

**CONTESTACIÓN A  
RESOLUCIÓN INTERLOCUTORIA  
DEL  
12 DE AGOSTO DE 2009**



**HYCROTEGI**

HYDROLOGIC - HYDRAULIC &  
ENVIRONMENTAL ENGINEERS  
ARCHITECTS AND PLANNERS

**Ivan velazquez and associates**

**CORREDOR HATILLO-AGUADILLA  
DIA-P JCA-07-0014 (ACT)  
12 mayo de 2010**

RESOLUCIÓN INTERLOCUTORIA DEL 12 DE AGOSTO DEL 2009,  
ARTÍCULOS: 7, 8, 12, 13 Y 18

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene la contestación a los comentarios de la Sección III -  
**RESOLUCION** : Artículos 7, 8, 12, 13 y 18 de la Resolución Interlocutoria con fecha  
12 de agosto del 2009 y de la carta del Departamento de Recursos Naturales de Puerto  
Rico con fecha 25 de septiembre de 2007.

ARTÍCULO 7 - REFERENTE A LA DISPOSICION FINAL DE LAS AGUAS USADAS A SER GENERADAS  
EN LAS ESTACIONES DE PEAJE

En caso de ser requeridos, los sistemas de descarga al subsuelo, no se permitirá su  
ubicación en zona inundable. Una vez se determine la ubicación final de las estaciones  
de peaje y el sistema de descarga al subsuelo, se certificará como parte del proceso  
de diseño, que estos no estarán ubicados en zona inundable.

ARTICULO 8. REFERENTE A LOS CUERPOS DE AGUA QUE SERÁN AFECTADOS

Los cuerpos de agua a ser afectados por la ruta se discutieron en la sección III y IV del " Estudio Hidrológico Ambiental para el expreso PR-22 corredor Hatillo – Aguadilla " preparado por nuestra firma , Iván Velázquez y Asociados en mayo del 2006". El corredor propuesto cruzará los ríos Camuy y Guajataka a una elevación muy por encima del nivel de la inundación de 100 años identificada por FEMA.

RÍO CAMUY:

El río Camuy es la primera cuenca de un río principal que cruza el Corredor propuesto. En el lugar del cruce propuesto el río Camuy posee un canal profundo bien definido en la roca caliza de la costa norte. El perfil vertical de la propuesta carretera está unos 60 metros sobre el fondo del canal, por encima del nivel de inundación de 100 años y por encima del nivel de 500-años, según se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2<sup>1</sup>

Niveles de inundación de 100-años para el Río Camuy

<u>Descarga (cms)</u>	<u>Nivel (mts MSL)</u>
911 (100-años)	13.75
1,416 (500-años)	14.89

<sup>1</sup> ref-1 - " Estudio Hidrológico Ambiental para el expreso PR-22 corredor Hatillo – Aguadilla - Iván Velázquez y Asociados, mayo del 2006

## RÍO GUAJATACA:

El Río Guajataca es el segundo río principal que cruza el corredor. La alineación propuesta cruza el canal del Río Guajataca a unos 4 kilómetros aguas arriba del puente de la Carretera PR-2, y a unos 12 kilómetros aguas abajo de la estructura del Embalse del Lago Guajataca. En el lugar del cruce propuesto el río Guajataca posee un canal profundo bien definido en la roca caliza de la costa norte. El perfil vertical propuesto de la carretera está a una elevación de cerca de 118 metros sobre el fondo del canal del Río Guajataca, por encima del nivel de inundación de 100 años y por encima del nivel de la crecida máxima probable, los cuales se muestran en la Tabla 3<sup>1</sup>

Tabla 3<sup>1</sup>  
Descargas y niveles de agua  
para el Río Guajataca  
frecuencia 100-años

<u>Descarga (cms)</u>	<u>Nivel de agua (mts MSL)</u>
853 (100-años)	16.90
1,841(Curva de Hortensia)	20.35
2,804 (Crecida Máxima Probable)	22.77

<sup>1</sup> ref-1 - Estudio Hidrológico Ambiental - PR-22 corredor Hatillo- Aguadilla consultores- Iván Velázquez y Asociados, mayo de 2006)

## RÍO CULEBRINAS Y EL CAÑO MADRE VIEJA

El Río Culebrinas y el Caño Madre Vieja es el tercer sistema de río principal que cruza el corredor. La alineación vertical de todo el corredor está ubicada significativamente por encima del área inundable y de los cauces de los ríos y tributarios que el proyecto cruza a lo largo de toda la ruta.

Unos 1,200 metros del corredor propuesto se ubican dentro de una franja de la parte norte de valle inundable del Río Culebrinas y Caño Madre Vieja, aguas arriba de la carretera núm. 2, manteniéndose fuera del Cauce Mayor (Zona 1) del río Culebrinas.

Este segmento de carretera que se estará diseñando dentro del área inundable del Río Culebrinas y el Caño Madre Vieja, corresponde a la intersección entre el proyecto propuesto y la carretera núm. 2, entre las estaciones 446+00 y la 462+50. La mayor parte de este tramo estará corriendo de este a oeste, paralelo al flujo de la inundación extraordinaria y fuera del cauce mayor del Río Culebrinas. El tramo de la intersección que cruza en dirección sur lo hace sobre la carretera núm. 2 a lo largo de la alineación actual que está por encima (condición actual) de la inundación regulatoria.

Por estar fuera del Cauce Mayor (Zona 1), este tramo de unos 1200 metros, se diseñará considerando las condiciones hidráulicas actuales y las condiciones con

proyecto para minimizar los impactos sobre niveles de inundaciones actuales, según requiere el Reglamento num. 13 de la Junta de Planificación de Puerto Rico. Este tramo será diseñado considerando toda la reglamentación aplicable a las construcciones dentro del valle inundable.

Los cruces sobre cuerpos de agua menores se describen en el Estudio Hidrológico Ambiental en la sección IV. Se describen dos cuerpos de agua menores, la quebrada La Sequia y quebrada La Seca.

#### QUEBRADA LA SEQUÍA

Se realizó un análisis regional de la elevación de las aguas en la Quebrada La Sequía, en el propuesto cruce del puente, para una frecuencia de 100 años, que resultó en una elevación de aproximadamente 96.00 metros. La carretera propuesta y la elevación del puente en la ubicación propuesta es de cerca de 117 metros, lo que resulta en 11 metros por encima del máximo de la inundación de 100-años.

#### QUEBRADA LA SECA

La Quebrada La Seca está ubicada al comienzo de la ruta del proyecto. El Expreso dividirá la cuenca existente en dos áreas. En esta área se determinó que el drenaje de la quebrada era a lo largo de la carretera existente en la comunidad Corcovado. El área de drenaje de la cuenca superior es de aproximadamente 85 Ha (213 cuerdas) (0.33 millas cuadradas) que drenan a lo largo de la carretera de la comunidad. En esta

área, el drenaje de la cuenca superior estaría diseñado tomando en consideración la ubicación de la comunidad dentro del marco del área de construcción. La descarga de escorrentía se dirigirá aguas abajo hasta un punto de descarga seguro, en la Quebrada La Seca. La determinación final se realizará en una etapa posterior del diseño preliminar y final.

#### CANALES DE RIEGO - CANAL PRINCIPAL Y CANAL MOCA

Sobre el impacto en los canales de riego la evaluación Hidrológica Ambiental describe los mismos en la sección V.1 - Canal Principal y Canal Moca. De la represa del Río Guajataca sale por canales de varios kilómetros de largo un sistema de riego y abasto de aguas para los municipios de Isabela, Aguadilla, Aguada y Rincón. Este es un sistema complejo de canales abiertos, sifones y compuertas que sin ser afectados deberán ser re-localizados y entubados a lo largo de la alineación final del corredor propuesto. Las modificaciones pudieran incluir canalización y cruces de alcantarillas que se tendrían que considerar en la fase de diseño del proyecto. El sistema no se debe interrumpir por lo que la construcción del expreso debe tomar esta restricción en consideración.

Se requiere la coordinación con AAA y AEE para concretar cualquier solución en esta área. Cada punto de encuentro entre el corredor y el sistema de canales será evaluado y se desarrollarán estrategias de diseño y construcción para cada caso en particular.

Luego de llevar a cabo los estudios hidráulicos para determinar las capacidades requeridas de las alternativas, de acuerdo con los reglamentos aplicables y con la coordinación interagencial, este aspecto no será un problema para la ruta.

La construcción de puentes, atarjeas y canalizaciones entre otras obras tendrá efecto sobre los canales de riego durante el proceso de construcción el cual tendrá que ser controlado de acuerdo al tipo de obra, su magnitud y el sistema de construcción que se seleccione. En todos los casos se espera que el efecto mayor sea en la producción y el transporte de sedimentos producto del desforre y erosión de los terrenos durante la preparación de rasantes y excavaciones.

Las actividades de construcción deberán regirse por los requerimientos de La Junta de Calidad Ambiental para aplicar las medidas de control necesarias para la prevención de la contaminación, la erosión y el transporte de sedimentos hacia lugares sensitivos. Todas las construcciones del corredor tendrán que proveer el establecimiento de un plan adecuado de control de erosión y sedimentación de terrenos (plan CES) que incluirá medidas preventivas como la colocación de filtros de pacas de heno, filtros de tela, y charcas de retención de sedimentos. Algunas de esta medidas como las charcas de retención, pasaran a ser de carácter permanente para el control de contaminantes durante la operación del expreso. Según se describe en la sección V-3 del Estudio de Hidrología Ambiental, estos sistemas por lo general están compuestos por un área de almacenaje para retener la primera pulgada de escorrentía por un período específico de tiempo antes de ser descargada al sistema receptor.

CARTA DEL 25 DE SEPTIEMBRE DE 2007 DEL DRNA – DISCUSION DE LOS IMPACTOS  
RECONOCIDOS EN EL AREA DE SUMIDEROS Y DEPRESIONES

En esta sección se amplía la discusión de las alternativas de mitigación del impacto del proyecto sobre los sumideros y depresiones, basado y limitado a la información geotécnica de barrenado que se realizó en esta etapa de estudio. La discusión sirve conjuntamente para contestar los artículos 12, 13 y 18 que se refieren primordialmente al mismo tema de los sumideros y depresiones.

SUMIDEROS Y DEPRESIONES

El concepto de “relocalización de sumideros” esta debidamente explicado en la sección V-3 e indica que aquellos sumideros – depresiones- afectados por el corredor se reubicarían considerando características específicas de acuerdo a la superficie del área afectada y la profundidad promedio de la depresión, las cuales se combinarían con medidas de infiltración y mitigación de la escorrentía. Dentro de las características específicas a considerarse están, la geología de la formación, la capacidad de infiltración, localización de zonas con potencial de colapso, dirección del flujo subterráneo, profundidad de la roca o estrato permeable, además de los estudios de la hidrología y la hidráulica superficial. Dentro de las características físicas, se determinará el área superficial afectada por el corredor, la escorrentía que dicha área maneja y la capacidad de infiltración, entre otros parámetros

Este concepto de relocalización o reubicación incluirá las medidas que sean necesarias para la mitigación de la pérdida de volumen de almacenaje y la pérdida en área de infiltración asociada a la pavimentación (impermeabilización) de terrenos, El almacenamiento temporero como medida de control de contaminantes y para controlar el exceso de escorrentía superficial asociado al cambio, puede ser logrado mediante varias alternativas estructurales y no estructurales. Estas medidas se implementarán desde la fase de construcción y algunas como las charcas de sedimentación temporeras, se mantendrán como medidas permanentes de control de escorrentía, reducción de contaminantes y recarga del acuífero

Se indicó en el documento que la mitigación se tendría que determinar en una fase posterior, ya que en el momento de la preparación de la Declaración de Impacto Ambiental no se tienen los estudios necesarios para establecer las características y el comportamiento hidrodinámico del área reubicada.

Para atender el señalamiento del Departamento de Recursos Naturales de ampliar los estudios en esta etapa, para determinar la viabilidad de las alternativas señaladas en la DIA, se procedió a realizar una serie de barrenos en áreas sensitivas y con características representativas del área. Esta información será utilizada para evaluar la mitigación de los efectos reconocidos en el estudio como:

1. Reducción en el área de sumideros y depresiones
2. Reducción en la infiltración y recarga hacia el drenaje subterráneo
3. Efectos de aumento de escorrentía por efecto de la pavimentación
4. Control de contaminantes en la calidad de la descarga pluvial

Todos estos efectos reconocidos se pueden mitigar mediante el debido análisis de las condiciones del área, para establecer las medidas de mitigación mencionadas en el estudio Hidrológico Ambiental. Del estudio de barrenos realizado en esta etapa se desprende que los sumideros afectados a lo largo de la ruta se pueden clasificar en dos tipos (1) sumideros de colapso (2) sumideros en roca.

Los sumideros de colapso están en su mayoría ubicados en la alineación norte del corredor (ruta este-oeste) y los sumideros de roca básicamente en la zona de Aguadilla, en la alineación oeste (ruta norte-sur) del corredor.

De acuerdo al estudio de barrenos realizado para esta revisión, el efecto sobre los sumideros de colapso puede ser compensado mediante la provisión de charcas de detención que contemplen la construcción de pozos de infiltración. Estos pozos de infiltración se tendrían que llevar hasta el estrato permeable que tenga la capacidad para disponer de la escorrentía requerida.

Estos pozos de inyección pluvial a su vez sirven para mitigar la pérdida de infiltración por la impermeabilización del terreno. Esta medida es quizás la más costosa entre

otras posibles medidas de mitigación, pero minimiza la posibilidad de inducir la activación de grietas y cavidades cuando se lleva agua en exceso a niveles superiores dentro del nivel freático y del flujo de agua subterráneo de la zona.

El establecimiento y selección de estas medidas será en una etapa posterior ya que requiere de estudios hidrogeológicos más abarcadores que no son requeridos en esta etapa de la DIA.

No obstante, de acuerdo a las conclusiones del estudio de barrenos del suelo realizado en esta etapa, es viable la solución contemplada en el estudio Hidrológico Ambiental de re-ubicar, compensar y establecer sistemas de detención siempre que se provean los debidos mecanismos de infiltración, considerando la inyección pluvial a las capas permeables del subsuelo. De esta manera se puede atender el efecto sobre la reducción en el área de sumideros y depresiones, y la reducción de infiltración y recarga hacia el drenaje subterráneo.

Por otro lado con la pavimentación se reduce la capacidad de infiltración y aumenta el volumen de la escorrentía. El exceso de escorrentía asociado con la pavimentación propuesta se compensará , con el establecimiento de sistemas de detención, los cuales se localizarían a lo largo de la franja de la servidumbre del corredor o en áreas específicas desarrolladas para este propósito.

Esta medida de sistemas de detención se utilizará además, para retener temporalmente el exceso de escorrentía y remover contaminantes durante la primera hora de los eventos extraordinarios de lluvia. De esta manera se atiende el efecto sobre aumento de escorrentía por efecto de la pavimentación y el control de contaminantes en la calidad de la descarga pluvial

La solución de los efectos reconocidos en los sumideros de roca, sería básicamente la misma que en la compensación de los sumideros de colapso con la diferencia que se determinará la capacidad de infiltración mediante pruebas específicas en cada área, ya que la capacidad en estos sumideros es variable de acuerdo a las características geométricas de la apertura en la roca.

Los sistemas para el control de los contaminantes en este tipo de sumideros constituyen una condición para considerar su utilización en la disposición y control de la escorrentía. En el estudio de Hidrología Ambiental se describen estos sistemas y se indica que por lo general están compuestos por un área de almacenaje para retener la primera pulgada de escorrentía por un período específico de tiempo. De esta área se diseñará un vertedero de salida para controlar la descarga requerida y pasarla a un segundo almacenamiento donde se logra la mitigación, antes de su disposición final a través del sumidero.

Como medida adicional se debe proveer una zona de amortiguamiento (buffer zone) con vegetación nativa antes del punto final de inyección. Estas zonas de amortiguamiento han probado ser muy efectivas en la reducción de los contaminantes hacia los sumideros.

Si consideramos el paso de la escorrentía a través de estas cámaras de control de calidad por sedimentación \ tratamiento, control de escorrentía y por la zona de amortiguamiento en la zona de vegetación, se estará proveyendo un sistema adecuado para el control de los contaminantes hacia el subsuelo.

La combinación de medidas de mitigación para el control de escorrentía, la compensación de la reducción en áreas de sumideros, la compensación por la reducción en infiltración y el control de contaminantes, podrían ser agrupadas en un área , considerando aspectos de costo beneficio al desarrollar el plan final de medidas de mitigación. Esto se considerará en la etapa de diseño, cuando se tiene la información geométrica de la vía de rodaje, como la alineación vertical y horizontal, los espacios verdes intermedios e información de distancias y pendientes que rigen el movimiento de las aguas de escorrentía superficial.

Estamos de acuerdo con los comentarios del DRNA de que toda esta red de alternativas para mitigar y su efectividad, dependerán directamente del mantenimiento preventivo continuo que las autoridades deben proveer. Típicamente los sistemas de mitigación descritos deben ser evaluados después de cada evento significativo de

lluvia. El documento de diseño incluirá recomendaciones sobre necesidades y frecuencia de un programa de cuidado y limpieza de todas las medidas de mitigación.

El desarrollo en esta zona en PR no es nuevo, los ejemplos de la propia carretera PR-2 existente, con mas de 50 años de construida, en un momento en que los aspectos técnicos y el conocimiento sobre esta zona era mas limitado, demuestran que con los conocimientos actuales, mejores técnicas y modelos matemáticos y experiencias pasadas de todas partes del mundo, se puede lograr un proyecto en armonía con la naturaleza.

## CERTIFICACIÓN

Certifico que este estudio hidrológico ambiental fue realizado utilizando las mejores prácticas de la ingeniería pertinentes al proyecto y que los resultados obtenidos son tan precisos como se justifica con los datos provistos por otros. De surgir nueva documentación los resultados y conclusiones de este estudio estarán sujetos a revisión.

Certificado hoy 19 de agosto de 2010



Ing. Iván Velázquez García, MSCE, PE