

## **RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DEL ACTOR CIVIL**

## **INDICE GENERAL**

PREGUNTA N°1-3:.....	3
PREGUNTA N°2-7:.....	10
PREGUNTA N°3-9:.....	11
PREGUNTA N°4-10:.....	14
PREGUNTA N°5-16:.....	16

**PREGUNTA N°1-3:**

**¿Hubo síntomas de agudización de la situación de emergencia en la semana previa a la catástrofe? En caso afirmativo, ¿Las acciones preventivas ordenadas por los organismos públicos provinciales, ante el conocimiento de esta información, fueron acordes a la gravedad de la situación?**

Sobre la base de los antecedentes recopilados para esta pericia, así como de documentación periodística y fílmica consultada, se pudieron establecer los principales elementos que conformaban la situación en la ciudad de Santa Fe y su entorno desde una semana antes de que se produjera la inundación.

Días 23 y 24 de abril de 2003

- Se registraron inundaciones en departamentos del centro de la cuenca del río Salado y otros (Las Colonias, San Justo, San Cristóbal y San Javier)
- Se registraban anegamientos en zonas rurales y semirurales
- Se registraban precipitaciones de 100 a 300 mm
- El parte del INA del 24/04/2003 del Sistema de Alerta de la Cuenca del Plata indicaba: *alerta por tormentas fuertes en los próximos 3 días en la región centro-norte de Santa Fe. Del 24/04 al 29/04 se prevén lluvias puntuales por encima de 100 mm en el centro-sur del litoral. Son estimadas lluvias leves a nivel regional.*
- El caudal que se registraba en la ruta 70 se incrementó de 777 m<sup>3</sup>/s el día 23/04 a 948 m<sup>3</sup>/s el día 24/04.

Día 25 de abril de 2003

- Continúan los anegamientos en departamentos del centro de la cuenca del río Salado.
- El caudal que se registraba en la ruta 70 en esta jornada era de 1159 m<sup>3</sup>/s.
- Altura del río Salado según la escala del INALI: 4,88 m
- Se registraban anegamientos en barrios periféricos emplazados al norte de la ciudad.

Día 26 de abril de 2003

- Continúan los anegamientos en departamentos del centro de la cuenca del río Salado.
- El caudal que se registraba en la ruta 70 en esta jornada era de 1443 m<sup>3</sup>/s.
- El nivel de agua en INALI se había incrementado en 0,15 m desde la jornada anterior

- Continúan los anegamientos e inundaciones en la región centro-sur de la cuenca del río Salado
- Continúan los anegamientos en la zona norte y en sectores rurales y semi urbanos de la ciudad.

Día 27 de abril de 2003

- El caudal que se registraba en la ruta 70 en esta jornada era de 2438 m<sup>3</sup>/s.
- En esta jornada comienza a ingresar el agua a la ciudad a partir de la sección del río correspondiente a la calle Gorostiaga.
- Se acentúan los anegamientos en la zona norte y en sectores rurales y semi urbanos de la ciudad.

Día 28 de abril de 2003

- Altura del río Salado según la escala del INALI: 5,75
- Se inician las tareas tendientes a cerrar la brecha en las inmediaciones de calle Gorostiaga, las que posteriormente fracasan en virtud de la magnitud del flujo y de los medios empleados.
- Se agrava el anegamiento de Recreo.

Día 29 de abril de 2003

- Parte del INA del 29/04/2003, Sistema de Alerta de la Cuenca del Plata: *alerta por tormentas fuertes. Advierte sobre la ocurrencia de lluvias del orden de 100 mm en el litoral argentino para el período 29/04 al 04/05/03. Indica precipitaciones acumuladas máximas en el centro del litoral que oscilan alrededor de 240 mm en el período comprendido entre el 22 y el 28/04/2003.*
- Altura del río Salado según la escala del INALI: 6,25
- El caudal en la ruta 70 era de 3878 m<sup>3</sup>/s.
- El ingreso del agua por la brecha de calle Gorostiaga es incontrolado.

Día 30 de abril de 2003

- Parte del INA del 30/04/2003, Sistema de Alerta de la Cuenca del Plata. Incluye específicamente (por primera vez en el período analizado) a la cuenca del río Salado santafesino. No prevé precipitaciones de gran envergadura. En el mes de abril de 2003 las precipitaciones acumuladas triplican el valor normal del mes.

Los puntos expresados anteriormente resultan algunos elementos salientes de las condiciones que se registraban en forma previa y durante el ingreso del agua a la ciudad. En los Anexos, IV, VI, VIII y XII se detallan todas las informaciones relativas a las lluvias en distintos sectores de la cuenca, los niveles y caudales que se registraron en la ruta 70 (RP70) y la descripción de los principales hechos desde que el agua ingresó a la ciudad.

Sobre la base de los hechos narrados anteriormente, puede afirmarse que la situación registrada en los días previos al ingreso del agua a la ciudad marcaba una condición preocupante con respecto a los parámetros meteorológicos, hidrológicos e hidráulicos que se manifestaban en distintos puntos de la cuenca. Esta situación se completaba con la evolución de los procesos de anegamiento que se iban registrando en la zona norte del casco urbano y en distritos más alejados del mismo.

Dentro de este cuadro de situación, se pudo establecer que las autoridades actuantes fueron tomando distintas medidas en relación con los hechos que estaban ocurriendo.

En primer término, cabe mencionar que se había conformado un Comité de Emergencia Hídrica, integrado por el ejecutivo Provincial, por funcionarios técnicos y administrativos provinciales y por personal de la Municipalidad de Santa Fe. El accionar de este Comité se encuentra reflejado en diversas Actas emitidas por el mismo que fueron delineando los pasos y decisiones asumidas. Las mismas se centraron en la evaluación de la situación a medida que se iban desarrollando los hechos, definiendo la ayuda a los evacuados, disponiendo la movilización de medios técnicos, entre otras.

Así mismo, los días previos al ingreso del agua a la ciudad, se tiene conocimiento de la realización de monitoreos y tareas de mitigación en distritos ubicados al norte de la ciudad y en sectores más alejados de la misma.

A partir de que se produjo el efectivo ingreso del agua en la ciudad, se pudo establecer que se efectuaron las siguientes acciones principales:

- 27 de abril: toma de conocimiento del ritmo de crecimiento de las aguas en el entorno de la ciudad y su posterior ingreso;
- 28 de abril: inicio de acciones de emergencia tendientes a cerrar la sección de ingreso;
- 28 al 30 de abril: inicio de ayuda a autoevacuados una vez que se producía el incremento de niveles en determinados sectores.
- 28-29 de abril: intento de controlar las aguas en el interior del recinto cerrado por los terraplenes;

- 29 de abril: análisis de la ejecución de acciones tendientes a reducir los niveles en el río Salado aguas arriba del terraplén de la autopista Rosario-Santa Fe mediante voladura del mismo;
- 30 de abril: acciones tendientes a aliviar y disminuir los niveles en el interior del recinto, mediante voladuras y aperturas de brechas en los terraplenes de defensa.

Más allá que pudieron existir otras acciones complementarias de menor entidad en cuanto a medidas no estructurales, puede decirse que las señaladas en los puntos anteriores resumen el accionar de las autoridades competentes en cuanto a la crisis que se estaba produciendo en el período 27 al 30 de abril. Básicamente, el conjunto de medidas centrales adoptadas puede resumirse en:

- (i) tareas preventivas y correctivas (en cuanto al cierre de la brecha de ingreso,
- (ii) acciones de evacuación para salvaguardar vidas humanas
- (iii) acciones de mitigación a través de la apertura de brechas en los terraplenes para disminuir los niveles de agua en la ciudad.

En principio, cabe preguntarse si existían otras medidas que podrían haberse tomado en la emergencia, como así también si las medidas que efectivamente se adoptaron resultaban adecuadas y acordes a las condiciones imperantes en la ciudad y su entorno.

Con relación a medidas adicionales que podrían haberse tomado, debe destacarse que la ciudad presentaba algunos problemas estructurales que no correspondían ser resueltos en una situación de emergencia sino que debieron haberse evaluado y corregido en forma previa, a la luz del nivel de vulnerabilidad que presentaba la ciudad.

Entre los aspectos primordiales que dan como resultado ese elevado nivel de vulnerabilidad, puede mencionarse:

- Un anillo de defensa abierto por la forma de terminación que se previó para el tramo II
- La existencia de obras viales y ferroviarias en el cauce inferior del río Salado que no contaban con luces suficientes como para garantizar una adecuada capacidad de conducción del río en crecidas importantes.
- La conformación de los terraplenes de defensa dada por los tramos I y II que generaban en el sector Oeste de la ciudad un recinto de almacenamiento en el caso que se produjeran ingresos a la ciudad y
- La inexistencia de un sistema de alerta y un plan de contingencia que permitiera efectuar acciones de pronóstico y adoptar medidas de mitigación adecuadas en el momento de la emergencia.

Resulta evidente que ninguno de esos problemas podría haberse resuelto, en forma adecuada, en un período breve, inmediatamente anterior al ingreso de las aguas al interior de la ciudad.

En efecto, la resolución de la vulnerabilidad generada por la inexistencia de una prolongación de la defensa más allá del extremo norte del tramo II sólo podría resolverse, en forma

definitiva (tal como se analiza en el desarrollo del informe pericial adjunto) a través de la materialización de un terraplén con geometría equivalente a la definida en el proyecto ejecutivo del tramo III, cuya elaboración data de los meses subsiguientes a la crecida.

Cualquier otra acción de cierre que tuviera una magnitud mayor a la correspondiente a un corto tramo aguas arriba de la Calle Gorostiaga, no resultaba tampoco factible de ejecutarse en un corto período de tiempo, previo al efectivo ingreso de las aguas. Lo expresado no implica que, tal como se aclarará más adelante, que no debieran haberse efectuado intentos de cegar dicha sección cuando se tenía el indicio de que las aguas podían ingresar a la ciudad o bien cuando esta ya lo estaban haciendo.

Con relación a la generación de un recinto cerrado en el interior de la ciudad, se destaca que no se contaba, como concepción de esas obras, con elementos que permitieran controlar y regular el crecimiento y evolución de los niveles en el mismo.

Finalmente, en lo que respecta a la conformación de un sistema de alerta y un plan de contingencia debidamente organizado, debe destacarse que su implementación en forma ordenada y eficaz requiere de un tiempo que excede los pocos días que se contaron en el cuadro de situación planteado en esta pregunta.

Los tres elementos se consideran que fueron determinantes en la generación del proceso de inundación y que sí debieron haberse considerado, planificado y resueltos con anterioridad al inicio de la situación de emergencia.

Como segundo aspecto señalado a considerar en el marco planteado por la presente pregunta, debe evaluarse si las medidas efectivamente adoptadas resultaban adecuadas. En ese contexto, puede considerarse que las medidas, tanto correctivas como de mitigación señaladas eran, en cuanto a su esencia, adecuadas y compatibles a las condiciones de borde imperantes.

En efecto, más allá de lo expuesto respecto de la resolución estructural de la vulnerabilidad generada por la defensa abierta a la altura del Hipódromo, era imperioso intentar cegar la sección de ingreso de las aguas, evaluar y concretar acciones de evacuación y contemplar alguna medida que permitiera evitar la excesiva acumulación de las aguas en el interior del recinto cerrado generado por las propias defensas.

En términos generales puede decirse que, si bien las acciones enunciadas resultan, en principio, compatibles y conducentes con relación a la secuencia de hechos, se observa una cierta demora con relación al momento óptimo para la ejecución de las mismas.

De las medidas señaladas, la acción de cierre de la zona abierta de Calle Gorostiaga, debió iniciarse, en caso de haberse contado con algún sistema de previsión, en días previos al ingreso de las aguas. Tal como se dijo en el informe pericial, esta acción no resulta factible de realizarse (o al menos tiene menores posibilidades de éxito) una vez iniciado el escurrimiento hacia el interior de la ciudad.

Debe contemplarse además, que aún cuando se hubiera ejecutado un cierre provisorio a cota 16,50 m en forma previa (tal como se ejecutó en el año 1998), los niveles del río Salado hubieran superado el mismo, ingresando finalmente a la ciudad.

Es por ello que se ha mencionado en esta pericia que esta medida de emergencia, considerada aún en el proyecto ejecutivo de las obras, no resultaba la más recomendable atendiendo principalmente los riesgos de falla de las mismas y la magnitud de las consecuencias derivadas de su no concreción.

Con relación a la oportunidad de la evacuación de zonas ya afectadas o bien de aquellas que se encontraban en riesgo severo de inundación, debe destacarse que esta medida está directamente vinculada con la existencia de un Plan de Contingencia debidamente implementado y establecido. No obstante, se considera que, aún sin la existencia de dicho Plan, y aún no habiéndose contado con un sistema de alerta, el inicio del ingreso del agua a la ciudad y su incremento (los días 27 y 28 respectivamente) conforman un aviso importante que debió haber determinado acciones de evacuación. Estas acciones debieron contemplar no solo las zonas que ya se encontraban anegadas sino también aquellas que, por su ubicación altimétrica, presentaban elevados riesgos de anegamiento.

Para ello, se considera que el día 28 se contaba con elementos suficientes como para disponer la evacuación masiva de la población ubicada al sur de la autopista, además de aquella que ya se encontraba anegada al norte de la misma.

Con respecto a las acciones encaradas para aliviar la situación mediante la apertura de brechas y voladuras de terraplenes, cabe mencionar lo siguiente:

- más allá que no se pudieron concretar, se analizaron acciones tendientes a aumentar la sección de pasaje del agua en correspondencia con el puente de la autopista Rosario-Santa Fe. Simulaciones realizadas en esta pericia (Anexo XI) permiten estimar que la magnitud de la brecha requerida para lograr un descenso significativo del nivel de las aguas no resultaba factible de ejecutarse en las condiciones de emergencia antes descripta;
- la no existencia de un monitoreo continuo y de un análisis de la evolución de la crecida mediante medios adecuados, complicaba la toma directa de la decisión de volar los terraplenes de las obras de defensa al sur de la ciudad. El éxito de estas acciones se encontraba directamente vinculado con la evolución de los desniveles existentes entre el río Salado y el interior del recinto;
- la evolución de niveles registrada en la zona sur, aguas abajo del Puente Carretero (RP 11) y en la zona de desembocadura del río Salado, permitía considerar que la voladura del terraplén de la Avda. Mar Argentino podría haberse efectuado en el transcurso del día 29, como medida precautoria antes que llegaran los máximos volúmenes de excedentes a dicha zona.

En resumen, como corolario de la respuesta al requerimiento solicitado, puede decirse lo siguiente:

- Existían indicios que marcaban un proceso de agravamiento de la situación, aunque la carencia de sistemas de pronóstico debidamente implementados (ya sean estos simples



como complejos) no permitía en ese momento, estimar qué evolución se podría haber dado en el tiempo de los principales parámetros que caracterizan la crecida.

- Frente a la emergencia suscitada no podría considerarse factible resolver aquellos problemas estructurales que presentaba la ciudad y que no fueron resueltos con anterioridad al evento.
- Durante el desarrollo del fenómeno, las autoridades fueron tomando una serie de medidas que esta pericia considera que eran conducente y compatibles con la situación planteada.
- Aún así, y aún considerando que no existía un sistema de alerta, esta pericia considera que las medidas adoptadas podrían haberse tomado con una antelación de al menos un día, fecha en las cuales había fuertes indicios de que la situación podía agravarse en el futuro inmediato.

**PREGUNTA N°2-7:**

**En base a los estudios existentes sobre "delimitación de áreas de riesgo hidrico en Santa Fe - sistema paraná Sistema Salado", año 1992, realizado por el Instituto Nacional Ciencia y Técnica Hidricas (actual INA) para el gobierno de la Provincia de Santa Fe, subsidiado por el Consejo Federal de Inversiones, que ponía en evidencia los riesgos de la inundación de un sector urbanizado en el oeste de la ciudad; ¿Se hubiera podido preveer el avance de las aguas del rio Salado, sobre los barrios del oeste de Santa Fe, en función del volumen de agua entrante?**

El “*Estudio de Delimitación de Áreas de riesgo hídrico en Santa Fe*” que fue desarrollado por el INA a partir de 1991 y que concluyó en marzo de 1992, financiado por el CFI en el marco de un programa sobre las condiciones de inundabilidad que se presentaban en el país, tuvo una amplia difusión en la zona y en diversos organismos, resultando de gran utilidad durante las crecidas del Río Paraná de mayo de 1992.

El estudio contempla la determinación de las zonas potencialmente inundables por crecidas de distintas magnitudes y probabilidad tanto del Río Paraná como del Río Salado. En el caso de la crecida de 2003, casualmente, la línea de inundación coincidió prácticamente con la línea trazada en el mencionado estudio correspondiente con la crecida de TR= 100 años.

A través de una simple y expeditiva modelación matemática se hubiera podido determinar la evolución de los caudales entrantes por calle Gorostiaga y la brecha formada en el terraplén en función de los caudales circulantes en el río Salado y sus consecuentes alturas en la sección del Hipódromo Las Flores, y en base a los planos del INA se podría haber obtenido una relación cota-volumen, en consecuencia se podrían calcular luego las áreas abarcadas por la inundación.

En el marco de lo que ya se ha explicitado, en el Resumen Ejecutivo y en varias de las respuestas a las preguntas formuladas, de que debido a la inexistencia de un Plan de Contingencia y de un sistema de alerta y pronóstico, las previsiones que técnicamente son factibles de realizar no se han podido llevar a cabo en el contexto expuesto.

**PREGUNTA N°3-9:**

**Los técnicos de Dirección Provincial de Obras Hidraulicas ¿disponían de capacidad técnica e instrumentos adecuados para aplicar herramientas de predicción hidrológica? En caso afirmativo ¿Que resultados se obtuvieron?**

En el documento (DPOH, 2003) este organismo hace un descargo de responsabilidad sobre su accionar durante el evento de la crecida de 2003:

- *las áreas técnicas (A.T) no efectúan el seguimiento hídrico de la provincia de manera sistemática, ni operan ningún sistema de alerta hidrológico en el territorio provincial, por carecer de la competencia, estructura orgánico funcional y presupuesto para ello.*

y específicamente con respecto a un sistema de alerta expresa:

- *la red de medición de datos hidrológicos en el territorio provincial, que estuvo atendida por organismos nacionales y provinciales, ha sido desmantelada hace 13 años.*
- *las estaciones de medición que eran operadas por la DPOH-SPAR fueron desactivadas, y en la actualidad sólo se cuenta con dos agentes que cumplen con tareas de hidromensura, que ni siquiera tienen asignada una movilidad para su traslado en forma permanente sino que deben compartirla para el desarrollo de las tareas que le son encomendadas puntualmente por la superioridad con los agentes que realizan tareas de topografía.*
- *las áreas técnicas (A.T.) concientes de la necesidad de contar con la información hidrológica que se requiere para la formulación de un plan de prevención de crecidas, en el año 2001, siempre bajo la premisa de tender a conformar un organismo que sea la Autoridad de Aguas de la Provincia y aprovechando la convocatoria efectuada por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, dos profesionales iniciaron su entrenamiento en el uso de un software destinado a la prevención y manejo de inundaciones de origen holandés. En ese marco a su vez, el gobierno holandés ofreció la suscripción de un contrato para el uso de dicho programa SOBEK RURAL con el gobierno de la provincia sin cargo durante un año. Dicho contrato se tramitó mediante el expdte. N°00603-0007012-3 y agregados, cuyos antecedentes se adjuntan, pero que no se concretó por cuestiones burocráticas y legales que determinaron que se vencieran los plazos para aceptar la propuesta.*
- *dado que la ciudad de Santa Fe presenta riesgos por inundaciones ante las crecidas del Río Salado, la DPOH-SPAR remitió a la SUCCE una nota con fecha 4 de abril de 1998 a través de la cual se propuso la inclusión de dos estaciones de medición telemétrica a tiempo real sobre el cauce del Salado ubicadas en la R.P.N°70 y en la*

*R.PN°39. Las gestiones de esta licitación fueron llevadas a cabo por la SUCCE, se paralizaron en el segundo semestre del año 2001 y aún no se ha concretado.*

- *En caso de haber estado operativas las estaciones telemétricas solicitadas por las Áreas Técnicas para el tramo inferior del Río Salado a través del sistema de alerta hidrológico del Río Paraná previsto para implementar con los fondos del PPI (Proyecto Protección Inundaciones) se habría podido hacer, al menos, un monitoreo cuantitativo a tiempo real de la crecida en su tramo inferior.*
- *Por razones de índole burocrática y legal, no se ha podido contar con un software que permita la simulación de eventos catastróficos y la planificación de medidas de prevención y manejo de crecidas.*
- *La única manera de prevenir un evento hidrológico es contando con la información brindada por un sistema de alerta hidrológico en la provincia, por lo tanto, no cuenta con un mecanismo formal y confiable de pronóstico para la cuenca del Salado ni para ninguna cuenca interior.*
- *La red de medición de datos hidrológicos del territorio provincial actualmente está desmantelada.*
- *No existen otros organismos del ámbito nacional, provincial, municipal y comunal que operen sistemas de alerta hidrológico en las cuencas interiores de la provincia, puesto que el INA sólo opera el Sistema de Alerta de los Ríos Paraná, Uruguay y Paraguay que brinda información en secciones de dichos cauces.*

Se deduce que la DPOH, con motivo del evento de 2003, en el mencionado Informe, deslindó responsabilidades y contradictoriamente, a su vez, explicó sus acciones con respecto a la tramitación de la implementación de distintos componentes de un sistema de alerta hidrológica para la cuenca del Río Salado (modelo de simulación de origen holandés y estaciones de medición de transmisión en tiempo real). También la DPOH expresó que la red de información hidrológica (no hidrometeorológica) de la provincia estaba desmantelada, poniendo así énfasis en la necesidad de contar con información de alturas y/o caudales en los cauces de la cuenca, para emitir pronósticos de crecida.

Esta pericia considera que la DPOH no contaba con una estructura organizativa con respecto a temas de predicción hidrológica en la Cuenca del Río Salado, pero que sí disponía de capacidad técnica y, si bien no tenían instrumentos adecuados de herramientas de predicción hidrológica, éstas estaban fácilmente disponibles (modelos matemáticos de simulación hidrológica – hidráulica con libre disponibilidad en INTERNET).

Esta pericia a podido concluir (apartado 3.1 del Resumen Ejecutivo y Anexo VIII) en que era técnicamente factible pronosticar la crecida en tiempo y magnitud en base a la información de carácter público existente:

- un conjunto de informaciones suministradas por la Dirección de Comunicaciones y medios periodísticos que constituye una base mínima adecuada para realizar el pronóstico
- modelación matemática de fácil accesibilidad;

- criterios hidrológicos simples (procedimiento por extrapolación lineal), pero igualmente válidos.
- La implementación de estas herramientas hidrológicas rudimentarias podrían constituir una etapa transitoria previa con vistas a un desarrollo complejo como se indica en (United Nations, 2001).

Al efecto de poder indicar gran parte de las herramientas de predicción hidrológica, se hace notar la existencia de un modelo de pronóstico (INCyTH-CRL) con 15 años de antigüedad al momento de la crecida de 2003 que permitía una muy buena aproximación de niveles de agua con 3 días de anticipación y que podría haber sido utilizado con la información de estimaciones de alturas del Río Salado en San Justo, Cululú y Puerto Santa Fe obtenidas a través de comunicaciones telefónicas.

**PREGUNTA N°4-10:**

**En función de los resultados del estudio hidrológico/hidraulico del puente sobre el río Salado, que en 1998 la empresa AUFE (concesionaria de la autopista Santa Fe-Rosario) encomendó al Centro Regional Litoral del INA (INA - CRL) , en el cual se aconsejó la ampliación de la luz de paso del puente, para disminuir la erosión y la elevación del nivel aguas arriba, provocado por el efecto de remanso, y habida cuenta de la no realización de esas obras; ¿Se hubieran evitado o reducido considerablemente los efectos catastróficos de la crecida, en caso que las autoridades provinciales hubieran dispuesto la voladura de un tramo del terraplén?**

La obra que conforma la vinculación entre ambos márgenes del río Salado y que da continuidad a la autopista Rosario – Santa Fe, estaba compuesta por dos puentes, emplazados en forma paralela, con una luz libre de 155 m y un ancho total de 12,1 m cada uno. En el Anexo II del Informe Pericial se indican las principales características del mismo.

Este puente data de la época de la construcción de la autopista, a principios de la década del 70, donde se materializó un único puente con la luz antes señalada. Dado el ancho natural de expansión del río en esa zona, que resulta del orden de los 1500 m a 2000 m, la diferencia existente respecto de la luz libre del puente condiciona fuertemente el escurrimiento natural en épocas de crecidas, dando lugar a una fuerte contracción del flujo. Tal como se deduce, la reducción de la sección de pasaje resulta del orden de 10 a 12 veces si se considera la situación natural del valle de inundación del río.

Estudios posteriores realizados por el INA, también indicaban la necesidad de ampliar la luz libre de pasaje, dado que la misma, producía importantes sobreelevaciones de los niveles líquidos del río Salado hacia aguas arriba. Este estudio indica que para una luz libre de 300 m la capacidad de conducción del valle era de 33%, en tanto que para 400 m es el 40%.

De acuerdo a las modelaciones realizadas para el presente trabajo (Anexo XI) con un modelo hidrodinámico de libre disponibilidad, en oportunidad de la crecida del año 2003, la sobreelevación registrada en la sección del puente alcanzó el rango de 0,70 m a 0,80 m. Sin esta sobreelevación, los niveles registrados en la sección de ingreso a la ciudad hubieran sido del orden de los 16 m.

Este valor hubiera impedido el ingreso del agua si se alcanzaba a materializar un cierre provisorio contiguo al final del tramo II de la defensa, a la altura de la Calle Gorostiaga. Si esta condición no se cumplía, como finalmente ocurrió, el agua hubiera igualmente ingresado al casco urbano pero en menor cantidad y con un menor empuje hidráulico sobre el extremo del terraplén de defensa.

Así mismo, debe destacarse que si la ampliación del puente no se realizaba con anterioridad a la crecida, como una medida estructural razonable para reducir los riesgos de sobrepaso de

las obras de defensa, su ampliación durante la emergencia no configuraba una medida factible y conducente.

En efecto, sobre la base de los estudios realizados que implicaron el desarrollo de una relación ancho de brecha Vs. cota de agua en Calle Gorostiaga:

Ancho de brecha (m)	cota de agua en Calle Gorostiaga (m)
100	16.45
150	16.37
300	16.25
500	16.21

se pudo concluir que la magnitud de la brecha que debería generarse para reducir los niveles en forma significativa resultaba superior a los 500 m, situación que convertía a dicha medida en impracticable con medios poco adecuados y con elevadas dificultades de acceso y traslado de equipos al lugar.

En virtud de lo expuesto y dando respuesta al requerimiento solicitado se puede afirmar que la ampliación de la luz del puente de la autopista hubiera sido una medida aconsejable de tomar, no en la emergencia, sino en forma previa. Mediante esta acción se hubiera restituido, al menos parcialmente la capacidad de conducción del río Salado en su tramo inferior y disminuido los riesgos de sobrepaso de la defensa longitudinal.

**PREGUNTA N°5-16:**

**(En caso de haberse concluido el cierre del terraplén del Tramo II de la defensa Oeste de la ciudad) ¿En cuanto se hubiera superado la cota superior del terraplén del Tramo II de la defensa Oeste de la ciudad, que área de la ciudad se hubiera inundado y que volumen de agua hubiera ingresado a la ciudad?**

Al momento de producirse la crecida de abril-mayo de 2003 el Tramo II estaba concluido según se establece en el “Informe Final – Proyecto Ejecutivo – Obras Hidráulicas de la Avenida de Circunvalación de la Ciudad de Santa Fe Tramo: Alto Nivel Ruta Nac. N° 11 – Avda. Blas Parera – 2° Sección: Autopista AP01 – Avda. Blas Parera. (Santa Fe, febrero de 1996)”; que expresa al respecto:

- III.1.3 Traza de la Obra 4. *El final de la defensa es provisorio hasta tanto se continúe con una tercera sección, ya que en esta zona no se puede efectuar un cierre natural a cota circundante. El cierre se efectuará sobre un muro de mampostería reforzada ubicado sobre el cordón sur de la calle Gorostiaga, inmediatamente al oeste de la entrada al Hipódromo de Las Flores. La calle Gorostiaga tiene frente a dicho cierre una cota de 16.40 IGM por lo que deberá, para crecidas mayores a la máxima histórica, realizarse un alteo provisorio de la misma, con bolsas o elementos similares que puedan, una vez finalizado el evento extraordinario, ser retirados para rehabilitar el tránsito en dicha arteria.*

- III.1.6 Cierre de la defensa

*En esta etapa, la DPV decidió realizar un cierre provisorio de la defensa, dado que el cierre natural a cota +17.50 IGM, se verifica en zonas alejadas fuera del área de la 2° Sección de la Avenida de Circunvalación en proyecto. La finalización de la defensa a cota de coronamiento +17.50 se proyectó contra un muro de mampostería reforzada de espesor variable, situado en el cordón sur de la calle Gorostiaga.*

*La calzada de dicha calle tiene una cota promedio de 16.40 IGM, la misma asegura que solo ante eventos extraordinarios será superada. En estos casos se procederá al cierre temporario de la calle Gorostiaga mediante bolsas de arena u otro elemento de contención entre el muro de finalización de la defensa y las instalaciones (paredón sudoeste) del Hipódromo de Las Flores, interrumpiendo el tránsito temporariamente sobre dicha arteria que de igual manera en la actualidad se inutiliza cuando ocurren eventos de esa magnitud.*

Dado que el tramo II estaba concluido, como se ha explicitado, esta pericia interpreta que la pregunta realizada se refiere al comportamiento que hubiera tenido la defensa provisoria, prevista en el proyecto para el caso de crecidas, en el evento de abril-mayo de 2003.



Esta pericia analizó a través de modelación matemática (Anexo XI y apartado 6.4 del Resumen Ejecutivo) las consecuencias de haberse mantenido el terraplén provisorio que fuera construido en 1998 de acuerdo a lo previsto en el proyecto ejecutivo de la obra (o la reconstrucción del mismo).

Tal como se ha expresado a lo largo del Informe Pericial, en particular en el Anexo II del mismo, se considera que esta medida de proyecto configuraba, en si misma, un elevado riesgo dado que su éxito dependía de la antelación con que se encararan las acciones de cierre y de la mayor o menor rapidez en la evolución de los niveles en el curso del río Salado.

En efecto, durante el año 1998, la medida fue desarrollada con éxito debido principalmente a dos factores: Por un lado se pudo recrecer la sección deprimida de la calle Gorostiaga hasta un nivel igual o levemente superior al máximo que alcanzaron las aguas en ese sector. Por otra parte, evidentemente se efectuaron las acciones de cierre con mayor anticipación, situación que se vio favorecida por la menor tasa de crecimiento de los niveles en el río Salado, con relación a la efectivamente registrada en la crecida del año 2003.

En este último evento, tal como se demuestra en la simulación hidráulica desarrollada en el Anexo XI, los niveles máximos alcanzados en dicha sección resultaron cercanos a la cota 17 m IGM. Por esta razón, en caso de haberse mantenido la defensa provisoria o de haberse vuelto a ejecutar con anterioridad al ingreso del agua a la ciudad, la misma no hubiera sido eficaz a los efectos de evitar su sobrepaso, no pudiendo garantizarse su estabilidad con una carga de aproximadamente 1 m por sobre su cresta. A su vez, con esos niveles, el agua también hubiera ingresado progresivamente en el hipotético extremo final que se emplazaría aguas arriba del hipódromo.

Bajo estas condiciones se puede decir, a su vez, que se hubiera producido un retraso en el ingreso del agua a la ciudad, con un retardo de aproximadamente 24 hs respecto del día que efectivamente lo hizo en esta crecida.

Queda claro que este retardo hubiera generado una diferencia sustantiva en el caso que se hubiera contado con un plan de emergencia, o bien se hubieran planificado acciones preventivas con relación a la población. Es decir, una vez que el agua hubiera superado la cota de la defensa provisoria y no pudiendo garantizarse la estabilidad de la misma, el agua podría haber ingresado igualmente en forma abrupta, razón por la cual se hubiera ganado al menos un día para la toma de medidas preventivas.

Más allá de lo expuesto, las acciones que se encararon durante la crecida del año 2003, no dieron resultados satisfactorios dado que las mismas comenzaron a ejecutarse una vez que el agua había comenzado a ingresar a la ciudad. Considerando la forma en que evolucionaron los niveles en esa crecida, no se considera factible que se hubiera podido realizar el cierre en la condición de emergencia suscitada, máxime si la misma hubiera tenido que recrecerse por lo menos hasta la cota 17 m. Esta acción debió ser tomada con mayor anticipación a fin de garantizar el no ingreso de las aguas y completar una sección de cierre con medios más

estables que no hubieran podido ser colocados con el pasaje de agua hacia el interior de la ciudad.

Esta pericia concluye que la terminación del tramo II de la Defensa Oeste de la Ciudad de Santa Fe era inapropiada ya que presentaba un alto grado de vulnerabilidad a los procesos de erosión, tal cual ocurrieron. Por otra parte también se concluye que el cierre provisorio indicado por el proyecto ejecutivo en caso de crecidas fue inviable durante el evento de 2003.

Por lo expuesto, y respondiendo a lo cuestionado, es que se indica que cualquier alternativa de análisis asociada al cierre provisorio del tramo II, previsto en el proyecto, conduce a suponer volúmenes y tiempos de ingreso iguales o similares a los que efectivamente se verificaron (en el orden de  $700 \text{ m}^3/\text{s}$ ), según que la obra se mantuviese estable o no respectivamente.