

# Metodología Hidrográfica Binacional a lo Largo de la Frontera

## Iniciativa de Salud Ambiental en la Región Fronteriza entre los Estados Unidos y México

Internet Map Service

<http://borderhealth.cr.usgs.gov>

Octubre 2005

Christy-Ann Archuleta

USGS Texas Water Science Center

Austin, Texas

[carchule@usgs.gov](mailto:carchule@usgs.gov)

## Antecedentes:

El objetivo del proyecto Iniciativa de Salud Ambiental en la frontera México-Estados Unidos (U.S.-México Border Environmental Health Initiative, BEHI, por sus siglas en Inglés) es proveer datos geográficos a través de la Web, lo que le permitirá a la gente examinar los lazos entre el ambiente físico y los problemas de salud pública. El sitio Web del BEHI está actualmente disponible en Internet en: <http://borderhealth.cr.usgs.gov>. Una porción de los datos que el BEHI está poniendo a disposición del público es la Hidrografía compartida entre Estados Unidos y México. La exposición geográfica de los datos hidrográficos para Estados Unidos y México permitirá a los investigadores identificar los vacíos en el monitorio de redes, encontrar áreas de contaminación potencial o polución, reconocer problemas de salud relacionados con el medio ambiente, y potencialmente, descubrir muchos otros problemas de salud ambiental. Se tiene la esperanza de que la identificación de estos problemas sea un incentivo para promover el trabajo en colaboración entre los Estados Unidos y México.

## Datos

Las Fuentes de datos hidrográficos incluyen:

*México:* Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI) escala de 1:50,000

*México:* Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI) escala de 1:250,000

*México:* Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI) escala de 1:1,000,000

*U.S.:* U.S. Geological Survey [National Hydrography Dataset](#) (NHD) escala de 1:24,000

*U.S.:* U.S. Geological Survey [National Hydrography Dataset](#) (NHD) escala de 1:100,000

*U.S.:* National Atlas of the United States escala de 1:2,000,000

*U.S.:* North American Atlas escala de 1:10,000,000

## **Conjunto de Datos Hidrográficos:**

### **Hidrografía sin Red a lo Largo de la Frontera**

Las 1,951 millas de frontera entre los Estados Unidos y México se encuentran rodeadas de varios tipos de paisajes, ecosistemas y cuencas hidrográficas. Los científicos investigando específicos problemas ambientales necesitan examinar los procesos que se dan a las escalas internacional, regional y local. Por lo tanto, el proyecto BEHI ha creado tres diferentes capas hidrográficas a varias escalas y ha usado un conjunto de datos ya existentes para mostrar datos de escalas muy pequeñas (North American Atlas 1:10,000,000 hydrography). Cada uno de estos tres conjuntos de datos creados por este proyecto fusiona datos de México y de Estados Unidos en un nuevo conjunto de datos.

El primer conjunto de datos contiene datos del Instituto Nacional de estadística, Geografía e Informática (INEGI) a una escala de 1:1,000,000 combinados con datos del National Atlas of United States a una escala de 1:2,000,000. El segundo conjunto de datos contiene datos de INEGI a una escala de 1:250,000 combinados con datos del USGS National Hydrography Dataset (NHD) a una escala de 1:100,000. El tercer conjunto de datos contiene datos a nivel local de corrientes de agua cuando están disponibles, a escalas de (1:24,000 los de NHD y 1:50,000 los de INEGI). Cuando los datos de niveles locales no están disponibles, se muestran datos de mediana resolución de corrientes de agua a una escala de (1:100,000 y 1:250,000). Los datos de corrientes de agua de Estados Unidos para los tres conjuntos de datos provienen del NHD en las escalas de 1:24,000 y 1:100,000, y del National Atlas of United States en la escala de 1:2,000,000. Los datos de corrientes de agua de México provienen del INEGI en las escalas de 1:50,000, 1:250,000 y 1:1,000,000.

### **Hidrografía en Red a lo Largo de la Frontera**

Una porción de datos a escala 1:100,000/1:250,000 y 1:24,000/1:50,000 han sido refinados y puestos en red. La red hidrográfica contiene información concerniente a la ubicación de las corrientes de agua en el paisaje y la conexión que hay entre la ubicación de estas corrientes y la calidad de agua y las estaciones de monitoreo cuantitativo. La integración y el encaminamiento de los datos a escala 1:24,000 y 1:50,000 fue realizada por el USGS Texas Water Science Center, y la integración y el encaminamiento de los datos a escala 1:100,000 y 1:250,000 fue realizado por el Center for Research in Water Resources (CRWR) de la University of Texas at Austin. Para crear la red hidrográfica, Unidos fueron combinados los conjuntos de datos ya existentes pero separados de México y Estados dentro de un modelo de datos que contiene una red encaminada. Esta red proporciona la capacidad de encontrar un camino desde una fuente (un sitio contaminado por ejemplo) a través de todas las corrientes de agua, ríos, y cuerpos de agua conectados hasta su destino final. Este camino permite a una persona ver todas las potenciales áreas geográficas que podrían ser afectadas por la fuente identificada. Para este modelo de datos, los datos hidrográficos de México fueron provistos por el INEGI, y los datos hidrográficos de Estados Unidos fueron provistos por el NHD. Las escalas usadas para los datos hidrográficos de México fueron de 1:50,000 y 1:250,000 y las

escalas usadas para los datos hidrográficos de Estados Unidos fueron de 1:24,000 y 1:100,000. El CRWR creó la metodología básica para el procedimiento de combinación de datos, lo que implicó el trabajo en el refinamiento de los datos, y después la colocación de los datos dentro de una base de geodatos del Environmental System Research Institute, Inc (ESRI) con un esquema ArcHydro™ del CRWR.

#### Refinamiento de los Datos para Datos en Red

Los conjuntos de datos en red requieren ciertas correcciones antes de que puedan ser combinados dentro de un conjunto de datos. Los datos del NHD de Estados Unidos son “un conjunto de datos basado en características que interconecta e identifica únicamente los segmentos de corrientes de agua incluidos en el sistema de drenaje de aguas superficiales de la nación” (USGS 1999). También provee representaciones de dirección de flujo y líneas centrales a través de cuerpos de aguas superficial. Debido al marco que abarca la red del NHD muy poco trabajo adicional fue necesario para usar este conjunto de datos. Los datos hidrográficos de México consisten en un trabajo de digitalización en línea de mapas topográficos a escalas de 1:50,000 o 1:250,000 sin conectividad alguna. En lugares donde un cuerpo de agua o otra característica geográfica intersecta una corriente de agua se dejó un vacío sin digitalizar. Además, la dirección de flujo de las corrientes de agua no fue tomada en cuenta en el proceso de digitalización. Las correcciones necesarias fueron completadas fuera del marco de la base de geodatos de tipo personal usando el programa ESRI® ArcGis™. La dirección de flujo para todos los segmentos de corrientes de agua tuvo que ser revisada y corregida, si se encontró un error fue corregido de modo que la dirección de digitalización de las características en las corrientes de agua, sea la misma que del paisaje actual. Reglas topológicas de ESRI fueron usadas para corregir errores geométricos dentro de los conjuntos de datos, como líneas de intersección, líneas colgantes, y características traslapadas. Todos los segmentos de corrientes de agua tienen que ser continuos (por ejemplo: todos ellos tienen que conectarse el uno al otro sin dejar vacíos). Varios conjuntos de datos fueron usados para identificar en donde estas conexiones deben hacerse: Mapas topográficos Digital Raster Graphic (DRG), otros conjuntos de datos ya existentes de escala pequeña de corrientes de agua, imágenes (por ejemplo Digital Orthophoto Quarter Quadrangles (DOQQ), satélite Landsat ) y los conjuntos de herramientas ArcHydro del CRWR. Otros errores que tuvieron que ser corregidos fueron falsas áreas de captación, círculos ambiguos (causados mas que nada dentro de las rejillas de los canales), y duplicidad.

#### La Base de Geodatos

La metodología ArcHydro del CRWR es adecuada para dos posibles modelos de base de datos, uno más complejo, y el otro modelo de “marco de trabajo”, que es el más simple de los dos. Para el conjunto de datos a escalas 1:24,000/1:50,000 creado por el USGS Texas Water Science Center fue usado el modelo de marco de trabajo porque puede adherirse a un modelo más complejo en un futuro cuando más datos e investigación se hallan completado. Hay varias clases de características que completan la base de geodatos ArcHydro: HydroEdge (corrientes de agua), HydroJunction, puntos de monitoreo, cuerpos de agua y cuencas hidrográficas. En este momento la clase de característica HydroEdge ha sido completada para este proyecto y los datos para las otras clases de características todavía están en proceso de colección y análisis. La

hydroJunction está definida como un “punto hidrológico estratégico de interés, como la conexión de un cuerpo de agua o una cuenca hidrográfica” (Maidment 2002). Los puntos de monitoreo consisten en “sitios de monitoreo permanente, como medidores de corrientes de agua, aforo de los ríos, estaciones climatológicas o un punto de muestreo en una corriente de agua o río en donde muestras de calidad de agua son tomadas periódicamente.” (Maidment 2002). Después de que la clase de característica apropiada ha sido añadida a la base de geodatos ArcHydro, la red Hydro (una red geométrica que traza los movimientos de agua a través de las corrientes de agua, ríos y cuerpos de agua) (Maidment 2002) es construida. Una red geométrica constituye elementos de borde (por ejemplo corrientes de agua) y elementos de ensambladura (por ejemplo puntos donde se conectan dos corrientes de agua) conectados por topología (Borchert).

## **Conclusión:**

En conclusión, los componentes hidrográficos del proyecto BEHI deben permitir a los investigadores rastrear contaminantes a lo largo de corrientes de agua desde su origen hasta las comunidades potencialmente afectadas. Deben proveer los medios para identificar los problemas ya existentes a la vez que proveer la capacidad para predecir amenazas potenciales a los sistemas de agua y a las comunidades afiliadas a estos. El marco que abarca el ArchHydro del CRWR provee una herramienta poderosa para entender los lazos entre el agua y la salud humana. Actualmente, solo una porción de los datos hidrográficos de la frontera entre Estados Unidos y México ha sido refinada y puesta en red. Nuestra meta es proveer una red hidrográfica encaminada para el total de la frontera, lo que haremos con la asistencia de colaboradores.

### Referencias y Recursos Empleados

Borchert, Robert (n.d.). *Geometric Network*.

<http://gis.esri.com/library/userconf/proc03/p0885.pdf>

Border Environmental Health Website: <http://borderhealth.cr.usgs.gov/>

Center for Research in Water Resources (CRWR) at the University of Texas at Austin  
website: <http://www.crwr.utexas.edu/>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI):

<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp>

Maidment, David R., ed. 2002. *Arc Hydro GIS for Water Resources*. NY: ESRI.

<http://www.crwr.utexas.edu/gis/archydrobook/ArcHydro.htm>

National Atlas of the United States: <http://www.nationalatlas.gov/>

National Hydrography Dataset: <http://nhd.usgs.gov/>

North American Atlas: <http://geogratis.cgdi.gc.ca/clf/en?action=northAmericanAtlas>

Online Support System for the Arc Hydro Data Model:

<http://www.crwr.utexas.edu/giswr/hydro/ArcHOSS/index.cfm>

U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey. *The National Hydrography Dataset - Fact Sheet 106-99 (April 1999)*. Reston, VA, 1999.

<http://erg.usgs.gov/isb/pubs/factsheets/fs10699.html> (accessed November 10, 2005).