. Grupo Editorial Universitario.

BIBLIOGRAFÍA

Maksimovi ., Radojkovi M. (1986). Urban Drainage Catchments. Pergamon Press.

Maza J., Fornero L., Litwin C., Fernández P. (1996). ARHYMO. Versión 2.0. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas – Centro Regional Andino, Mendoza.

Wisner P., P'ng. C. (1986). OTTHYMO: Un modelo matemático para Planificación de Sistemas Maestros de Drenaje. Universidad de Ottawa, Canadá.

Calomino F., Maksimovi ., Molino B. (1995). “Urban Drainage: Experimental Catchments in Italy”. Editorial Bios. Cosenza. Italia.

Chow VT Maidment d y Mays L. (1994) “Hidrología Aplicada”. Mc Graw-Hill