

Determinación de Áreas de Riesgo Hídrico. Aplicación en la Localidad de Casilda, Provincia de Santa Fe.

Lucía Odicini, Raúl Navarro, Adelma Mancinelli, Albertina González, María Eva Jokanovich

Departamento de Hidráulica - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario

E-mail: luciaodicini@gmail.com

RESUMEN: En la Provincia de Santa Fe, con la Ley 11.730, se intenta instaurar un plan de ordenamiento territorial que consiste en regular el uso de bienes situados en áreas con riesgo hídrico. La aplicabilidad de dicha ley está sujeta al estudio de las características hidrológicas de todo el territorio provincial, de modo de poder realizar una adecuada zonificación de dichas áreas.

En el presente trabajo se evaluaron los estudios que deben realizarse a fin de posibilitar la delimitación de las áreas de riesgo, en función de la tipología del sistema hídrico.

Posteriormente se realizó una aplicación de la metodología para la determinación de áreas de riesgo hídrico en la localidad de Casilda, Provincia de Santa Fe, la cual se encuentra atravesada por el Arroyo Candelaria. La cuenca hídrica de dicho arroyo presenta un estado muy avanzado de antropización y parte del ejido urbano de Casilda se encuentra dentro del valle de inundación.

La metodología utilizada incluyó un análisis hidrológico en primer lugar que dio como resultado los caudales de escurrimiento y en segundo lugar un análisis hidráulico con el cual se obtuvieron las cotas de la superficie de agua en los cursos analizados. La obtención de niveles de pelo de agua se basó en modelos matemáticos que simulan el comportamiento de la cuenca en base a datos como lo son la topografía, el perfil de los cauces, los hidrogramas de entrada, etc. El estudio se realizó para eventos de precipitaciones de 100 y 500 años de recurrencia, para determinar las distintas áreas de riesgo que establece la Ley.

Los resultados obtenidos indicaron que aproximadamente el 25% del área urbanizada de la Ciudad de Casilda está sometida a riesgo de anegamiento temporario, y la delimitación de la mancha de inundación brinda herramientas en cuanto a la planificación de futuras urbanizaciones.

INTRODUCCIÓN

El trabajo presenta una metodología práctica para la determinación de manchas de inundación en la localidad de Casilda, Provincia de Santa Fe.

Mediante la ley 11.730 en la Provincia de Santa Fe se intenta instaurar un plan de ordenamiento territorial y establecer el régimen de uso de bienes situados en áreas inundables.

La mencionada ley propone la determinación de tres tipos de áreas en las cuales aplicar distintas regulaciones del uso del suelo. Los tipos de área propuestas son:

Área I - Corresponde a los cauces naturales y artificiales y cuerpos de agua permanente.

Área II - Corresponde a las vías de evacuación de crecidas y áreas de almacenamiento.

Área III - Corresponde a áreas con riesgo de inundación no incluidas en las Áreas I y II.

La determinación de dichas áreas es el punto más importante para la aplicabilidad de la ley.

La cuenca del canal Candelaria, perteneciente al sistema hídrico del Arroyo Saladillo, presenta un grado de antropización importante. Esto ha producido la alteración de las características naturales del sistema hídrico, generando un incremento en los caudales de escurrimiento y menor tiempo de respuesta del sistema.

La localidad de Casilda se encuentra situada en el valle de inundación de este canal. Los eventos lluviosos de gran magnitud que se sucedieron en las últimas décadas han llegado a ocasionar el desborde del curso produciendo anegamientos de zonas pobladas.

OBJETIVOS

Se desean obtener los límites de las distintas áreas de riesgo hídrico que plantea la Ley 11.730 en la localidad de Casilda. La determinación de las zonas de riesgo permite planificar el crecimiento de las urbanizaciones de manera que las mismas se desarrollen en suelos seguros desde el punto de vista hídrico. Conjuntamente, para que pueda regir la legislación deben materializarse los límites físicos de las tres áreas de riesgo.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Casilda es la ciudad cabecera del departamento Caseros, ubicada al sur de la provincia de Santa Fe. Sus coordenadas de ubicación son $33^{\circ}02'39''$ de latitud sur y $61^{\circ}10'05''$ de longitud oeste. La zona sur del ejido urbano se encuentra atravesada por el canal Candelaria.

Hidrológicamente se puede definir al área en estudio como de llanura, con una zona alta con depresiones y una zona baja de pendientes relativamente elevadas, constituyendo la vía principal de drenaje, el canal Candelaria. Existen a su vez, vías de drenaje artificiales, como el canal Sanford-Arequito, que desembocan en el arroyo Saladillo.

Se consideró la sección de cierre para este estudio en particular, aguas abajo del puente de la Ruta Nacional (RN) N°33, sobre el canal Candelaria. En la Figura 1 se muestra un esquema del sistema hídrico estudiado.

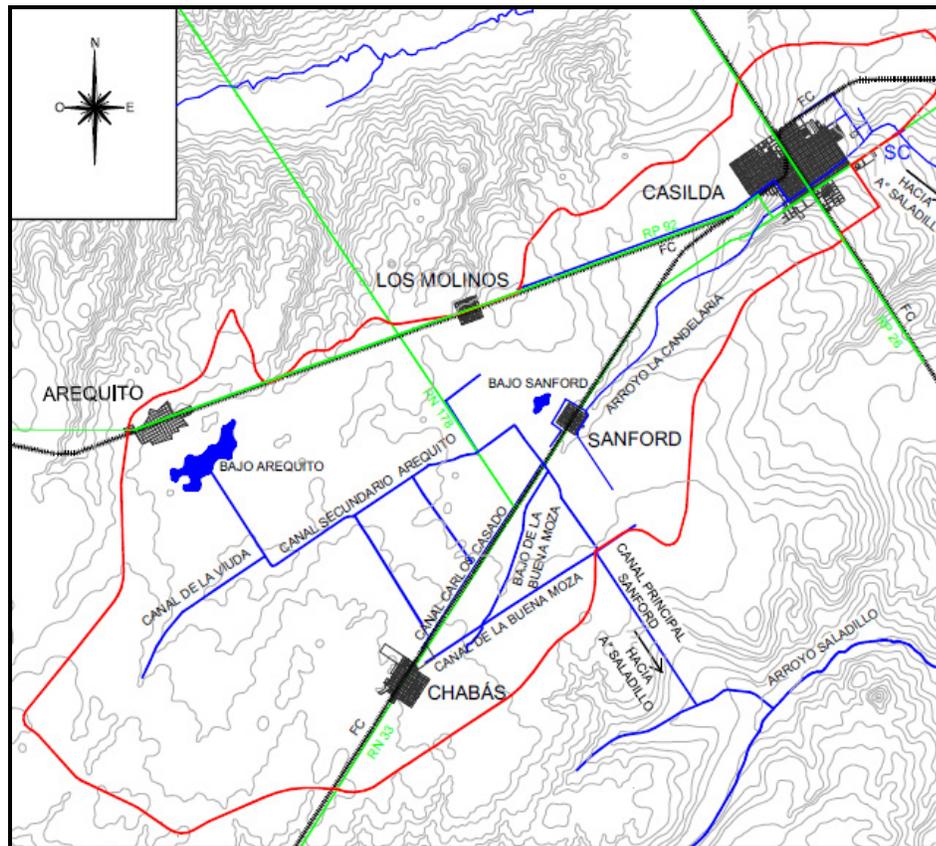


Figura 1.- Sistema hídrico del Arroyo Candelaria – Sección de cierre en puente de RN N°33, aguas abajo de la localidad de Casilda.

El Candelaria tiene una longitud de 42km. Comienza su tramo encauzado en la confluencia de los canales Perimetrales Norte y Sur de la Localidad de Sanford, 14km aguas abajo ingresa al ejido urbano de Casilda, y desagua finalmente en el Arroyo Saladillo. El tramo que se estudia, en función a las necesidades de este trabajo, se desarrolla en aproximadamente 19,3km, desde sus inicios en la localidad de Sanford hasta la intersección del mismo con la RN N°33 aguas abajo de la localidad de Casilda.

La cuenca del Arroyo Candelaria se puede subdividir en dos subcuencas:

Subcuenca Alta: En esta zona se encuentran subcuencas cerradas que aportan a depresiones, y son drenadas por canales artificiales. Por sus características tienden a acumular los excedentes hídricos. Las depresiones más importantes por su área de aporte son las ubicadas al sur de Arequito y al noroeste de Sanford. Para bajas recurrencias los aportes provenientes de esta zona se derivan hacia el A° Saladillo, a través del canal Principal Sanford, sin afectar a la cuenca del Candelaria. Para eventos de mayor importancia se producen desbordes en los canales Secundario Arequito y Principal Sanford, que se almacenan en el bajo de Sanford, los cuales desaguan en el Arroyo Candelaria a través del canal Perimetral Norte de Sanford,

Subcuenca Baja: La característica del funcionamiento de esta zona es la rápida conducción de los excedentes. Corresponde el sector que aporta a los 14 km del Arroyo Candelaria entre Sanford y Casilda. El sector correspondiente a la zona urbana de Casilda que aporta al Canal Candelaria está también incluido en la subcuenca baja. Las divisiones de subcuencas naturales, se encuentran modificadas por las canalizaciones y por la infraestructura vial y ferroviaria. El arroyo tiene una sección pequeña, pero al llegar a las inmediaciones de la ciudad de Casilda, donde recibe aportes de la zona industrial y urbana, se encuentra canalizado y presenta dimensiones notablemente mayores.

Antecedentes hidrológicos

Diversas poblaciones de la cuenca del A° Saladillo como Firmat, Bombal, Arequito, Chabás, Fuentes, Sanford, Casilda, etc., presentan problemas de evacuación de aguas de origen pluvial, debido a las características del relieve local y en algunos casos por deficiencias del drenaje regional.

En la crecida de marzo de 2007, debido a las intensas precipitaciones que afectaron gran parte de la provincia de Santa Fe, se produjeron anegamientos rurales y urbanos en vastas áreas de la cuenca en estudio, sobre todo en las localidades de Arequito, Los Molinos, Chabás, Sanford y Casilda. Las rutas fueron sobrepasadas por el agua en diversos puntos y las defensas de las localidades de la cuenca alta estuvieron a punto de colapsar.

También se produjeron desbordes del canal Interceptor, inundando varios sectores del parque industrial, ubicado sobre la Ruta Provincial (RP) N°92, y algunas zonas pobladas. La situación se agravó debido a que el terraplén que se encuentra entre la ruta y el ferrocarril impedía el escurrimiento por canales secundarios hacia el canal Candelaria.

Determinación de subcuencas para el estudio hidrológico

El sistema hídrico que incluye al área que interesa estudiar, cuya sección de cierre se mencionara anteriormente, fue discretizado en quince subcuencas. A los efectos de realizar el estudio hidrológico las mismas fueron definidas en función de la necesidad de conocer caudales en diversos puntos de interés sobre los cursos principales. En cada unidad se obtuvieron las características físicas que permitirían luego realizar el estudio hidrológico en relación con los escenarios de diseño. Las características extraídas de cada subcuenca fueron por un lado el área y perímetro total; y por otro el área discretizada en función del tipo de cobertura, el cual se diferenció entre “área urbana”, “área de suelos bajos” y “área rural” para diferenciar los coeficientes de escurrimiento (CN) y obtener un CN ponderado.

ESCENARIOS DE ESTUDIO

Para determinar la lluvia de diseño, con la cual se operó el modelo que simula la respuesta de la cuenca en estudio ante los distintos escenarios. Los mismos se consideraron en función de las áreas de riesgo planteadas por la ley, atribuyendo cada una de ellas una recurrencia determinada.

Adopción de las Recurrencias de diseño

Los escenarios adoptados se describen a continuación:

ESCENARIO 1: La delimitación del Área I queda establecida por la sección llena del curso. Según el criterio adoptado la mancha de inundación asociada a dicha área quedará delimitada por la geomorfología del curso.

ESCENARIO 2: El límite del Área II se asoció a un valor de recurrencia (R) de 100 años. El criterio adoptado para definir esta recurrencia fue que la población asentada en dicha zona no sufra en promedio más de una inundación.

ESCENARIO 3: Para determinar el límite superior de esta área, que corresponde a aquellas zonas que han sufrido contingencia de inundación pero con una periodicidad inferior a la del Área II, se estableció una recurrencia de 500 años que corresponde al terreno adicional anegado por las mayores crecidas episódicas.

Duración de la tormenta

Se adoptó una duración de tormenta igual al tiempo de concentración (T_c) de la cuenca. El sistema en estudio está compuesto por una zona alta (Arequito, Chabás), que sólo aporta al canal Candelaria en los casos en que la capacidad del canal Sanford-Arequito sea superada. En este caso, esos volúmenes de agua llegarán al cierre de la cuenca baja con atenuaciones y retardos respecto al caudal pico. Por tal motivo se considera como tiempo de concentración del sistema el que se generará en la cuenca baja del canal Candelaria. Para el cálculo se diferencié el tiempo de escurrimiento mantiforme y encauzado.

El valor del tiempo de concentración que se obtuvo fue de 10 hs para $R=100$ y 8,5 hs para $R=500$.

Cálculo de la lluvia total.

La precipitación total se obtuvo utilizando las curvas IDR de la ciudad de Rosario, debido a la cercanía de dichas localidades, las cuáles consideran valores de lámina máxima precipitada asociadas a duraciones que varían de 6 a 24hs y recurrencias comprendidas entre 2 y 10000 años (Basile P. et al, 2009).

Con las recurrencias planteadas para la definición de las Áreas II y III, y la duración de la tormenta seleccionada se procedió al cálculo de las precipitaciones totales (tabla 1)

Tabla 1.- Precipitaciones totales de la ciudad de Rosario asociadas a recurrencias de 100 y 500 años respectivamente.

R	α	β	γ	Tc (min)	Tc (hs)	$I=\alpha/(\beta+Tc)^\gamma$ (mm/hs)	P= LTc (mm)
100	2400.000	15.004	0.777	607.04	10.12	16.23	164
500	2399.942	17.011	0.753	512.07	8.53	21.30	182

Distribución temporal de la Precipitación Total

Teniendo los valores de precipitaciones totales de la zona en estudio, asociados a las recurrencias de 100 y 500 años, se procedió a obtener la distribución temporal de dichas tormentas a través del Método de Bloques Alternos.

MODELACIÓN HIDROLÓGICA – HIDRÁULICA DEL SISTEMA

La Modelación Matemática del sistema hídrico permitirá conocer el comportamiento de la cuenca ante distintos escenarios planteados de una manera suficientemente aproximada. Se emplearon los programas desarrollados por el Hydraulic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers, software de carácter público. Para el Modelo Hidrológico se utilizó el programa HEC - HMS 3.1.0 y para el Modelo Hidráulico el programa HEC - RAS 4.0.

El análisis del Sistema Hídrico se analizó en dos etapas. La primera correspondió al Modelo Hidrológico, en el cual se representaron las características físicas de la cuenca y se aplicaron las lluvias de diseño, obteniendo como resultados caudales en distintos puntos de interés del sistema. Posteriormente, estos caudales fueron ingresados al Modelo Hidráulico del cual se obtuvieron los niveles tanto en el tramo urbano del canal Candelaria, como en los principales tributarios.

Modelación Hidrológica

Mediante el programa HEC-HMS se constituyó el modelo de la cuenca conectando elementos hidrológicos tales como subcuencas, tramos, uniones, y derivaciones.

En primera instancia se cargaron los datos de las dos subcuencas correspondientes a la zona alta del sistema en estudio y las lluvias asociadas a las recurrencias de 100 y 500 años.

Realizando dos simulaciones del modelo, asociadas respectivamente a cada escenario de diseño planteado, se obtuvieron los hidrogramas de salida generados en la Unión 1 (Ver Figura 2) correspondiente a la zona de desborde del Canal Sanford-Arequito. Se consideró que una vez superada la capacidad de dicho canal, se produciría el desborde del mismo a través de este punto, dirigiéndose los excedentes hacia el bajo Sanford y, mediante el canal Perimetral Norte, se encauzarían hacia el canal Candelaria. Este proceso se modela mediante el

elemento derivación, el cual requiere como datos los caudales que entran a la misma, y los caudales que desbordarían, en caso de sobrepasar la capacidad del Canal Principal Sanford.

En la Figura 2 se puede observar el sistema resultante de la modelación hidrológica, en la cual se puede distinguir la unión de los dos subsistemas a través del elemento “Derivación 1”.

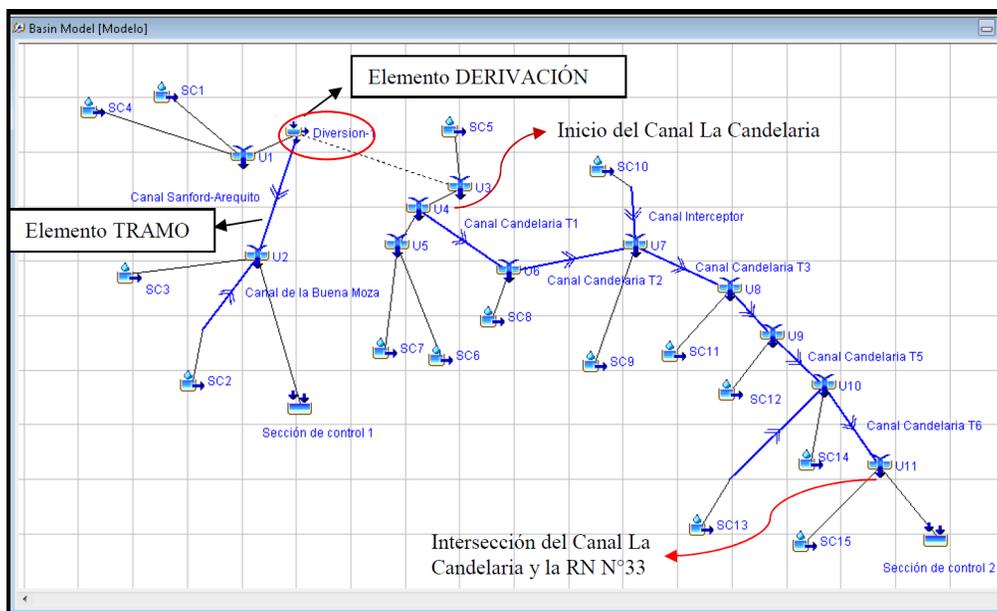


Figura 2.- Esquema del modelo hidrológico resultante en HEC-HMS.

En las Tablas 2, 3 y 4 se presentan los caudales obtenidos de la Modelación Hidrológica, asociados a los escenarios de diseño.

Tabla 2.- Caudales a ingresar para la Modelación Hidráulica del tramo urbano del canal Candelaria.

Sección de interés	R=100 años	R=500 años
U6: del canal La Candelaria y RN N°33 (aguas arriba de la localidad de Casilda)	323.3	426.3
U7: Intersección del canal La Candelaria y el Bv. Argentino (zona urbana Casilda)	427.2	556.5
U8: Intersección del canal La Candelaria y las vías del FC (zona urbana Casilda)	439.3	571.8
U9: Intersección del canal La Candelaria y la calle 9 de Julio (zona urbana Casilda)	440	580
U10: Intersección del canal La Candelaria y calle sin nombre (a 1500m aguas abajo de la calle 9 de Julio)	459.4	592.7
U11: Intersección del canal La Candelaria y RN N°33 (aguas abajo de la localidad de Casilda)	470.3	603.3

Tabla 3.- Caudales a ingresar para la Modelación Hidráulica del tramo urbano del canal Interceptor.

Sección de interés	R=100 años	R=500 años
Sección de cierre de la subcuenca 10 (ubicada en el canal Interceptor antes de doblar por el Bv. Argentino)	117.4	150

Tabla 4.- Caudales a ingresar para la Modelación Hidráulica de las cuentas rurales ubicadas al noreste de la localidad de Casilda.

Sección de interés	R=100 años	R=500 años
Sección de cierre de la subcuenca 13 (intersección con las calles Villada y 9 de Julio - cuneta sur)	23.3	27.7
Sección de cierre de la subcuenca 14 (1500 m aguas abajo de la calle 9 de Julio, antes de la descarga en el canal La Candelaria)	68.9	85.3

Modelación Hidráulica

Una vez obtenida la respuesta de la cuenca en estudio para los distintos escenarios planteados se procedió a la Modelación Hidráulica en los canales que atraviesan la ciudad de Casilda, con el fin de obtener los niveles de la superficie de agua en los mismos para las recurrencias adoptadas y trazar las áreas de inundación asociadas.

La Modelación Hidráulica se realizó a través del software libre HEC-RAS 4.0. Una vez cargados todos los datos geométricos de los canales, se introdujeron los caudales obtenidos a través del Modelo Hidrológico, para cada escenario de diseño planteado, como valores constantes en las progresivas de cada canal coincidentes con secciones de cierre de las subcuencas definidas anteriormente.

Como resultado se obtuvo el perfil longitudinal del canal y las cotas de la superficie de agua en cada sección. Con dichas cotas se realizaron los planos de manchas de inundación para las recurrencias de 100 y 500 años. Se presentan en las Figura 3, 4 y 5 los perfiles longitudinales de flujo en los canales estudiados para el escenario de R= 100 años.

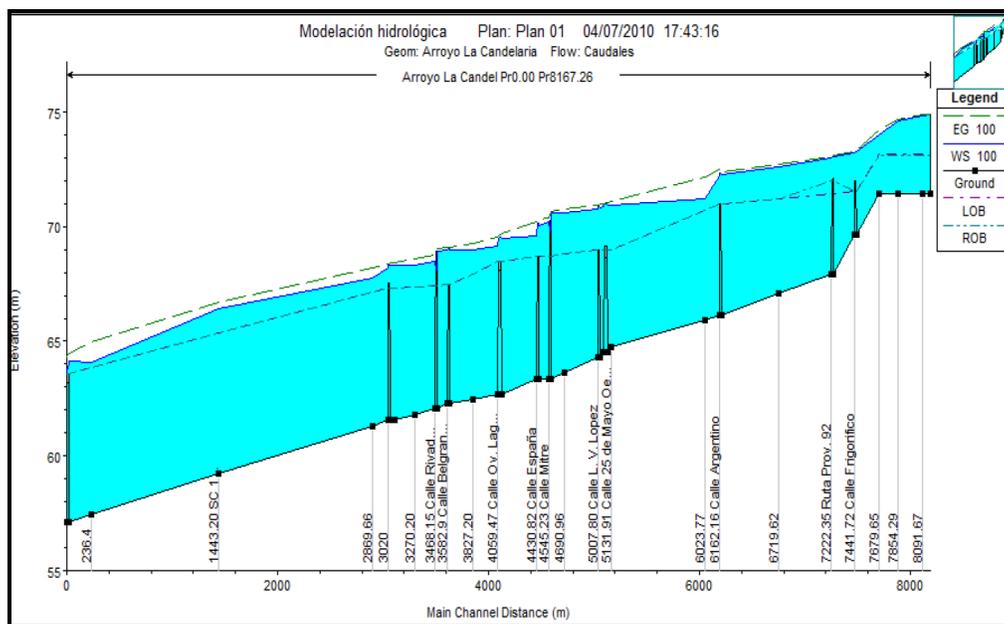


Figura 3.- Perfil longitudinal del canal Candelaria asociado a un recurrencia de 100 años.

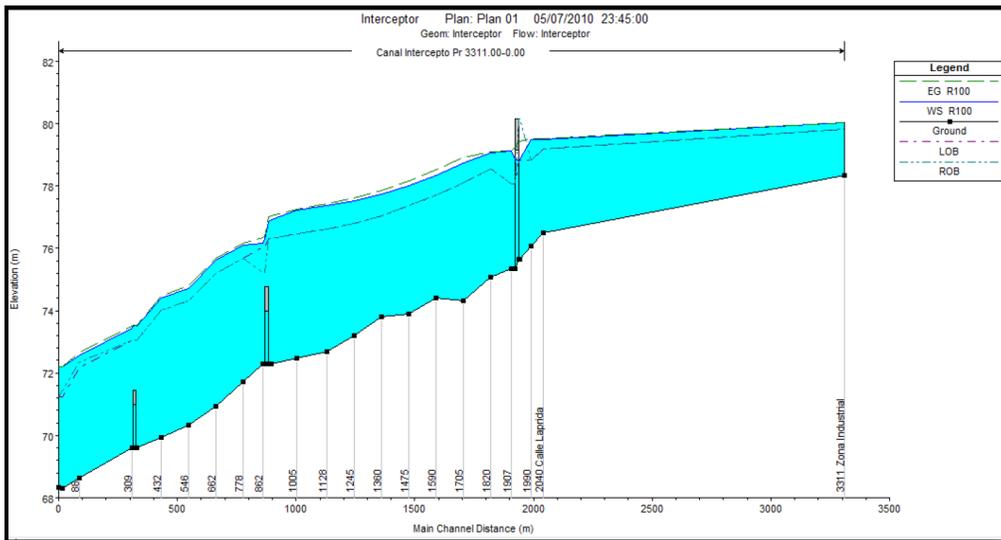


Figura 4.- Perfil longitudinal del canal Interceptor asociado a un recurrencia de 100 años.

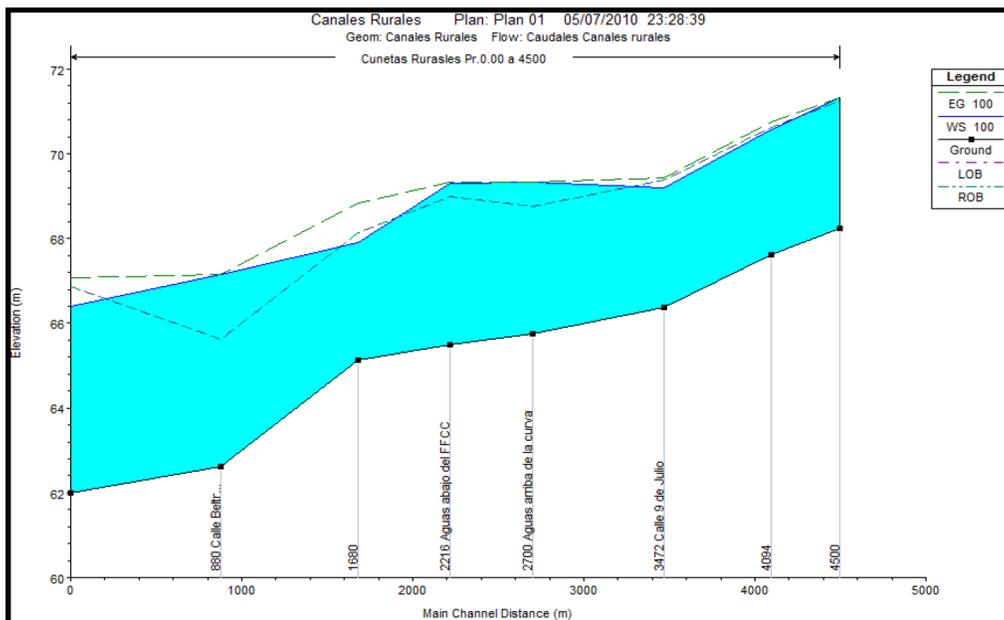


Figura 5.- Perfil longitudinal de canales rurales asociado a un recurrencia de 100 años.

DELIMITACIÓN DE ÁREAS SOMETIDAS A RIESGO HÍDRICO

Una vez obtenidos los resultados de la Modelación Hidráulica se procede a la materialización de los límites de las Áreas de Riesgo Hídrico en la cartografía.

La información que se extrae del sistema modelado con el programa HEC - RAS son las cotas máximas del pelo de agua en el transcurso de la crecida. Si bien los niveles máximos alcanzados no se dan simultáneamente en el tiempo, se adopta para la delimitación de la mancha de inundación la envolvente de niveles.

En la Figura 6 se observa el resultado final de este estudio.

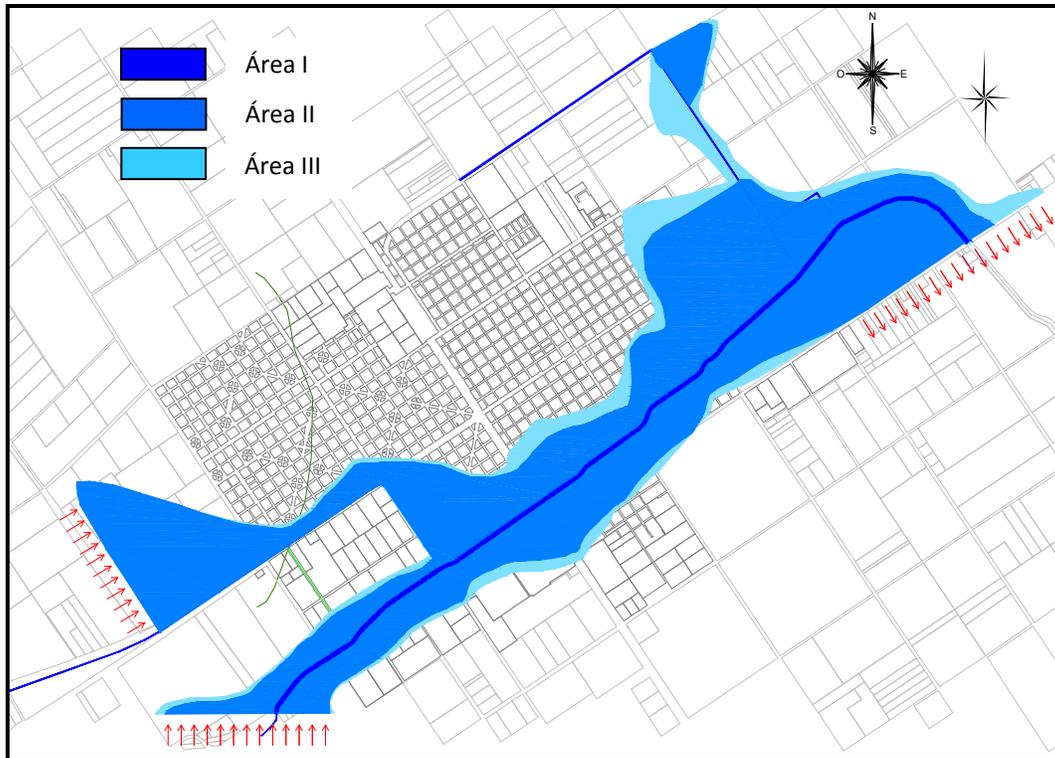


Figura 6.- Delimitación de las Áreas de Riesgo Hídrico.

- Área I

El Área I fue determinada como el ancho que ocupa el curso en condiciones de flujo a sección llena. Es decir que para cada uno de los cursos se obtuvo el ancho de la base superficial que corresponde al caudal máximo que puede transportar el curso sin desbordar. Recordemos que el Área I, según la ley 11.730, corresponde a cauces naturales y artificiales y cuerpos de agua permanente.

- Área II

El Área II se obtiene trazando la mancha de inundación que corresponde a la recurrencia de 100 años. Es decir que se utilizan las cotas máximas de pelo de agua que se obtuvieron mediante el Modelo Hidráulico del HEC – RAS para R=100.

- Área III

El Área III al igual que la II se determina en función de las cotas máximas de pelo de agua obtenidas del Modelo Hidráulico del HEC – RAS, pero en este caso para el evento de recurrencia 500 años. Se puede observar que el Área III no tiene una gran extensión ya que los tirantes que se obtuvieron en general no son muy distintos a los de R=100 años.

OBJETIVOS Y ACCIONES PLANTEADAS POR LA LEY 11.730

Es importante citar las restricciones, prohibiciones y advertencias de uso que establece la ley 11.730 para cada una de las áreas definidas.

En el Área II se prohíbe la realización de obras, actividades y emprendimientos públicos o privados que impidan el escurrimiento natural de las aguas. También establece que toda actividad, construcción y emprendimiento a iniciarse dentro de los límites del Área II está sujeto a los parámetros establecidos por la Autoridad de Aplicación y deben contar con la autorización de este organismo, quien aprobará los proyectos únicamente cuando:

- No obstaculice el escurrimiento natural de las aguas.
- Se adopten las provisiones necesarias para anular el riesgo de inundación o sean compatibles con el riesgo.

En el Área III la autoridad de aplicación informará a los propietarios de inmuebles su inclusión dentro de las zonas con riesgo de inundación, y advertirá a la comunidad que las actividades desarrolladas en estas áreas sufren de la contingencia de inundación.

También en la ley se fijan acciones a aplicar en las Áreas II y III, dando por entendido que el Área I estará ocupada por el curso en forma casi permanente y por lo tanto no podrá desarrollarse en la misma ninguna actividad. A continuación se describen las distintas acciones planteadas por la ley.

- Área II :

1. Alentar la instauración de un régimen impositivo diferencial mediante recargos sobre bienes y transacciones de quienes construyan o adquieran inmuebles en esta zona, luego de aprobada y publicada la cartografía.
2. Diseñar planes habitacionales en zonas no inundables a fin de promover la reubicación de pobladores en otras áreas.
3. Favorecer el libre escurrimiento de las aguas, pudiendo demoler las obras construidas en violación a las disposiciones de esta ley. Cuando la fecha de construcción sea posterior a la de aprobación y publicidad de la cartografía, se hará a costa del propietario y, si fuera anterior, a cargo del Estado y previa adquisición del dominio.

- Área III

1. Promover las actividades económicas a través de la adecuación de todas las obras de infraestructura a las condiciones naturales dominantes.
2. Promover el desarrollo y la utilización de tecnologías aplicables a las distintas actividades que se desarrollen en ésta área.
3. Promover la contratación de seguros de riesgo que minimicen los daños por la contingencia de inundación.
4. Difundir los limitantes y riesgos que implica desarrollar actividades económicas en ésta área.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según las estimaciones realizadas por el IPEC en el año 2010 (Instituto Provincial de Estadísticas y Censos de la Provincia de Santa Fe) Casilda tiene actualmente una población de 34.356 habitantes, y la superficie que ocupa la parte urbanizada de la ciudad es de aproximadamente 13 km².

En la Figura 7 se puede observar la superficie incluida en Área II que es de aproximadamente 3,5 km² y haciendo una estimación, la población afectada para un evento de 100 años de recurrencia sería de aproximadamente 10.500 habitantes.



Figura 7.- Zona urbana sometida a riesgo hídrico.

En particular, el sector destinado al emplazamiento de la zona industrial de la ciudad queda completamente inmerso en el Área II por lo cual existe un riesgo potencial de afectación y las consecuentes pérdidas materiales. El trazado de la mancha de inundación permite obtener una visión sobre cómo debería planificarse el desarrollo de la urbanización de modo de minimizar los riesgos futuros.

CONCLUSIÓN

El estudio realizado para la localidad de Casilda denota una falta de planificación urbana en el crecimiento de dicha ciudad. Se observa que una gran parte de la población se ha ubicado en zonas inundables así como también el parque industrial que se encuentra en un sector de alto riesgo hídrico. Se manifiesta claramente la importancia

de evaluar, previamente al desarrollo de futuras urbanizaciones, cuales son los sectores más convenientes para el asentamiento de la población. Ya que una vez establecida la misma se torna muy compleja su reubicación debido al costo económico que esto representa, y más aún el importante costo social que implica trasladar una población ya consolidada. Por lo tanto resulta conveniente prever planes de evacuación que contemplen el traslado temporal y la asistencia de la población afectada, en el caso de ocurrir un evento lluvioso de importante magnitud. Para poder anticiparse a las consecuencias de dicho evento es muy importante contar con un sistema de alerta temprana contra inundaciones.

Al analizar los resultados obtenidos del modelo hidráulico sobre la cartografía se observó que aproximadamente el 25% del área urbanizada de Casilda estará sometida a anegamientos temporarios en el caso que ocurra un evento lluvioso de gran magnitud sobre la cuenca del Arroyo Candelaria.

Es importante ser conscientes de los riesgos a los que está sometida esta localidad de manera de adoptar las medidas necesarias para que ante situaciones de emergencia se minimicen los impactos.

En la provincia de Santa Fe existen numerosas localidades en situación similar al caso estudiado, por lo cual es interesante resaltar la importancia de implementar una política hídrica sustentable en la cual se tienda a planificar y regular el uso del suelo.

REFERENCIAS

- Basile P.; Riccardi G.; Zimmermann E.; Stenta H.; Scuderi C.; Rentarías J. P.; González A., 2009. *Derivación de curvas intensidad-duración-recurrencia unificadas para la ciudad de Rosario, Santa Fe, Argentina* XXII Congreso Nacional del Agua, Trelew, Chubut, Argentina.
- Camaño Nelly G.; Rodríguez R.; Colladon L.; Dasso C. 2006. *Márgenes inundables de interés legal caracterización para la provincia de Córdoba*. I Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua. Córdoba. Argentina.
- Chow, Ven Te Ph. D., 1994. *Hidráulica de canales abiertos*. Editorial Mc Graw-Hill.
- Chow, Ven Te; D. R. Maidment y L. W. Mays, 1994. *Hidrología Aplicada* Editorial Mc Graw-Hill.
- Nania L. S.; Molero E., 2007. *Manual Básico de HEC-RAS 3.1.3 y HEC-GeoRAS 3.1.1* Universidad de Granada, Área de Ingeniería Hidráulica.
- Nania L. S.; Molero E., 2007. *Manual Básico de HEC-HMS 3.0.0 y HEC-GeoHMS 1.1* Universidad de Granada, Área de Ingeniería Hidráulica.
- Orsolini H.; Zimmermann E.; Basile P., 2000. *Hidrología, Procesos y Métodos*. Editorial UNR.
- Provincia de Santa Fe 2000. *Ley 11730*
- Grupo de trabajo Departamento de Hidráulica FCEIA – UNR, 2006. *Proyecto Ejecutivo Desagües Pluviales Bvd. Ov. Lagos- Casilda*.
- Gobierno de la Provincia de Santa Fe, 2000. *Ley Provincial 11.730*.
- Página web oficial Gobierno Provincia de Santa Fe <http://www.santafe.gov.ar>