
**ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN PROMEDIO RECIBIDO POR EL HUMEDAL
DE LA SUBCUENCA DEL RÍO BLANCO (BAJO PAPALOAPAN; VERACRUZ),
A TRAVÉS DEL CÁLCULO DE UN BALANCE DE AGUAS**

**ASSESSMENT OF THE AVERAGE VOLUME RECEIVED BY THE WETLANDS OF THE BLANCO RIVER
SUB-BASIN (LOWER PAPALOAPAN, VERACRUZ), BY CALCULATING A WATER BALANCE**

Enrique A. Sánchez Camacho¹

Resumen

El presente escrito forma parte de un trabajo de mayor amplitud y alcance denominado “*Inventario, delimitación, caracterización y uso sustentable de los humedales de la cuenca del Río Papaloapan*”, elaborado en la Subcoordinación de Gestión Integrada del Agua del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en convenio con el Instituto de Ecología A.C., cuyo objetivo fue establecer una clasificación para los humedales de la cuenca del río Papaloapan (Veracruz, México); lo que aquí se muestra corresponde esencialmente al subproyecto de aguas superficiales, en cálculo, medición y resultados.

Se exponen los resultados cuantitativos alcanzados para la estimación del volumen de agua que recibe el humedal ubicado a la salida de la subcuenca del río Blanco –dicha subcuenca forma parte de la cuenca del río Papaloapan-; así como la manera en que estos fueron obtenidos y verificados a través de mediciones *in situ*. Sobre la información adicional que proviene de otros subproyectos pertenecientes al trabajo señalado al principio de este resumen, solo se emplean los resultados.

El humedal a la salida de la cuenca del río Blanco esta asociado a la laguna de Alvarado misma que es costera, la comunidad arbórea dominante en la zona son los manglares. Otro rasgo característico importante en la zona de estudio son los pastizales inducidos a favor de la ganadería por la gente del lugar.

El volumen estimado se obtuvo a través del cálculo del balance de aguas de superficie y subterráneas, con el registro histórico disponible existente y con información hidrogeológica respectivamente. El cálculo del balance de aguas esta sustentado en la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (Comisión Nacional del Agua 2000), toda vez que ahí se establecen las condiciones en cuanto a información y forma que ha de cumplir un balance de aguas, a fin de considerársele adecuado. Por razones de espacio, para la parte de aguas subterráneas solo se señalan los resultados obtenidos –igualmente fue otro de los subproyectos del trabajo señalado al principio de este escrito - para la zona de estudio.

Una segunda parte del presente trabajo corresponde a los aforos realizados en el punto de salida de la subcuenca del río Blanco, mismos que corroboraron con un margen aceptable de error los resultados de los balances de aguas superficiales y subterráneas.

Dichos resultados muestran en primera instancia una aceptable vinculación espacial; dado que los resultados del cálculo del balance se efectúan a una escala de 1:50,000, en tanto los aforos que verificaron los resultados del balance en términos generales podemos aceptar pertenecen a una escala de 1:100, toda vez que éstos últimos se realizaron en dos secciones transversales en el río que distan entre sí del orden de los 200 metros.

Asimismo nuestros cálculos en la parte baja comparados con los aforos realizados en la misma zona, establecen con una nitidez y certeza confiables, que el agua superficial contribuye al volumen que recibe el humedal en términos de porcentaje con el 39% en época de estiaje, y con el 67% en época de lluvia; los porcentajes complementarios son aportados en cada época por el agua subterránea.

El establecimiento de estas cantidades, permite establecer un vínculo numérico entre dichos resultados, y las condiciones que actualmente se observan en el humedal en cuanto a volumen de agua se refiere. Por tanto temas como ‘el desarrollo sustentable’, ‘caudal ecológico’ o ‘gestión integrada’ tienen indefectiblemente como elemento subyacente el tema aquí presentado: cuánto requiere una parte concreta de un ecosistema. El otro componente del tema es de qué calidad.

Palabras clave: balance de aguas superficiales, humedales, desarrollo sustentable, gestión integrada del agua.

Abstract

This writing is part of a work of greater breadth and scope called “inventory, delineation, characterization and sustainable use of wetlands in the basin of the Rio Papaloapan” prepared in the Subcoordinación de Gestión Integrada del Agua del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), in agreement with the Instituto de Ecología AC, whose goal was to establish a classification for wetlands Papaloapan River (Veracruz, Mexico), as shown here is essentially the sub-surface

¹ Enrique A. Sánchez Camacho, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, esanchez@tlaloc.imta.mx. , Subcoordinación de Gestión Integrada del Agua, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnahuac 8532, Colonia Progreso, Jiutepec, Morelos - CP 62550 MÉXICO.

Artículo enviado el 24 de febrero de 2010

Artículo aceptado el 17 de marzo de 2010

water, in calculus, measurement and results.

Presents the quantitative results obtained for estimating the volume of water that the wetland located to get out of the Blanco River sub basin that is part of the Papaloapan river basin as well as how these were obtained and verified through in situ measurements. On additional information that comes from other sub-projects pertaining to the work mentioned at the beginning of this summary, only use the results. The wetland at the outlet of the Blanco River basin is associated to Alvarado lagoon itself is coastal community dominant tree in the area are the mangroves. Another important feature in the study area are driven to pasture for livestock by locals.

The estimated volume was obtained by calculating the balance of surface and groundwater, the existing historical record available and hydrogeological information respectively. The water balance calculation methodology is supported by the Mexican Official Standard NOM-011-CNA-2000 (Comisión Nacional del Agua 2000), since there are set conditions in terms of information and how it has to fulfill a water balance, so regarded appropriate. For reasons of space, to the groundwater only say the results-also was another subproject of work outlined earlier in this letter - to the study area.

A second part of this work relates to the gauging performed at the point of exit from the Blanco River sub-basin, corroborating them with an acceptable margin of error the outcome of the balance sheets of surface water and groundwater.

These results show acceptable primarily a spatial relationship, since the results of the calculation of the balance sheet are carried out at a scale of 1:50,000, while the aphorisms that verified the results of the overall balance we can accept belong to a scale of 1:100, whenever the latter were made in two cross sections in the river, distant from each other in the order of 200 meters.

Also our calculations in the lower compared with discharge measurements made in the same area, provide clarity and certainty with reliable surface water contributes to the volume that receives the wetland in terms of percentage with 39% in times of drought, and with 67% in the rainy season, the additional percentage in every age are contributed by ground water.

The establishment of these quantities, numerical provides a link between these results and the conditions currently observed in the wetland in terms of volume of water is concerned. So issues like 'sustainable development', 'ecological flow' or 'integrated water management' are invariably as an underlying theme presented here: the requires a specific part of an ecosystem. The other component of the matter is that quality.

Key words: balance of surface water, wetlands, sustainable development, integrated water management.

INTRODUCCIÓN

El principio de la modificación del concepto de la gestión del recurso agua – al menos en la teoría- ocurre tras la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, que tuvo lugar en Estocolmo del 5 al 16 de junio del año 1972.

En el punto 6 de la declaración señala "*Hemos llegado a un momento en la historia en que debemos orientar nuestros actos en todo el mundo atendiendo con mayor cuidado a las consecuencias que puedan tener para el medio...*", y en su principio 2 establece: "*Los recursos naturales de la Tierra, incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna, y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación...*" (UNESCO 1972).

Posteriormente sucedieron otros encuentros mundiales –que por diversas razones son mucho más citados en la literatura del tema que este primero- por citar solo dos de ellos:

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, Mar del Plata. Evaluación y usos de los recursos hídricos en 1977
- Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, Dublín en enero de 1992

En los documentos generados en esas y otras reuniones mundiales que les sucedieron a las antes

citadas, estaba contenida en diferentes palabras, la inquietud de que el modelo de gestión dominante, esto es, que solo satisface las necesidades de nuestra especie –y por cierto no la considera en su totalidad- muestra debilidades que provocan y explican el desequilibrio cada vez más evidente que ocurre en el ambiente y genera tal modelo; lo que nos lleva a la conclusión lógica de que es necesario modificar el modelo si pretendemos seguir obteniendo beneficios del ambiente.

Los temas de desarrollo sustentable, caudal ecológico y gestión integrada, han intentado de algún modo ser la punta de ariete para este propósito, sin embargo en términos generales los trabajos al respecto dejan de lado el aspecto de cuánta agua requiere el ambiente y ello inevitablemente margina al ambiente de cualquier beneficio en los resultados que puedan alcanzarse en tales temas. Reza un refrán popular de lógica pragmática innegable: "lo que no puedes contar, no lo puedes administrar".

Aunque es cierto que estos temas han evolucionado desde 1972 hasta nuestros días, la práctica recurrente es que los trabajos apegados a la línea de ingeniería transiten por la revisión del incremento en el espacio temporal de los usos consuntivos –agricultura, uso doméstico, uso municipal y uso industrial- y el no consuntivo –generación de hidroelectricidad-, proponiendo mejoras en la operación de la infraestructura o en la propia infraestructura que se utiliza para satisfacer la demanda de estos usos (Mitchell

1994), (UAM 2009), así como agregar como corolario a lo inmediatamente antes señalado el hecho de la contaminación al ambiente (Venegas, Rojas 2009). Pero no aparece consideración alguna hacia el ambiente.

Los trabajos de corte administrativo, dan líneas generales – a veces demasiado generales- lo que conlleva implícitamente el obstáculo de su aplicación a problemas reales y concretos (Kuylestierna, Björklund, Najlis, 1997); en tanto otros a pesar de reconocer que el fin último de la gestión integral de una cuenca debe ser la conservación y/o la restauración del ciclo hidrológico –hecho un tanto difícil el de restaurar y/o conservar en más de un caso-, desecha el hacer un inventario preciso de los recursos naturales (Cotler, Caire 2009); con lo cual sus resultados se traducen en recomendaciones cualitativas generales cancelando con ello la posibilidad de que el ambiente forme parte de los beneficiarios de manera concreta.

Desde la perspectiva biológico-ambiental, se esperaría una posición más sólida en cuanto a la sustentación del ambiente; pero lo habitual en este tipo de trabajos es centrarse en algunos entes biológicos que habitan en el entorno del cuerpo de agua - zona de estudio-, y desde esa perspectiva se intenta establecer un volumen para dichas especies obviando que las condiciones originales se han modificado (Castro, Carvajal, Monsalve 2006) y que existe una interacción profunda entre recursos y consumidores, que no logran establecer en forma explícita.

En otras ocasiones ante el desequilibrio evidente del ambiente, aparece la censura a la construcción y operación de la infraestructura hidráulica que permite el embalse de las aguas superficiales – de la cual dependen muchas actividades humanas-, y se cae en la tentación de proponer como solución para

el mejoramiento y/o recuperación del ambiente la no construcción de tal infraestructura (Tiffer 2007).

Rara vez alguna de estas perspectivas se ocupa de establecer de manera articulada, consistente y explícita cuanta agua requiere el ambiente, e integrarla junto con los usos humanos –que son los únicos reconocidos y medidos-. Lo anterior a pesar de que todas ellas señalan como línea guía principal *el desarrollo sustentable o la gestión integrada*, conceptos que de manera implícita involucran el bienestar y sustento del ambiente, pues si este se deteriora o es mermado, los consumidores del tipo que sean necesariamente verán disminuido su consumo en calidad y/o cantidad.

En el caso que nos ocupa, como consecuencia haber realizado en forma conjunta un trabajo de grupo multidisciplinario fue posible subsanar solamente algunas de las omisiones antes descritas; como comentario lateral que sirva para ubicar al presente escrito, es pertinente señalar que los subproyectos restantes se ocuparon de temas como: el estudio de las especies vegetales del sitio elegido, la dinámica social del lugar de estudio, la variación en el tiempo y en el espacio del uso del suelo y de la estimación de un caudal para el ambiente para la zona de estudio. Es preciso señalar que por motivos de espacio y alcances, solo se cita la información que sirvió o fue generada dentro o para el subproyecto de aguas superficiales.

Las condiciones inmediatas anteriores, permitieron al subproyecto de aguas superficiales establecer un primer método para estimar el volumen de agua que escurre por la zona de estudio, para la consideración futura del ambiente dentro de un balance hídrico, dado que es imprescindible conocer cuanto “consume” o requiere el ambiente, de modo tal que éste valor o valores sean prácticos y factibles de considerar como otro de los consumidores, y por tan-

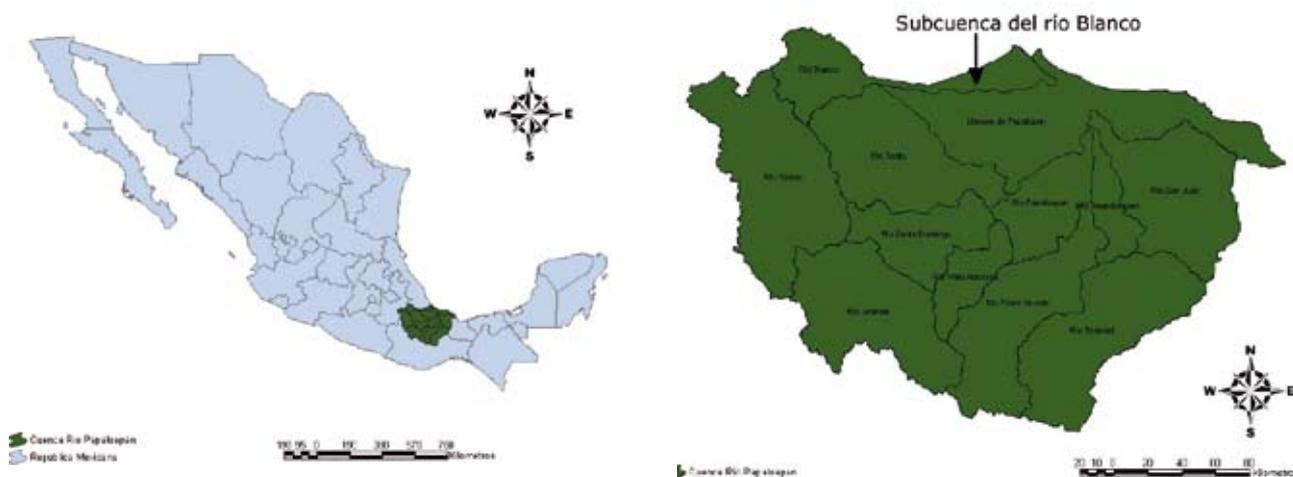


Figura 1. Ubicación de la Cuenca del río Papaloapan y subcuenca del río Blanco

Elaborado con información descrita en la parte de Metodología y plataforma ArcView v 9.1

to agregar la variable correspondiente a la ecuación de balance hídrico.

El lugar elegido como caso de estudio, es la parte baja de la cuenca del río Papaloapan, en específico en la salida de la subcuenca del río Blanco, que es uno de sus tributarios a la vez que alimentador de la zona lagunar de Alvarado, sitio donde se encuentra uno de los mayores humedales costeros de la república mexicana.

METODOLOGÍA

En la República Mexicana el cálculo del balance hídrico se encuentra regido por Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (Comisión Nacional del Agua 2000), en dicha norma se establecen las condiciones en cuanto a información, forma y metodología que debe cumplir un balance de aguas apropiado.

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Disponibilidad media anual} \\ \text{de agua superficial en la} \\ \text{cuenca hidrológica} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen medio anual de} \\ \text{escurrimiento de la cuenca} \\ \text{hacia aguas abajo} \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen anual actual com-} \\ \text{prometido aguas abajo} \\ \hline \end{array}$$

La ecuación en forma escrita con la que se calcula la disponibilidad de acuerdo a la norma antes citada, tal como se encuentra en su publicación oficial (Diario Oficial de la Federación 2002), es la siguiente:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen medio anual de} \\ \text{escurrimiento de la cuenca} \\ \text{hacia aguas abajo} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen medio anual de} \\ \text{escurrimiento desde la} \\ \text{cuenca aguas arriba} \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen medio anual de} \\ \text{escurrimiento natural} \\ \hline \end{array}$$

$$- \begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen anual} \\ \text{de retornos} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen anual} \\ \text{de importaciones} \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen anual} \\ \text{de exportaciones} \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{Volumen anual} \\ \text{de extracción de agua} \\ \text{superficial} \\ \hline \end{array}$$

Como en el caso anterior –forma en que aparece publicada en forma oficial (Diario Oficial de la Federación 2002)- se cita la ecuación para el cálculo del primer sumando del lado derecho de la igualdad de la ecuación 1, en seguida:

Es necesario señalar que esta variable es la que nos interesa conocer –volumen medio de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo-, y la cual finalmente es comparada con los aforos realizados a la salida de la subcuenca del río Blanco, objeto del presente escrito.

Como información adicional, es pertinente señalar que ambas expresiones y el documento completo de la NOM-011-CNA-2000, es posible consultarlo en el sitio: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-011-CNA.pdf>

Para efectuar este cálculo por subcuenca se presentan dos casos en el cálculo del volumen medio anual de escurrimiento natural de la cuenca, ello tie-

ne que ver con la información disponible de registros hidroclimatológicos:

- Si se dispone de registro hidrométrico se emplea el método directo que describe la ecuación 2, o bien
- No se dispone del registro hidrométrico, se emplea un método indirecto para el cálculo de tal escurrimiento utilizando el registro de precipitación, y alguna metodología dentro de la literatura acerca del tema.

Para ambos casos es necesaria la delimitación de los parteaguas de las subcuencas, misma que se realizó con los vértices que definen cada una de las doce subcuencas que conforman la cuenca del río Papaloapan (Diario Oficial de la Federación 2005), el mejoramiento de tales polígonos se realizó con el apoyo de la topografía y la hidrografía a escala de 1:50,000 de INEGI en la plataforma ArcView v9.1.

Asimismo se realizó la recopilación, revisión y procesamiento de los registros disponibles de hidrometría y de precipitación, así como la ubicación geoespacial de las estaciones en que se registran, ello con

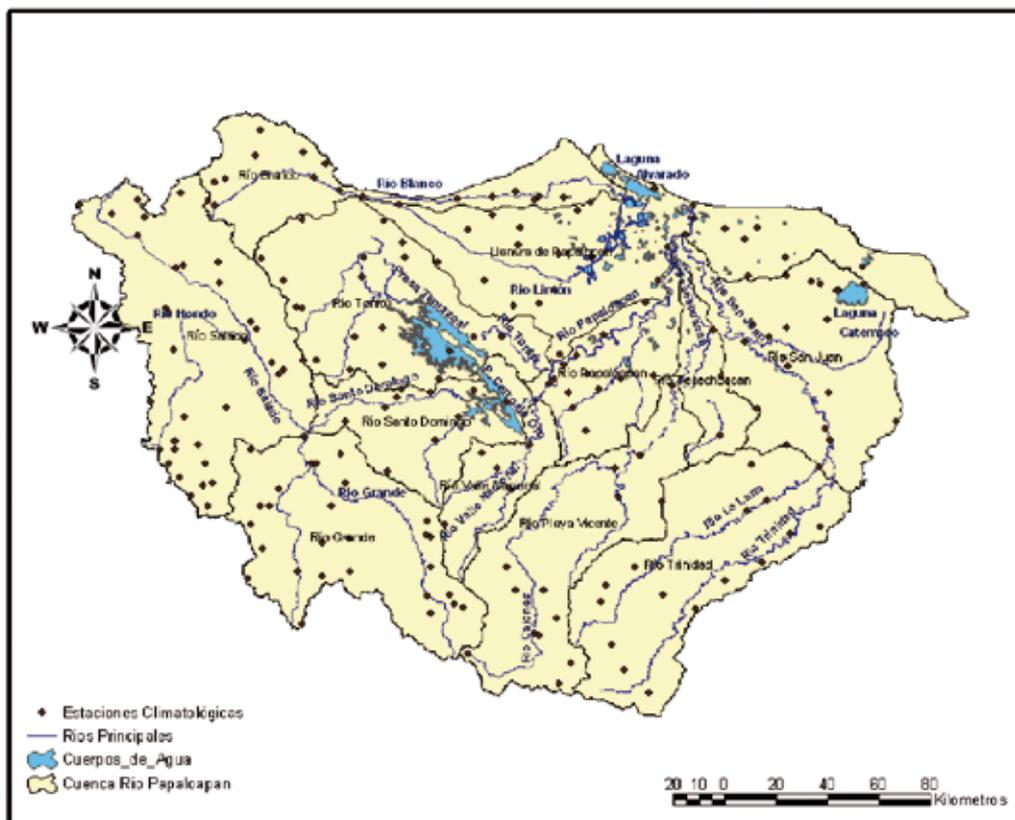


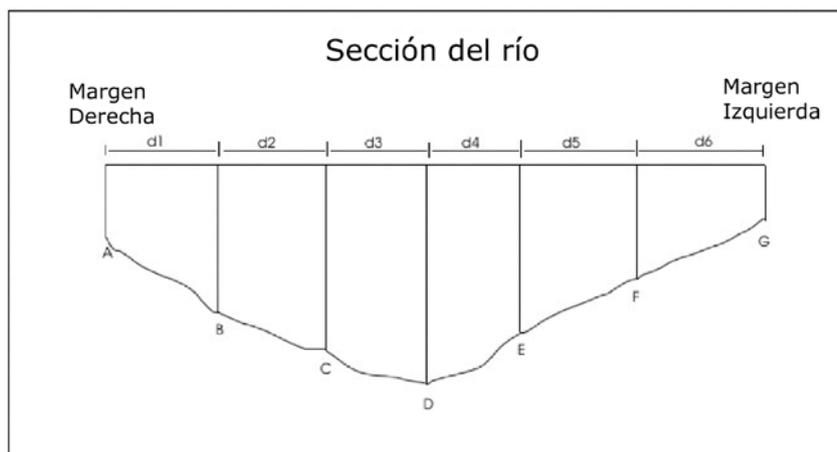
Figura 3. Estaciones Climatológicas en la cuenca del río Papaloapan. Cuenca Río Papaloapan Estaciones climatológicas.

Elaborado con información descrita en este apartado, en plataforma ArcView v 9.1

cialmente. Por tanto para el escurrimiento se establece una frontera temporal bien definida por el periodo de lluvias.

Esto implica que el volumen llovido anualmente tiene poca variación en tiempo y espacio, y la capacidad del suelo para retener la humedad que se infiltrará

para pasar a ser agua subterránea, tiene también tendencia que puede considerarse estable -, que por los resultados obtenidos aquí parece ser válida la aseveración-. Como información adicional, el subproyecto de Percepción Remota detectó un incremento en la variación del uso del suelo en la parte intermedia y alta de la cuenca del río Papaloapan, lo



Mediciones de distancias en la sección transversal	
Tramos	Dist (m)
Tramo A-B	12.80
Tramo B - C	10.39
Tramo C - D	17.77
Tramo D - E	17.00
Tramo E - F	16.00
Tramo F - G	13.00
Total	86.96

Figura 4. Ejemplo de una sección transversal levantada en zona de estudio, salida de subcuenca del río Blanco

Elaborado con información propia. La profundidad máxima en este caso fue de 4.6 m en el punto D.

que de mantenerse en el futuro inmediato modificará este patrón.

El cálculo del balance de aguas superficiales para la cuenca del río Blanco se realizó a nivel mensual, lo que permite un comparativo con las dos campañas de medición realizadas en la salida de la subcuenca del río Blanco, una en pleno estiaje (abril 2008) y la segunda poco después de terminada la época de lluvia (noviembre de 2008).

La tabla 1 muestra los valores promedio de volumen para cada mes, obtenidos con el cálculo de la disponibilidad para la subcuenca del río Blanco; la última columna muestra dichos valores transformados a caudal instantáneo.

El valor estimado de agua subterránea fue obtenido de estudios geohidrológicos y corroboraciones con mediciones en campo en niveles de pozos y norias en la zona de estudio.

Tabla 1. Valores de escurrimiento calculado aguas abajo en la subcuenca del río Blanco

Mes	Vol hm ³ promedio	Q (m ³ /s) superficial
Enero	110.61	41.30
Febrero	83.38	34.47
Marzo	75.05	28.02
Abril	88.41	34.10
Mayo	99.93	37.31
Junio	193.44	74.63
Julio	291.62	108.88
Agosto	309.99	115.74
Septiembre	377.92	145.80
Octubre	324.59	121.19
Noviembre	172.98	66.74
Diciembre	162.94	60.83

Intercomunicación de agua subterránea en la cuenca del río Papaloapan

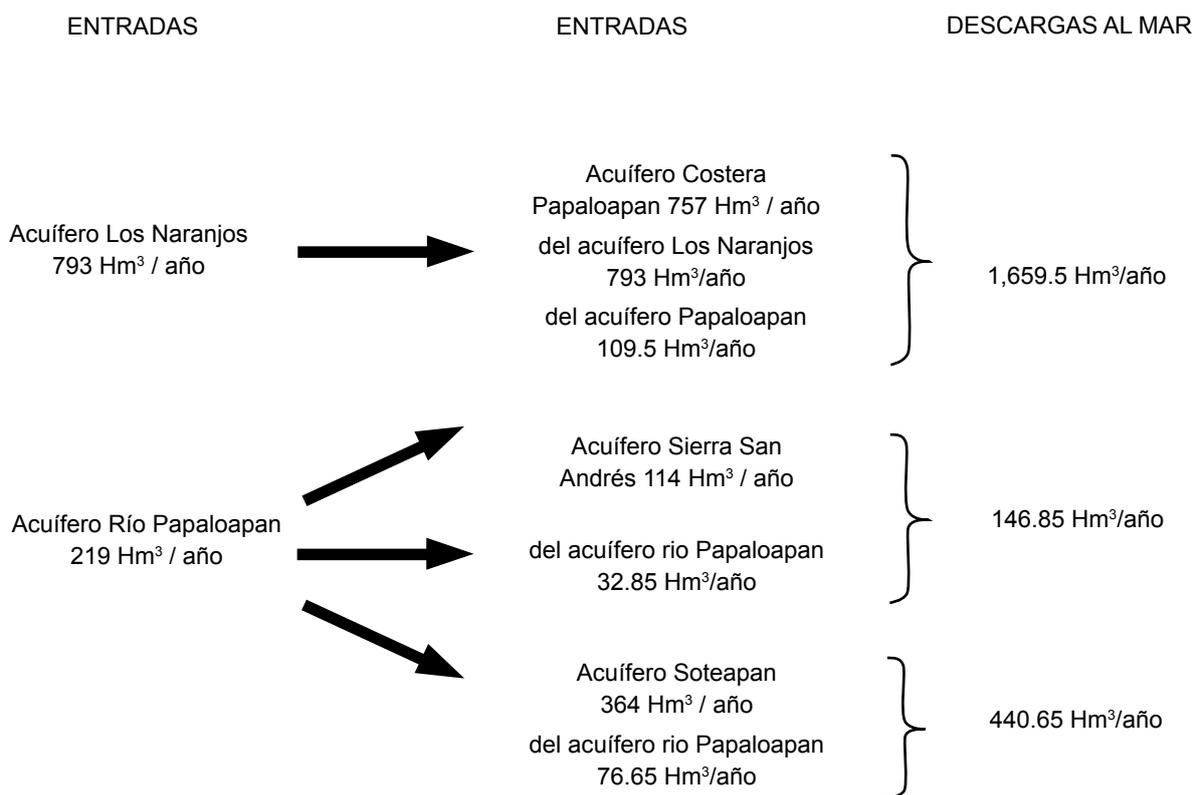


Figura 5. Intercomunicación de los acuíferos en la cuenca del río Papaloapan

Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 2008

El balance de aguas subterráneas señala para la zona que nos interesa, misma que se encuentra sobre el acuífero denominado Costera Papaloapan, recibe agua de los acuíferos Los Naranjos un volumen de 793 hm³/año y del acuífero Río Papaloapan 109.5 hm³/año, que sumados a sus 757 hm³/año, tiene entonces un volumen de 1659.5 Mm³/año (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 2008). Este

último volumen anual transformado en caudal instantáneo es el valor de 52.62 m³/s, mismo que debe ser aproximadamente el volumen aportado al humedal de la salida de la subcuenca del río Blanco de manera casi constante.

La figura 7 muestra en forma gráfica los promedios mensuales históricos calculados en la zona de la subcuenca del río Blanco; la descripción es: la línea



Figura 6. Distribución de acuíferos en la cuenca del río Papaloapan
Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 2008.

constante con símbolos de rombo corresponde al caudal del agua subterránea, la línea con símbolo de cuadrado indica la variación del caudal de agua superficial. Y la línea con el símbolo de triángulos indica la variación promedio del caudal con la suma de los dos anteriores valores para cada mes. En tanto los círculos que aparecen en los meses de abril y noviembre, corresponden a los valores aforados en los meses ya antes señalados.

En la tabla 2 se muestran los resultados en forma numérica; como es visible dichos resultados son satisfactorios obsérvese la diferencia entre lo que fue calculado y lo medido en el punto de salida de la

subcuenca del río Blanco en la última columna de la derecha de esta tabla.

A fin de establecer con claridad el cercanía de ambos resultados, es preciso señalar que tanto el cálculo del escurrimiento de agua superficial y de agua subterránea, fueron obtenidos de manera absolutamente independiente; y al momento de la realización de los aforos no se disponía aun de los resultados de los cálculos. De ahí que al tener una diferencia máxima del 5.2% (ver tabla 2, última columna) entre lo calculado y lo aforado, consideramos que es un buen resultado.

Tabla 2. Comparación de caudales calculados contra aforados

Mes	Ab promedio histórico calculado superficial (m ³ /s)	Caudal promedio histórico calculado subterráneo (m ³ /s)	Suma de caudales superf. y subter. (m ³ /s)	Caudal promedio aforado. (m ³ /s)	Diferencia entre Suma de caudales y Caudal promedio aforado
Abril	34.10	52.62	86.72	87.24	0.6 %
Nov	66.74	52.62	119.36	113.11	5.2%

Composición de caudal en parte baja subcuenca río Blanco

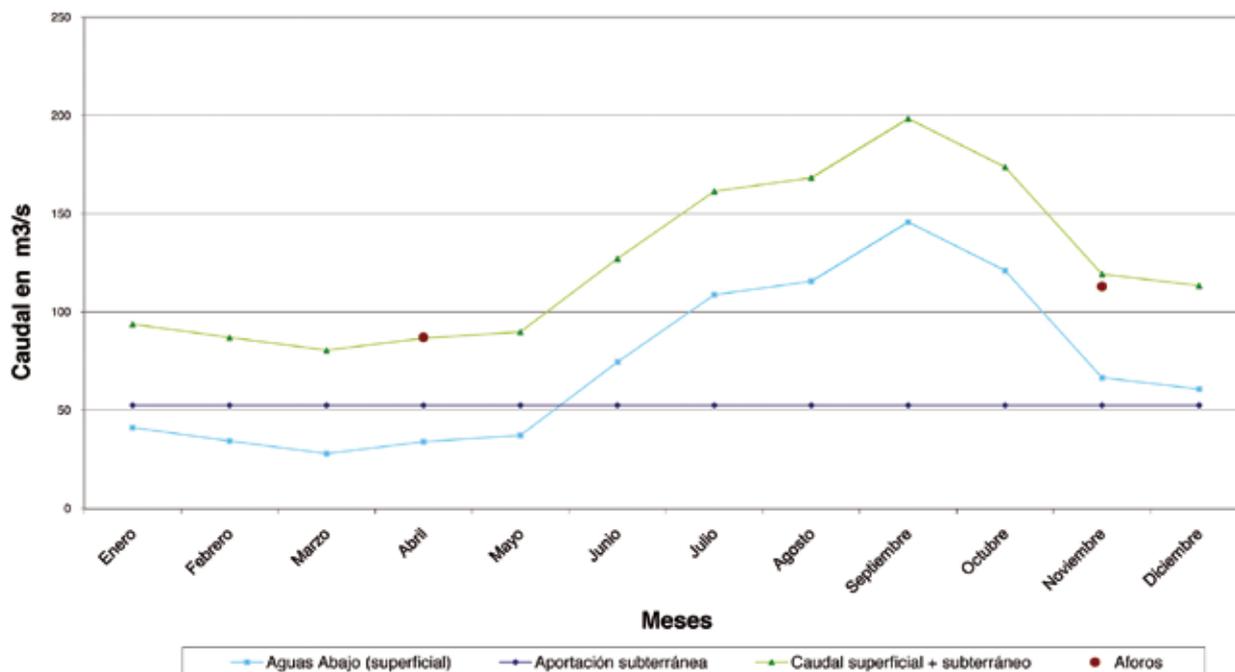


Figura 7. Resultados en la salida de la subcuenca del río Blanco

CONCLUSIONES

En primer lugar que este caso mostrado y sus resultados, logran vincular resultados de diferente escala espacial; dado que los resultados del cálculo de escurrimiento se efectúan en el mejor de los casos a una escala de 1:50,000, en tanto los aforos en términos generales podemos aceptar pertenecen a una escala de 1:100. En segundo término, dada la estructura de la ecuación del cálculo del volumen promedio de escurrimiento es válido su resultado para el término de aguas abajo y lo que puede aforarse en la salida de la subcuenca.

Asimismo, a través de la estadística y con las condicionantes pertinentes, nuestros cálculos en la parte baja comparados con los aforos realizados en la misma zona (véase tabla 2 y figura 7), establecen con una nitidez y certeza confiables, que el agua superficial contribuye con el humedal en términos de porcentaje del 39% en época de estiaje (campaña del mes de abril) a 67% en época de lluvia (campaña del mes de noviembre); los porcentajes complementarios son aportados en cada época por el agua subterránea.

Para obtener un resultado más preciso en la salida de la subcuenca del río Blanco, es necesario validar esta metodología para los otros meses del año con las correspondientes mediciones en el sitio, aunque es pertinente señalar que existe el inconveniente de que durante el periodo de lluvias esa zona se inunda, dadas características de planicie que tiene, y el cauce que tiene un ancho de alrededor de 90 metros

se diluye en esa planicie que se convierte en una laguna.

Con una curva con puntos para cada mes durante todo el año, haría factible la certeza de la variabilidad en el caudal en ese punto, y con ello tener la posibilidad de ese valor cuantitativo expresado en una curva vincularlo a las características de la biota existente. Este ejercicio repetido en la parte media y en la parte alta de la subcuenca, es decir, medir en la parte media y alta -de ser posible- y repetir el cálculo del escurrimiento utilizando el punto de aforo como punto de control para el cálculo del término A_{b_i} , nos daría una segunda dimensión de cómo se mueve el agua a lo largo del cauce principal de la subcuenca, lo cual aportaría más información para decidir que actividades es pertinente mantener y cuales corregir.

La última circunstancia nos llevaría finalmente a tener certidumbre de que acciones en concreto se pueden tomar, en el aspecto de conservación del sitio ello sin olvidar que parte del recurso es imprescindible para nuestra comodidad, sustento y desarrollo.

REFERENCIAS

Aparicio F. 2001. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial Limusa. México D.F. 303 p
 Castro, L., Y. Carvajal & E. Monsalve. 2006. Enfoques teóricos para definir el caudal ambiental. Revista de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana Vol 10, No 2, julio - diciembre de 2006

- <http://ingenieriayuniversidad.javeriana.edu.co/lyU-Vol10N2CaudalAmbiental.htm>. 07/08/2009
- Comisión Nacional del Agua. 2000. NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, México, 20 p
- Diario Oficial de la Federación. 2002. 17 de Abril de 2002
- Diario Oficial de la Federación. 2005. 26 de Agosto de 2005.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2006a. Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2006b. Extractor Rápido de Información Climatológica III
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2008. Inventario, delimitación, caracterización y uso sustentable de los humedales de la cuenca del Río Papaloapan CP0744.4. Subproyecto: III. Evaluación Geohidrológica de la cuenca del Papaloapan. México. 503 p
- Kotler, H. & G. Caire. 2009. Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales –Instituto Nacional de Ecología, Ciudad de México, 380 p.
- Kuylenskierna, J.L., G. Björklund & P. Najlis. 1997. Sustainable water future with global implications: everyone's responsibility. *Natural Resources* Vol 21 No.3 pp 181-190, 1997. Elsevier Science Ltd
- Mitchell, T.E. 1994. Applying Sustainable Development, *Civil Engineering—ASCE* Vol. 64, No. 12, December 1994, pp. 62-64
- Muñoz R. & A. Ritter. 2005. Hidrología Agroforestal. Ediciones Mundi-Prensa. España. 348 p
- Tiffer S.R. Caudales Ambientales: comentarios para su Aplicación en la Protección de la Biodiversidad Acuática y los Ríos en Costa Rica. Taller Internacional. Estimación del caudal de compensación (ambiental) en sistemas regulados por proyectos hidroeléctricos. 5 y 6 de junio de 2007, San José, Costa Rica. UNESCO y Plan Hidrológico Internacional. http://www.grupoice.com/esp/temas/eventos/tall_internac/pdf/dia2/10cau_amb_ice.pdf. 20/10/2009
- UNESCO 1972, Hitos del Agua.
- Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. http://www.unesco.org/water/wwap/milestones/index_es.shtml#top . 03/11/2009.
- Universidad Autónoma Metropolitana. 2009. Repensar la cuenca: La Gestión de los ciclos del agua en el Valle de México, Informe mayo 2009. http://www.consejosdecuenca.org.mx/modules.php?name=Web_Links&l_op=viewlink&cid=6&min=0&orderby=titleA&show=10. 11/11/2009.
- Venegas F. & R. Rojas. 2009. Teoría y Práctica del ordenamiento y manejo sustentable del territorio: Tijuana-Rosarito-Tecate- Baja California, México. *Información Tecnológica* Vol 20(3), pp 73-89, 2009.
- Yetter J. 2004. Hydrology and Geochemistry of freshwater wetlands on the Gulf Coast of Veracruz, Mexico, Thesis for the degree of Master of Science in Earth Sciences, University of Waterloo. 168 p

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación en algunas de las actividades efectuadas para la realización de este trabajo a la ingeniera M. Eugenia Maya M.