

ANEXO V
DINÁMICA HÍDRICA DE LA CUENCA DEL RIO SALADO

INDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN.....	3
2 Interpretación de la dinámica hídrica del río Salado	6
2.1 <i>Introducción</i>	6
2.2 <i>Área de relativa complejidad</i>	6
2.3 <i>Área de Relativa Simplicidad</i>	12
2.4 <i>Área de Influencia del Sistema del Paraná</i>	14
3 VINCULACIÓN DEL RÍO SALADO AL ESPACIO GEOGRAFICO URBANO SANTAFESINO.....	16
4 CONCLUSIONES.....	18

INDICE FIGURAS

Figura V. 1. Afluentes y áreas de aporte en la cuenca inferior del río Salado. Provincia de Santa Fe (Paoli, 2004).....	4
Figura V. 2. Áreas con diferente dinámicas hídricas en cuenca inferior del río Salado, en territorio santafesino.	7
Figura V. 3. Región del curso del río Salado entre el punto de afluencia del río Calchaquí y A° las Conchas.....	8
Figura V. 4. Región de los Bajos Submeridionales, donde se observan las características de la dinámica hídrica de la zona.	10
Figura V. 5. Región del curso del río Salado en el norte santafesino, evidenciando su menor trascendencia en relación al sistema A° Golondrinas-A° Calchaquí..	12
Figura V. 6. Región del curso del río Salado aguas abajo de punto de afluencia del A° las Conchas.	13
Figura V. 7. Región de influencia del río Paraná sobre el curso del río Salado (límites aproximados).	15

1 INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Salado se extiende por las provincias de Salta, Catamarca, Tucumán, Santiago del Estero, Chaco y Santa Fe. Abarca una superficie total aproximada de 247.000 km² y la longitud de curso es de aproximadamente 1.500 km.

La cuenca puede caracterizarse en 3 grandes componentes, de funcionamiento hidrológico diferenciado (Ferreira, 2005): superior, medio e inferior.

La cuenca superior está comprendida entre las nacientes, en el borde oriental de la Puna, y la zona de El Tunal (localidad de J.V. González). En esta región tanto el curso principal (denominado Pasaje o Juramento), como sus afluentes poseen características de río de montaña y de pedemonte.

La cuenca media se extiende entre la localidad de J.V. González y el ingreso a la provincia de Santa Fe. Al ingresar en la provincia de Santiago del Estero el curso toma el nombre de Salado y adopta las características generales de un río de llanura, sin recibir afluentes.

Si bien no existe un límite definido, convencionalmente se considera como cuenca inferior del río Salado al área que se desarrolla en la provincia de Santa Fe a partir del punto en el cual el río ingresa a la misma, a la altura de la ciudad de Tostado. Dicha área posee una superficie de 55.950 km². Cabe señalar que, tal como lo señala Ferreira (2005), *“las divisorias de aguas superficiales son difusas en muchos sectores y sufren permanentes modificaciones por acción del hombre, fundamentalmente a través de obras de canalización o alteo de caminos”*.

Desde el ingreso al territorio santafesino el río escurre en dirección Noroeste - Sureste por un cauce con escasa capacidad de conducción hasta recibir los aportes del río Calchaquí, el cual drena las aguas provenientes de los Bajos Submeridionales.

A partir de este punto el cauce escurre en dirección Norte - Sur hasta su desembocadura en el sistema Paraná. En ese tramo el río Salado recibe los aportes de las subcuencas: Saladillo, Las Conchas, Palos Negros - La Cabral, San Antonio, Cululú, Vizcacheras, Pantanoso, Arizmendi y áreas de aportes directas al curso del río Salado (INCYTH, 1986). A la vera de la desembocadura del río Salado se localizan las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé. A partir de los aportes del río Salado y del A° Santa Fe se forma el río Coronda, que forma parte del sistema del río Paraná.

El escurrimiento en la cuenca inferior del río Salado se compone de los aportes provenientes de la cuenca media, que son de baja significación, de los aportes del río Calchaquí y de los excesos de lluvia colectados fundamentalmente en las subcuencas de margen derecha. De los principales afluentes laterales (Las Conchas, San Antonio, Cululú) si bien no son tan significativos en términos relativos a los aportados por el Calchaquí se caracterizan por ser muy discontinuos e irregulares, concentrando en breves periodos de tiempo, picos de crecida

de variada magnitud. La incidencia de éstos dependerán en definitiva del estado en que se encuentre el propio río Salado en el tramo en que recibe estos aportes (Paoli, 2004).

Las áreas de aporte aproximadas de las principales subcuencas que componen la cuenca santafesina del río Salado se indican en la Tabla V. 1.

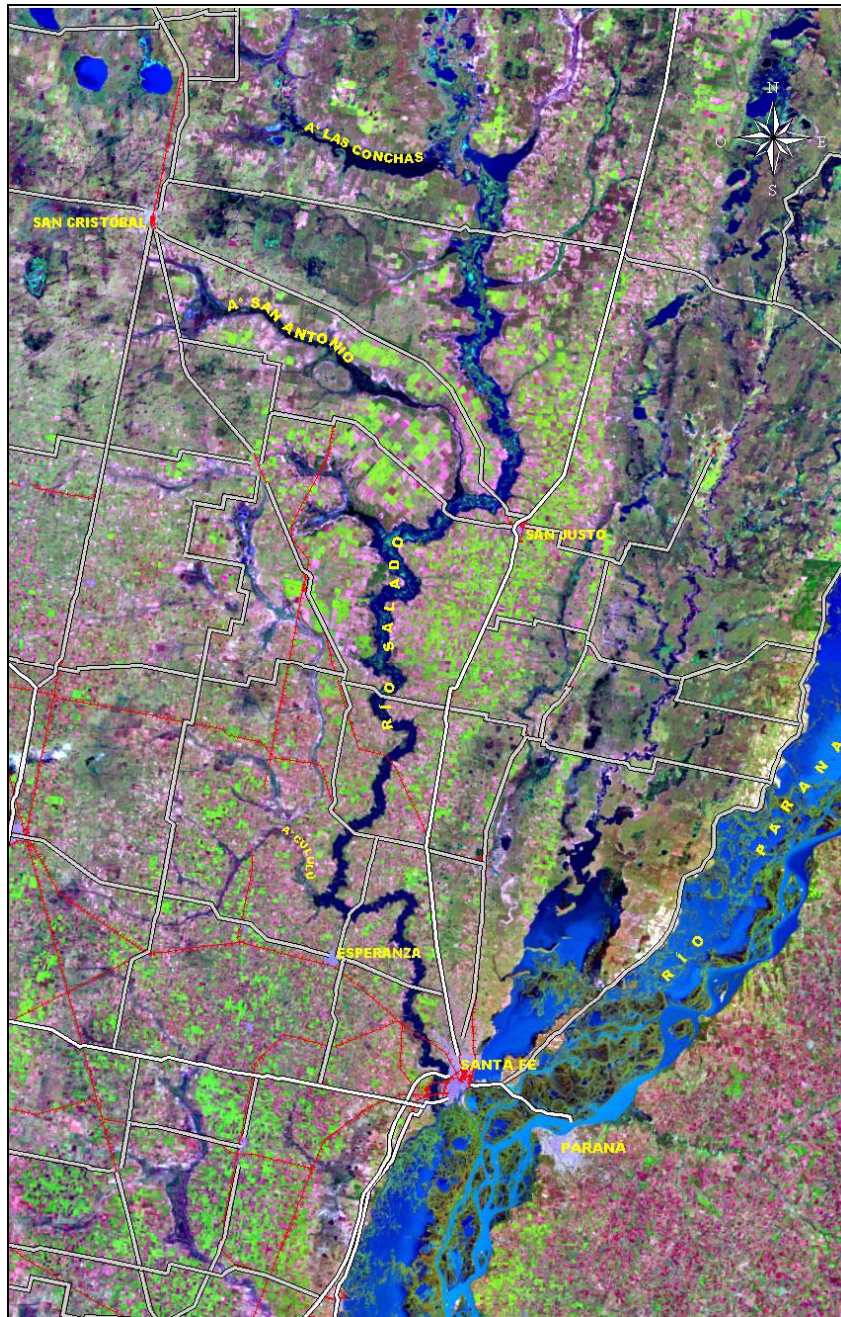


Figura V. 1. Afluentes y áreas de aporte en la cuenca inferior del río Salado. Provincia de Santa Fe (Paoli, 2004)

Tabla V. 1. Superficies aproximadas de las subcuencas que componen la cuenca inferior del río Salado
(Fuente: Ferreira, 2005).

Subcuenca	Superficie	
	km ²	km ²
Bajos Submeridionales-Río Calchaquí	25.000	44,7
A° Las Conchas	10.050	17,9
A° San Antonio	3.350	6,0
A° Cululú	8.950	16,0
Subcuencas locales (contiguas al curso principal)	8.600	15,4
TOTAL	55.950	100

La cuenca inferior del río Salado es un sistema de llanura que conforma una transición entre dos grandes regiones naturales: la llanura chaqueña (al norte) y la llanura pampeana (al sur). Gran parte de la cuenca se asemeja a un plano suavemente inclinado, con pendientes regionales hacia el Este, variables entre 0,01 % y 0,05 % (Ferreira, 2005).

Distintos trabajos presentan la descripción geomorfológica de la cuenca del río Salado, entre ellos, Iriondo y Bojanich Marcovich (no fechado) y CRL-INA (ex INCyTH, 1986). No siendo el objeto de este Anexo la reproducción de textos referidos a la descripción geomorfológica de la cuenca, se sugiere al lector que, en tal sentido, efectúe la consulta directa a dichas fuentes.

El presente Anexo objetiva presentar una interpretación sintética de la dinámica hídrica del río Salado, como medio para comprender algunas de las particularidades de este río, así como también de su cuenca de aporte en territorio santafesino.

2 INTERPRETACIÓN DE LA DINÁMICA HÍDRICA DEL RÍO SALADO

2.1 Introducción

La dinámica hídrica superficial de una región resulta de las relaciones causas-efectos que se desarrollan en el sistema. Estos efectos son, en definitiva, la resultante de la historia geológica, geomorfológica y climática de un área determinada, que interactúan y se integran con los procesos actuales que caracterizan a la misma.

A los efectos de interpretar adecuadamente la dinámica hídrica del río Salado es preciso considerar su funcionamiento como unidad integrada, considerando su vinculación con el espacio geográfico que lo circunda.

Desde el punto de vista de la dinámica hídrica es posible distinguir tres áreas (Figura V. 2):

- donde se desarrollan procesos de relativa complejidad.
- donde se desarrollan procesos de relativa simplicidad.
- de influencia del sistema del Paraná.

Las dos primeras áreas se localizan hacia el Norte y el Sur en relación con la zona en la cual el río Salado cambia de dirección O-E a N-S. En esta última zona el curso comienza a transitar su valle, el cual se define más nítidamente y se estrecha de manera progresiva hacia el Sur. Allí comparte un ambiente lacustre, en paralelo con el A° Calchaquí.

A partir del sector mencionado puede interpretarse que se desarrolla un área de transición. En la misma el valle de inundación del río se caracteriza por presentar muy baja energía de relieve. El río Salado mantiene su identidad, aunque sus meandros se alargan progresivamente en relación a lo observado en sus tramos de aguas arriba. Su morfología se hace mínima en el punto de tributación del A° Las Conchas, siendo este prácticamente el límite sur de la zona de transición (Figura V. 3). A partir de allí y hacia el sur se extiende el área definida previamente como de relativa simplicidad desde el punto de vista de la dinámica hídrica.

2.2 Área de relativa complejidad

Esta contiene, como tributarios, dos componentes fundamentales: los ríos Calchaquí y Salado respectivamente.

El primero es el de mayor relevancia ya que resulta el desagüe de la región de los Bajos Submeridionales. La complejidad radica en las características de este espacio geográfico.

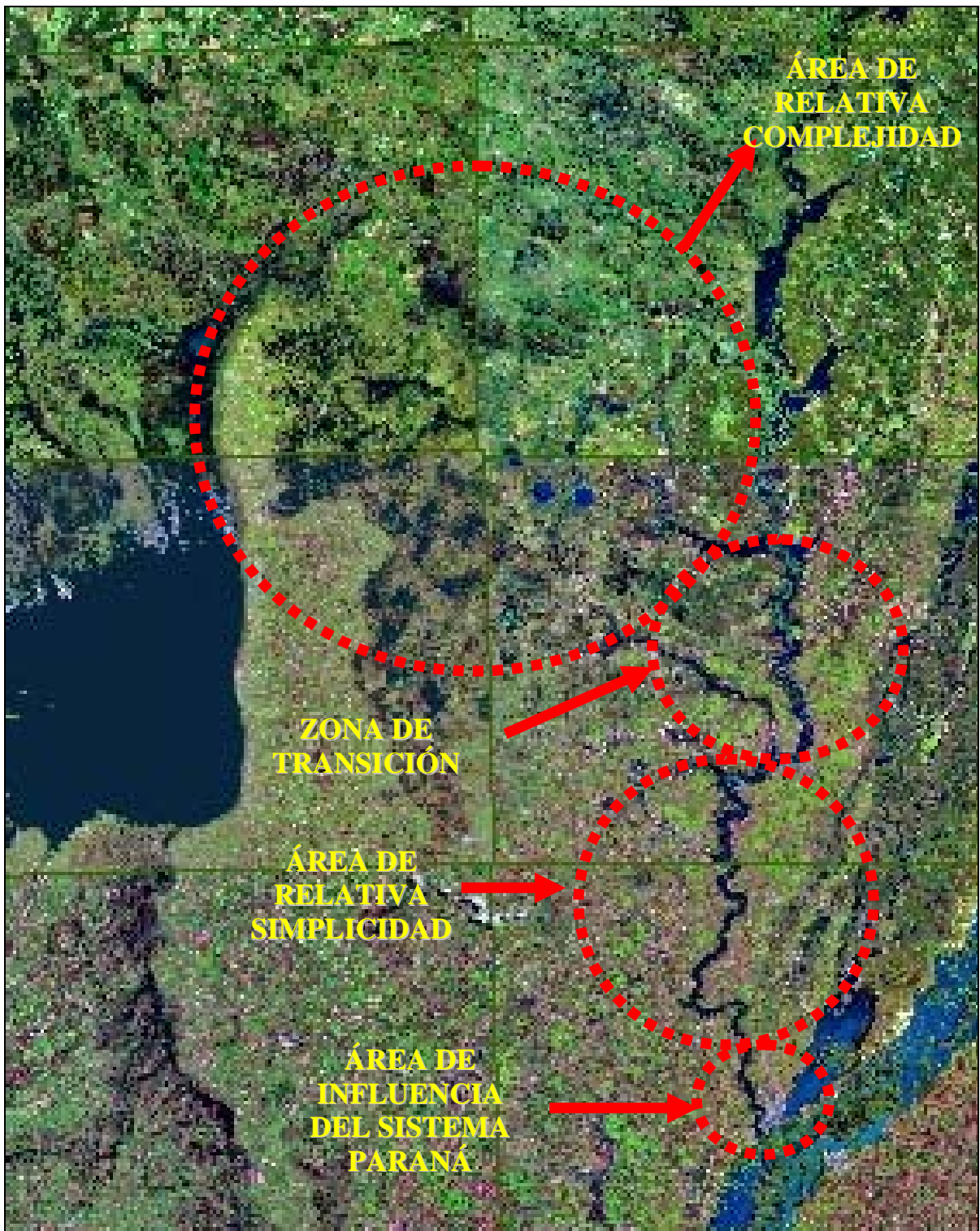


Figura V. 2. Áreas con diferentes dinámicas hídricas en cuenca inferior del río Salado, en territorio santafesino.



Figura V. 3. Región del curso del río Salado entre el punto de afluencia del río Calchaquí y A° las Conchas

La región de los Bajos Submeridionales consiste en un área muy plana, cuya dinámica está determinada por los escurrimientos denominados *areales* o *mantiformes*. Los mismos conforman sistemas hídricos denominados “no típicos”, SHNT.

Los SHNT están caracterizados por interrelaciones muy complejas. En los mismos las condiciones de manejo y uso del suelo poseen consecuencias que no siempre es posible advertir *a priori*. Éstas pueden causar un deterioro ambiental muy significativo.

La región de los Bajos Submeridionales constituye un sistema prácticamente asimétrico. El mismo reúne a los aportes provenientes de la provincia del Chaco, conducidos mediante la cañada de las Víboras y otros escurrimientos menores, a los provenientes de la provincia del Santiago del Estero, conducidos en este caso por la Cañada de los Saladillos, y a los provenientes de la dorsal Occidental. Se suman, a su vez, los aportes generados dentro de la misma región de los Bajos, en la propia provincia. Todos ellos son tributados a lo largo del sistema de encadenamiento del arroyo Golondrinas, el cual se recuesta sobre el borde Oeste de la dorsal Oriental.

Esta planicie ha sido barrida, históricamente, bajo diferentes condiciones climáticas y estructurales, por un sistema fluvial cuyos rasgos se manifiestan por relictos enmascarados por los diferentes procesos resultantes y por un sinnúmero de lagunas acordes con la morfometría de esos sistemas no funcionales. La excepción la constituye la cañada de las Víboras, cuya paleoforma tiene, quizás, relación con el sistema del Golondrinas-Calchaquí y con el propio Salado (Figura V. 4). Los procesos anteriores generan hacia el Norte, un cono de deyección alargado caracterizado por su muy baja energía.

Los aportes son muy lentos y se generan a partir de cierto umbral de acumulación. Este subsistema almacena importantes volúmenes. Cuando su capacidad máxima se satisface, se producen escurrimientos laminares o relativamente encausados, aportando volúmenes muy importantes al punto de convergencia (caracterizados por hidrogramas muy amortiguados, pero de gran permanencia). Esto hecho es muy importante a tener en cuenta, ya que dicha área constituye la de mayor aporte al río Salado en territorio santafesino. De acuerdo a sus condiciones de humedad antecedente y a la magnitud de las lluvias, la misma puede ser la responsable de la generación de importantes volúmenes de escurrimiento que aportan a la región de su desembocadura en el sistema Paraná.

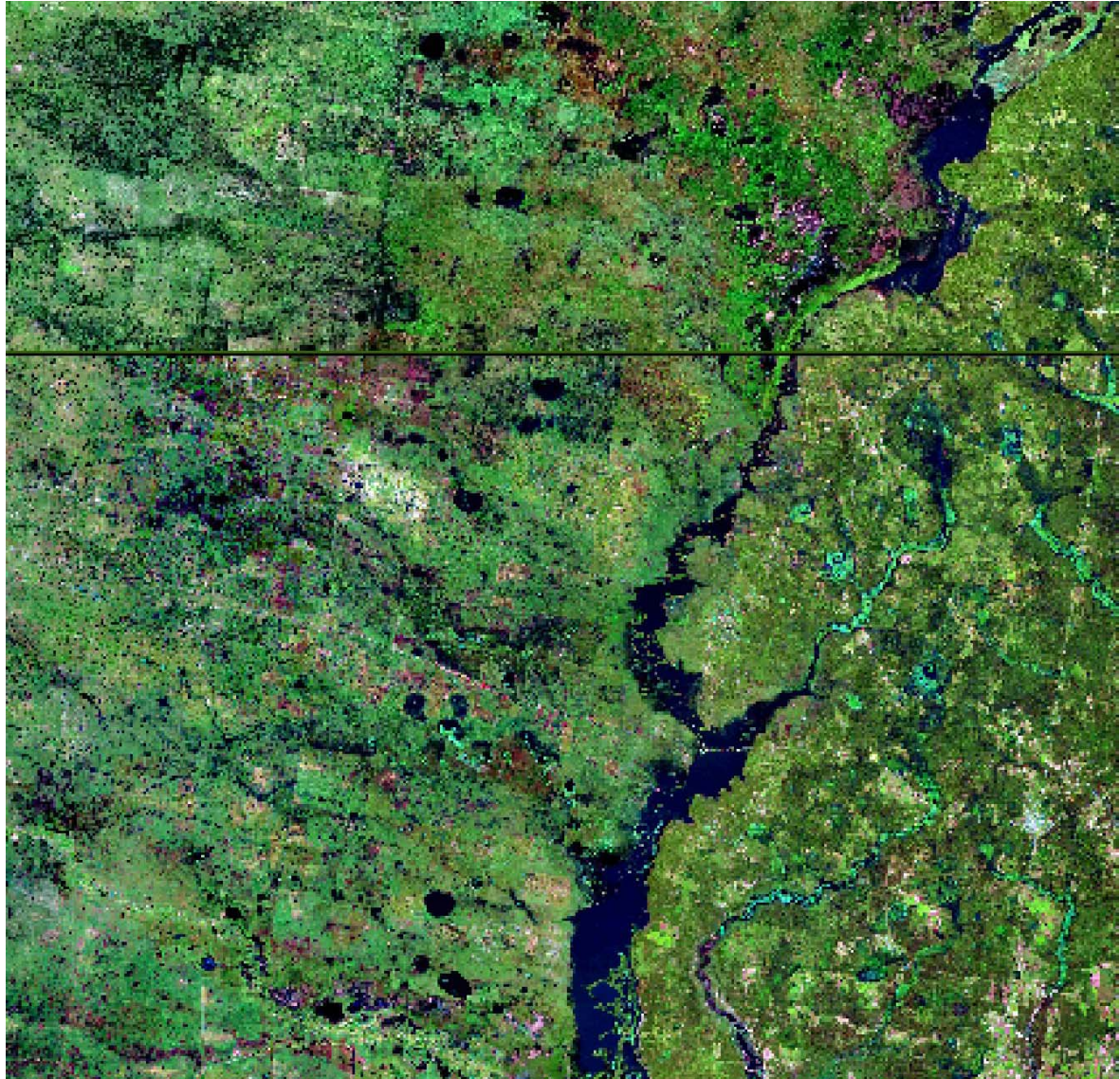


Figura V. 4. Región de los Bajos Submeridionales, donde se observan las características de la dinámica hídrica de la zona.

El segundo componente inicialmente citado, el río Salado, se caracteriza por desarrollarse antes de su ingreso a la región de transición antes mencionada, en un contexto muy disímil.

Desde el punto de vista morfogenético y morfométrico el río Salado es muy diferente a lo anteriormente descrito. Su ingreso a la provincia de Santa Fe reconoce un condicionamiento geológico, presentando un trazo muy particular al sur de Tostado (Figura V. 5). Su diseño está inserto en la llanura aluvial que el mismo construyó. Su red es de tipo anastomosada, es decir, presenta un cauce definido, muy meandroso. Se caracteriza por presentar albardones

naturales de aproximadamente 150 m de ancho y 1 m de altura. En este sector el río carece de un valle aluvial. Ello implica que posee gran capacidad para divagar en amplios rangos espaciales.

Este proceso de divagación se manifiesta en el abandono de meandros, ya sea por extrangulamiento o por desbordamiento, y en el fenómeno de avulsión. Este último significa que en cortos períodos de tiempo (en la escala natural de los procesos), el río es capaz de cambiar su trayectoria, abandonando su cauce a partir de cierto punto. Las causas de este comportamiento son variadas, incluyéndose, entre otras, a los problemas sedimentológicos y a los cambios de pendiente general provocados por impedimentos de origen tectónico o antrópicos.

En el trayecto de orientación O-E el curso principal del río Salado es interferido por aportes provenientes de la zona norte, que poseen pequeñas áreas tributarias. A su vez, el mismo posee derrames hacia el Sur, siendo el más importante el del Saladillo- Las Conchas, que se efectúa por un antiguo paleocauce del Salado.

Lo más destacado de este tramo del río Salado es que el mismo no presenta una trascendencia, en términos comparativos y cuantitativos, como tributario a la zona de transición antes mencionada.

El área de transición está determinada por una llanura fluvial de alta complejidad dinámica, que se va simplificando en función del incremento de los aportes. Este tramo recibe, fundamentalmente, los aportes del A° Las Conchas. El derrame del sistema Las Conchas en este valle es el que da origen al cauce del río Salado propiamente dicho hacia aguas abajo de su confluencia.

Dentro de esta zona de transición, y en forma paralela a la conformación del río Salado propiamente dicho, el A° Calchaquí pierde sus condiciones morfológicas. A partir de allí existe un único cauce cuyo conjunto de cauce y valle recibe la denominación de Salado.

Esta diferencia en la predominancia de los rasgos del Salado-Las Conchas, tiene su explicación en la permanencia de los escurrimientos, ya que el sistema Bajos Submeridionales tiene gran capacidad de almacenamiento. Por otro lado, el A° Calchaquí está integrado a un complejo lacustre, por lo que también posee gran capacidad de retención, hecho que determina su baja capacidad morfogenética.

Hacia aguas debajo de la zona de transición se presenta un esquema de funcionamiento relativamente más simple, ya que el río en sus diferentes estadios (en aguas bajas, medias o altas) se linealiza, en función de este orden, adquiriendo jerarquía y organización definible.



Figura V. 5. Región del curso del río Salado en el norte santafesino, evidenciando su menor trascendencia en relación al sistema A° Golondrinas-A° Calchaquí..

2.3 Área de Relativa Simplicidad

En esta área, el río Salado se desarrolla en un cauce y su respectivo valle con contornos bien definidos. Su estructura espacial continúa con una relación asimétrica en lo que se refiere a los tributarios de ambos márgenes, prevaleciendo la derecha, donde existen importantes arroyos (Las vizcacheras, San Antonio, Arizmendi y Cululú-Las Prusianas).

Además de estas contribuciones, a lo largo de todo su recorrido existen innumerables aportes de pequeña extensión. En sentido perpendicular, colectando una importante faja areal, se observan problemas de ablación generalizada.

El valle, al estar condicionado tectónicamente, es bastante encajonado. Se observa un importante gradiente topográfico hacia la planicie o valle de inundación, hecho que implica una importante capacidad de evacuación y una muy baja probabilidad de desborde de esta última.

En el presente, debido a una superposición de años húmedos y, fundamentalmente, a los cambios en las modalidades productivas (que se traducen en la eliminación de los montes nativos, la disminución de la capacidad de infiltración y las canalizaciones, entre otras), se observa una mayor actividad dinámica del valle, siendo más frecuente la ocupación del mismo por parte de las aguas.

Los arroyos afluentes antes citados tienen comportamientos intrínsecos diferenciales, pero conservan un patrón definido en la relación con el curso del Salado. Son arroyos que presentan pendientes superiores a éste último, por lo que determinan una evacuación y contribución que, en términos relativos, es rápida. Salvo el A° San Antonio, que posee cierta influencia de remanso en un corto tramo y un importante mecanismo de almacenamiento (lo

cual le implica un cierto retardo en su contribución), los restantes arroyos afluentes aportan de manera directa al curso del río Salado.

Otra particularidad del sistema analizado radica en que el proceso de tributación se produce tipo “cauce con cauce”, dentro de los valles, en el punto de confluencia. Esto significa que, en la relación entre cauces, existe un sistema organizado de régimen permanente, en equilibrio dinámico. Todos los arroyos presentan, en general, fajas de erosión generalizada e importantes problemas salinos.



Figura V. 6. Región del curso del río Salado aguas abajo de punto de afluencia del A° las Conchas.

2.4 Área de Influencia del Sistema del Paraná

Este tramo presenta dos razones fundamentales, para ser discretizado del conjunto. Es el tramo de incidencia directa a la ciudad de Santa Fe y, por otra parte, está directamente influenciado por la actividad propia del valle del Paraná. Esto hace que en su tramo final, el río Salado presente comportamientos no vinculados exclusivamente a su propia dinámica.

El límite norte de esta área se ubica, en términos prácticos, en proximidades de la Ruta Provincial 70. La determinación de su límite sur es, quizás, lo más significativo. Este tramo esta planteado desde el punto de vista de la influencia del sistema del Paraná, siendo por lo tanto necesario realizar una distinción entre “efecto de remanso” y “espacio ambiental”, de acuerdo a la génesis correspondiente.

En este sentido el fin de la diferenciación evidente entre estos dos ambientes (Salado y Paraná) se da aproximadamente a la altura de las vías del FFCC Mitre y el límite Norte del ejido urbano de Santo Tomé. Allí se observa que dentro del propio valle del río Salado, existen (al sur) depósitos aluviales y una morfometría que corresponde, en realidad, al sistema del Paraná. Por lo tanto, se debe tener presente que prevalece en este espacio el predominio de las características ambientales del sistema del río Paraná en un sistema dinámico que corresponde, fundamentalmente, al Salado.

Ello posee implicancias inmediatas en el campo geomorfológico, hidrológico e hidráulico. La primera de ellas consiste en que no se trata de una planicie deltaica, hecho que determina que el río Salado en este espacio no pierde energía morfogenética y la disipa erosionando las márgenes, prolongando su recorrido en el río Coronda.

Desde el punto de vista hidráulico, excluyendo los efectos de inducción de terraplenes, puentes, etc., es importante destacar la necesidad imperiosa de que los datos hidrométricos, dentro de este tramo de influencia, estén vinculadas a las alturas del Paraná.

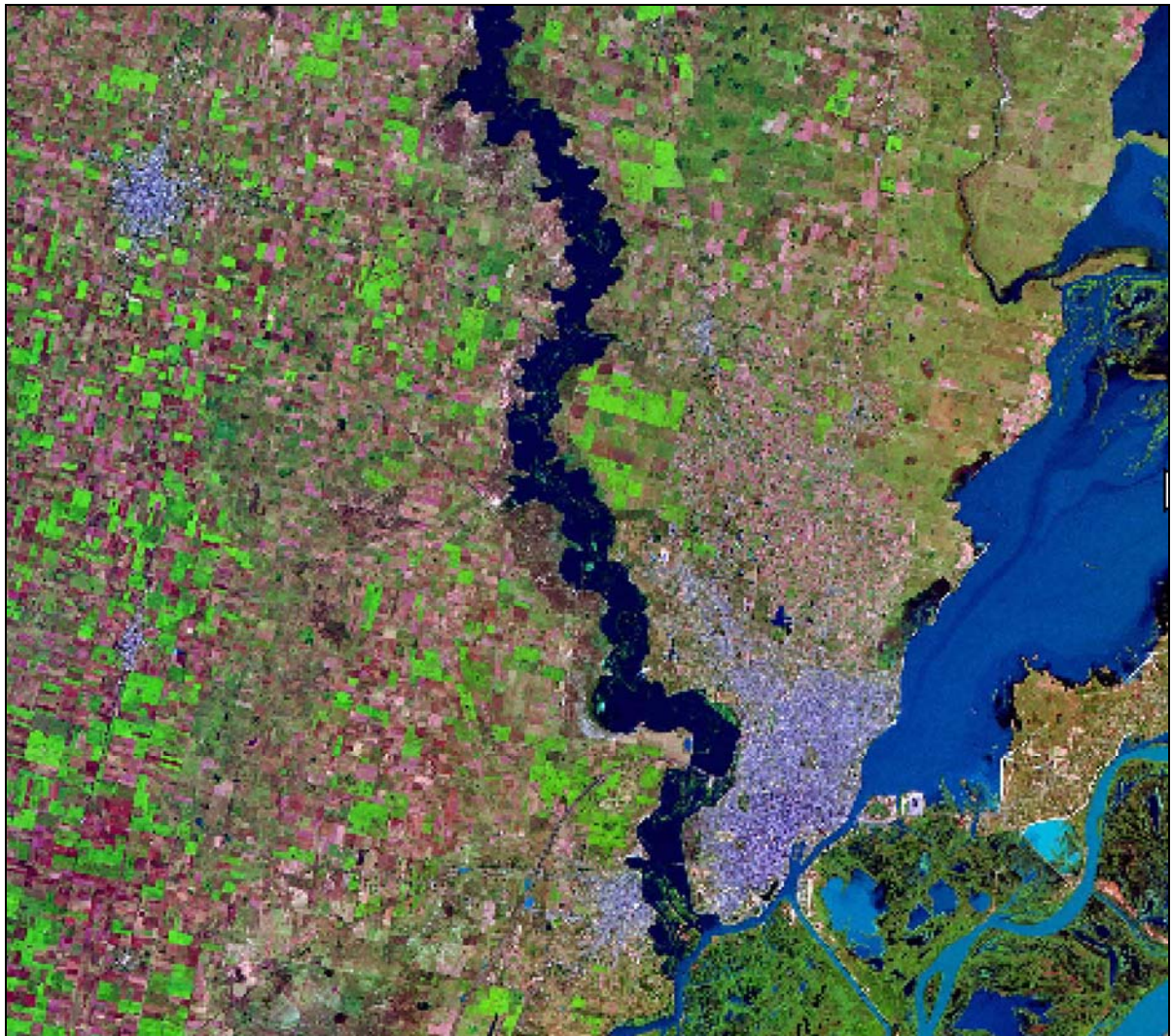


Figura V. 7. Región de influencia del río Paraná sobre el curso del río Salado (límites aproximados).

3 VINCULACIÓN DEL RÍO SALADO AL ESPACIO GEOGRAFICO URBANO SANTAFESINO

Consideraciones generales

La ciudad de Santa Fe y sus alrededores, están íntimamente ligados al comportamiento de los ríos. La ciudad está asentada en el vértice que conforman el sistema del río Paraná y la convergencia del río Salado. Esto determina un sistema global muy particular y de alto riesgo en un contexto de llanuras.

En el contexto de la dinámica actual el patrón morfogenético del espacio geográfico donde se funda la ciudad de Santa Fe, tiene muy poco que ver, en términos evolutivos intrínsecos, con los dos ríos mencionados.

Desde este punto de vista, existen rasgos que corresponden más al desarrollo de una planicie aluvial de un sistema ya desarticulado dinámicamente, cuya configuración parece guardar cierta relación con el actual arroyo Aguiar. Los relictos fluviales que se desarrollaron en una gran superficie al norte de Santa Fe, conservan características morfométricas vinculadas a esta estructura y no así, en términos directos, a los dos ríos principales.

Existen indicios de que todo este sistema proviene de un tramo abandonado del valle del Paraná, cuyo remanente es el río Santa Fe. Estos procesos han generado, en definitiva, un espacio plano con un casi inexistente, al menos en términos visibles, diseño de drenaje natural.

Por lo tanto, en la relación de este espacio con el río Salado, como así también con el río Paraná, se generan efectos dinámicos que son esencialmente periféricos en términos actuales y naturales. Esto significa que los contornos del espacio geográfico (Este, Sur y Oeste) están limitados y sometidos a una actividad dinámica de sistemas fluviales de gran envergadura.

El relieve de la ciudad es de llanura y no hay grandes diferencias de cotas relativas medias con las máximas de los ríos. Esta situación actúa como una restricción, en caso de precipitaciones, en el espacio de la ciudad, dificultando su evacuación.

Consideraciones específicas

En lo restante del texto se hará referencia al sistema del río Paraná solo en lo que respecta a la influencia que ejerce sobre el río Salado, ya que el tratamiento de aquel, excede a este trabajo. Se destaca que por peso propio y por problemas potenciales de alto riesgo para la ciudad, el mismo requiere que sea tratado muy especialmente.

Cuando se refiere a periferia de la ciudad, se debe tener claro que se trata de un límite dinámico. Deben tenerse en cuenta dos diferenciaciones de base: por una parte los rasgos fluviomorfológicos y, por la otra, la actividad dinámica actual. Esta relación da una idea de la probabilidad de recurrencia de determinados eventos, vinculados a áreas determinadas. Cabe

aquí relacionar los conceptos de áreas “activas” e “inactivas”. Si bien se trata de eventos complejos, se puede decir en términos simplificados es que se incorporan nuevas áreas al curso por ablación y se abandonan otras por sedimentación. En general estas últimas se van estabilizando en términos dinámicos, pero al tener cotas relativas poco diferenciadas de las activas, quedan expuestas en las crecidas importantes.

En este sentido, es de destacar que existe un relicto fluvial asociado al sistema del Paraná, que abarca una importante superficie urbanizada, bordea el antiguo barrio Centenario al Oeste y se extiende a la altura de calle Freyre, prolongándose mas allá de la estación del FFCC Mitre, como límite a un sistema más estable.

La diferencia entre la periferia natural con la artificial resultan en áreas de riesgos potenciales (áreas híbridas), no solo por “desborde” de los ríos, sino también en los episodios lluviosos, ya que son áreas de cotas relativas muy bajas, originalmente del valle, que al ser aislada con un terraplén, quedan sujetas, fundamentalmente, a un sistema artificial de desagüe (bombeo). También quedan sujetas al problemas de las napas en superficie, más aún cuando en este tramo existe un mayor tiempo de permanencia de las aguas del Paraná.

En este caso las implicancias dependerá de los mecanismos de defensas y preventivos que la ciudad desarrolle. En este contexto no parece desacertado construir defensas para un sistema como el descrito, pero el concepto debe ser el de defensa y no el de invasión. Por lo tanto, la ubicación de la traza de las defensas tiene especial consideración, ya que está ligada a efectos secundarios y/o de potenciación de las características de la corriente (erosiones, etc.).

La condición sine qua non, para minimizar los efectos (o los problemas) que se manifiestan en las crecidas, es que no tengan impedimento al escurrimiento.

Paradójicamente la ciudad se encuentra constreñida en el área de mayor riesgo. Si bien esto puede tener sus explicaciones históricas, culturales, sociales y económicas, también existen otras, relatadas en el contexto de este trabajo en el Anexo I. Evidentemente, no existe, ni existió una planificación urbana, que incorpore el marco hidrográfico en términos de adaptación y de sentido común. El ejemplo emblemático al respecto, es el Puerto de Santa Fe, construido en la ciudad (y no en el río), tal como se advierte en el material presentado en el Anexo I. Esto significó, de algún modo, reinventar el río (Canal de Acceso). Debido a la desconsideración de aspectos hidrodinámicos e hidrosedimentológicos durante su construcción, este canal tiende actualmente a obstruirse por sedimentación, con altos costos de mantenimiento. Por otra parte, con el material de éste se construyó posteriormente Alto Verde, un distrito muy vulnerable a las inundaciones, el cual origina a su vez influencias sobre el escurrimiento del flujo actual de la Laguna Setúbal.

Planificar la ciudad hacia el Norte, es hoy más que una necesidad, un imperativo. Es muy necesario quebrar la tendencia de expandir la ciudad desde el Sur hacia áreas de altos riesgos (Este y Oeste).

4 CONCLUSIONES

En este Anexo se abordó, de manera sintética, las características generales de la dinámica hídrica de la cuenca inferior del río Salado en territorio santafesino.

Se identificaron tres áreas fundamentales, con características marcadamente diferentes: (i) los Bajos Submeridionales y su colector, el Sistema de los arroyos Golondrina-Calchaquí, (ii) el sector que recibe los aportes de los arroyos Las Conchas, San Antonio, Arizmendi y Cululú-Las Prusianas y (iii) el sector de influencia del río Paraná.

Se destacó la importancia del sistema Golondrina-Calchaquí frente a las inexpresivas características del tramo del río Salado comprendido entre la localidad de Tostado y la afluencia del A° Las Conchas.

Se destacó la importante capacidad de conducción que presenta el valle de inundación del río Salado, hecho que torna muy improbable el desborde del mismo ante la ocurrencia de crecidas.

Por último, se analizaron aspectos generales relacionados con la ocupación de las áreas periféricas de la ciudad de Santa Fe, vinculando la problemática con la presencia de los ríos aledaños.