



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Programa
Hidrológico
Intergubernamental

Potencialidades hídricas superficiales de la cuenca hidrográfica del Río Sevilla en el municipio Guamá

Surface hydrological potential of Sevilla river watershed in Guamá municipality



Liber Galbán Rodríguez^{*1}, Guadalupe Bermúdez Diéguez²,
Ernesto Ramos Aguilar³

Recibido: 24/03/2021

Aceptado: 16/04/2021

*Autor de correspondencia

Resumen

La cuenca hidrográfica del río Sevilla ubicada al este de la provincia Santiago de Cuba en el municipio Guamá carecía de estudios desde el punto de vista ingenieril-hidrológico detallado; por lo que se brinda una caracterización de las potencialidades hídricas de la cuenca y subcuencas que la conforman, para la posible realización de futuros planeamientos y/o reordenamientos de los recursos hídricos. Este estudio tiene gran importancia ya que dicha cuenca posee un gran potencial hídrico que provoca durante los períodos de lluvias intensas crecidas que incomunican el municipio Guamá con la ciudad cabecera provincial. El conocimiento de los valores de escurrimiento de esta zona es imprescindible para conocer los niveles de inundación de la cuenca y algunas de sus vulnerabilidades, lo cual es determinado empleando varios métodos hidrológicos que garantizan una mayor seguridad en la información de esta zona rural.

Palabras clave: escurrimiento, potencial hídrico, cuenca hidrográfica, Sevilla, Guamá, Santiago de Cuba.

Abstract

The watershed of the river Seville located at the east of Santiago de Cuba province in the Guamá municipality, was needing studies from the engineering - hydrological point of view, for which it is desired to provide a characterization of the potentialities of this watershed and its sub-basins, for the possible realization of future planning and / or rearrangements of water resources. This study has great importance since said watershed has a great hydrological potential which causes that when heavy rains occur, the communications of Guamá municipality with Santiago de Cuba capital city is cut off. The knowledge of the values of runoff of this area is essential to know the levels of flooding and some of its vulnerabilities, which is determined through different hydrological methods, guaranteeing greater security to the information of this rural area.

Keywords: runoff, hydro potential, watershed, Sevilla, Guamá, Santiago de Cuba.

1 Facultad de Construcciones, Departamento de Ingeniería Hidráulica. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. liberg@uo.edu.cu

2 Empresa de Aprovechamiento Hidráulicos, Santiago de Cuba, Cuba. lupe@eah.stg.hidro.cu

3 Departamento de Ingeniería Hidráulica. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. lfernando.duran@uo.edu.cu

1. INTRODUCCIÓN

Según González (2004), en Cuba, antes de 1959 no existía un programa o proyecto gubernamental para gestionar o reducir el impacto social en las cuencas hidrográficas. A partir de esta fecha, se ha potenciado lo que se ha conocido también como “manejo de cuencas”, que se caracteriza por una administración sectorial especialmente dirigida hacia los ámbitos de los recursos hídricos, los recursos agroforestales y a la agricultura extensiva. En este ámbito se creó el Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas (CNCH) y estructuras inferiores en el año 1997, cuya función principal es coordinar los esfuerzos de todas las instituciones del país relacionadas con las cuencas hidrográficas, para eliminar o reducir los factores de degradación ambiental de las mismas. Hoy existe un Comité Técnico Asesor que tiene la función de asesorar a los gobiernos en la toma de decisiones, en el que están representados los principales ministerios e instituciones del país, y es presidido por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). A nivel nacional se trabaja en el diseño de políticas y mecanismos de planificación para el ordenamiento, con el propósito de articular las estrategias de conservación y aprovechamiento sostenible de sus

recursos naturales. A pesar de esto, persisten importantes conflictos socio-ambientales en torno a la administración hídrica en las cuencas hidrográficas, lo que en gran medida está condicionado por el conocimiento detallado de sus potencialidades y otros factores de origen antrópico (Planas- Fajardo, 2013). En cuanto a los estudios de las potencialidades hídricas detalladas en cuencas hidrográficas se refiere, en Cuba se ha logrado un limitado avance, generalmente asociado a los estudios de aprovechamiento hidroenergético; quedando un gran vacío por resolver tanto a nivel nacional, provincial como local (García y Gutiérrez, 2015). En este caso se encuentra la cuenca hidrográfica del río Sevilla, localizada en el municipio Guamá, al este de la provincia Santiago de Cuba, específicamente en el cuadrante N: 140.100 - 140.300, 169.800-169.997 de latitud norte y 540.200 - 560.600, 540.100 - 559.900 de longitud oeste aproximadamente. Con orientación de norte a sur, limita al norte con el río Contraamaestre específicamente con su afluente Mogote, al sur con las aguas del Mar Caribe, al sureste con la cuenca hidrográfica del río Macío y al suroeste con el río Guamá (Figura 1).

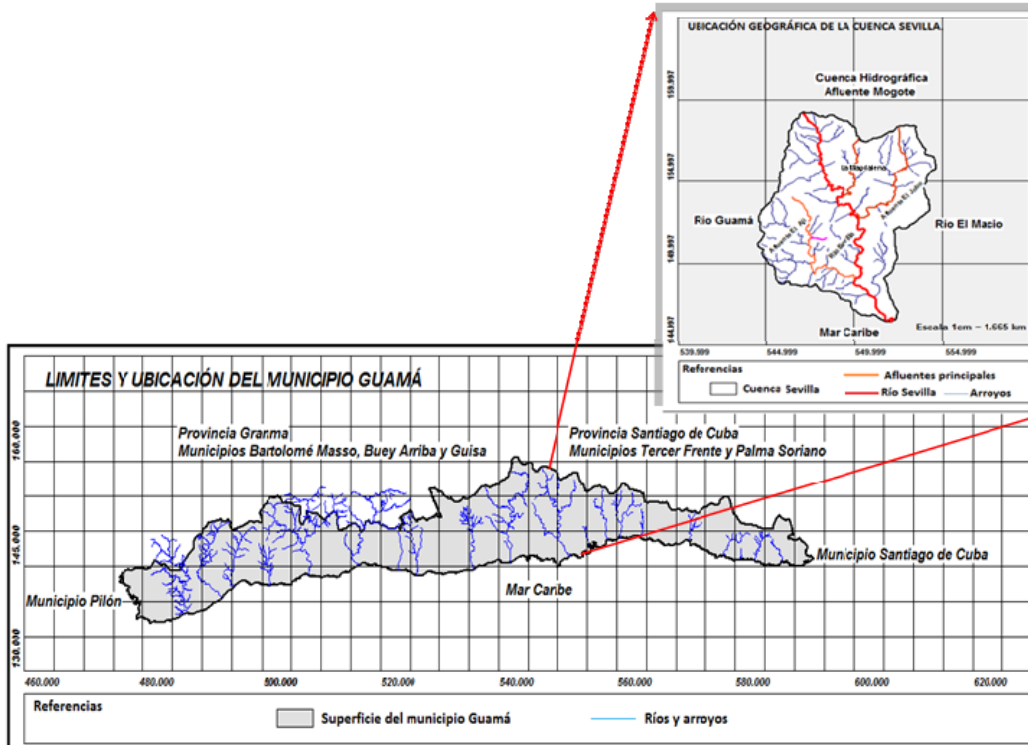


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca hidrográfica del río Sevilla.

La cuenca hidrográfica del río Sevilla, hasta la fecha no contaba con un estudio detallado de sus potencialidades hídricas a partir del escurrimiento superficial que es la variable fundamental para conocer el potencial hídrico del que dispone el río y, en su determinación es imprescindible el estudio de las características físico geográficas de la cuenca. Por las razones antes mencionadas se persiguió como objetivo general, determinar las potencialidades hídricas superficiales detalladas de la cuenca

hidrográfica del río Sevilla y cada subcuenca que compone. Las potencialidades hídricas en cuencas hidrográficas se determinan por la caracterización del escurrimiento superficial y subterráneo del agua. El escurrimiento es el agua que proveniente de la precipitación que circula sobre (escurrimiento superficial) o bajo (escurrimiento subterráneo) la superficie terrestre y, que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (Hierrezuelo, 2016) (Figura 2).

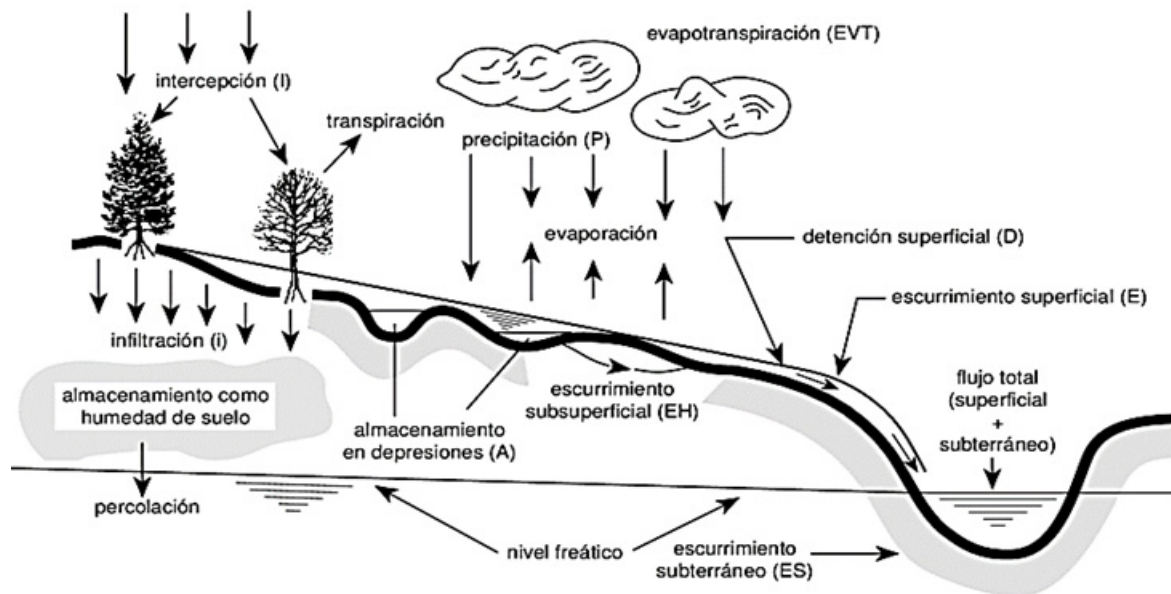


Figura 2. Esquema del escurrimiento superficial en los cauces de ríos de cuencas hidrográficas (Adaptado de Vich, 1996)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido al proceso complejo de conversión de la lluvia en escurrimiento superficial, se ha dado lugar a que se desarrolle una gran cantidad de métodos para calcular los escurrimientos a partir de las lluvias. Los principales parámetros que intervienen en este proceso de conversión son: área de la cuenca, altura total de precipitación, características generales o promedio de la cuenca (forma, pendiente, vegetación, etc.), distribución de la lluvia en el tiempo, distribución en el espacio de la lluvia y de las características de la cuenca, entre otros. Con el avance tecnológico de las computadoras y software especializados se han generado modelos hidrológicos que estiman con bastante precisión los procesos involucrados en una cuenca.

Los métodos más aplicados en Cuba son: I Variante Ing. José Luis Batista, II Variante Ing. José Luis Batista, III Variante Ing. José Luis Batista, Métodos Genéticos, Método de Balance Hídrico, las Fórmulas Clásicas, las Fórmulas Hidrometeorológicas, además de Analogía y Modelos Matemáticos e Hidrológicos. (Durand, 2017).

Para el caso que ocupa la investigación en la cuenca hidrográfica del río Sevilla se determinó obtener el escurrimiento medio por cuatro métodos:

- II Variante de José Luis Batista.
- III Variante de José Luis Batista.
- Fórmulas clásicas
- Fórmula hidrometeorológica, a partir de la lluvia obtenida por la última versión del mapa isoyético nacional cubano (1961-2000).

El coeficiente de variación (Cv) en cada método se obtuvo por la fórmula de Riazanov: $C_V=0.95-0.36*\log M_o$. Donde: M_o es el módulo del escurrimiento expresado en $l/s/km^2$, de ahí el volumen de escurrimiento en $106m^3$ y el gasto en m^3/s . En 1991, el ingeniero José Luis Batista propuso un método basado en la recopilación de los gastos líquidos de 58 estaciones hidrométricas por toda Cuba por un período de 25 años, comprendidos entre los años 1964 y 1988, a este método se le conoce como la III Variante de José Luis Batista, para este período concluyó que era suficiente puesto que dentro de estos años habían ocurrido años secos, medios y húmedos. En esta etapa el autor dedujo un sistema de ecuaciones para el cálculo del escurrimiento medio anual, dichas formulaciones las fraccionó por regiones (Occidental, Central y Oriental). Por esta razón, se ha estudiado la distribución físico-geográfica de las cuencas y el análisis de sus elementos principales (área de la cuenca, precipitación y altura media de la cuenca), llegando a los siguientes resultados (Hierrezuelo, 2016).

1. La correlación entre el módulo de escurrimiento medio anual (M_o) y las precipitaciones (P) para los ríos de las regiones Occidental y Central es más precisa que la obtenida para todo el territorio.
2. En la región Oriental deben considerarse dos relaciones $M_o=f(P)$, que se nombrarán: Oriental 1 y 2, la primera para $P<1500$ mm y $H_m< 250$ m.s.n.m., la segunda (Oriental 2) acotada en $P>1500$ mm y/o $H_m>250$ msnm.
3. Se propone un sistema de ecuaciones de tipo parabólico para calcular el escurrimiento medio anual cuando no existan observaciones hidrométricas.

La II Variante de José Luis Batista es una de las más utilizadas en Cuba, obteniéndose la variable normalizada de las precipitaciones ajustada para períodos de estiaje y de corrientes permanentes, también existen sus expresiones por regiones en el país.

$$U_o(Y_o)=f[0.897U_1(P_o)] \quad (1)$$

donde

Y_o es la lámina del escurrimiento medio anual

P_o es la lluvia media hiperanual

U_o y U_1 son variables normalizadas de la lámina de escurrimiento y de la lluvia respectivamente

Con el valor de la lluvia P_o entramos a la tabla propuesta por el autor y se busca el valor de U_1 para la región Oriental. Se sustituyen los valores en la

ecuación 1 y obtenemos la lámina de lluvia. Este valor se sustituye en la ecuación 2 y obtenemos el escurrimiento medio anual:

$$W_o = \frac{Y_o * A_c}{1000} \quad (2)$$

donde

W_o es el escurrimiento medio anual

A_c es el área de la cuenca o sub cuenca

Sustituyendo el valor de escurrimiento obtenido en la ecuación 3 y obtiene el valor de Q_o . El módulo de escurrimiento se obtiene mediante la ecuación 4.

$$Q_o = W_o * 31.54 \quad (3)$$

$$Q_o = \frac{M_o * A_c}{1000} \quad (4)$$

$$M_o = 2.53P^{2.72} * 10^{-8} \quad (5)$$

$$Q_o = \frac{M_o * A_c}{1000} \quad (6)$$

Variante de José Luis Batista

Utilizando la ecuación 5 y con el valor de la lluvia media anual de la cuenca, se calcula el valor del módulo de escurrimiento de la cuenca. Este valor se

sustituye en la ecuación 7 y se obtiene el escurrimiento. Con el resultado del escurrimiento y el área de la cuenca se sustituye en la ecuación 8 y se determina la lámina de escurrimiento.

$$W_o = Q_o * 31.54 \quad (7)$$

$$Y_o = (W_o / A_c) * 1000 \quad (8)$$

Fórmulas Clásicas

Con el valor del coeficiente de escurrimiento, el de precipitación media de la cuenca y el área de la cuenca, se sustituye en la ecuación 9 y se obtiene el escurrimiento medio. El caudal se obtiene sustituyendo el valor de escurrimiento en la ecuación

10. El módulo de escurrimiento se determina a partir de la ecuación 11 sustituyendo los valores de caudal y área de la cuenca. Se sustituyen los valores de escurrimiento y área de la cuenca en la ecuación 12 y se obtiene la lámina de escurrimiento.

$$W = (C * P * A) / 1000 \quad (9)$$

$$Q_o = W_o / 31.54 \quad (10)$$

$$M_o = (Q_o / A_c) * 1000 \quad (11)$$

$$Y_o = (W_o / A_c) * 1000 \quad (12)$$

Fórmula Hidrometeorológica

Sustituyendo el valor de la lluvia en la ecuación 13, se calcula la lámina de escurrimiento. Seguidamente se sustituyen los valores de lámina de escurrimiento y área de la cuenca en la ecuación 14 y resulta el valor

de escurrimiento. Con el escurrimiento se calcula en la ecuación 15 el gasto. El módulo de escurrimiento se obtiene a partir de la ecuación 16 con la sustitución de los valores de caudal y área de la cuenca.

$$Y_o = (0.845 * P_o) - 759.7 \quad (13)$$

$$W_o = (Y_o * A_c) / 1000 \quad (14)$$

$$Q_o = W_o / 31.54 \quad (15)$$

$$M_o = (Q_o / A_c) * 1000 \quad (16)$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales características generales de la cuenca del río Sevilla fueron tomadas de estudios anteriores que no contaban con análisis detallado, realizados por Durán (2017) (Tabla 1). En donde A_c es el área de la cuenca (km^2), H_m es la altura media de la cuenca (m), L_r es la longitud del río (km), H_1 es la cota del nacimiento del río (msnm), H_2 es la cota de la desembocadura del río (msnm), Y_r es la pendiente del río (%), Y_c es la pendiente media de la cuenca (%), D_d es la densidad de drenaje (km/km^2). La clasificación de las corrientes identifica si son permanentes (P) o intermitentes (I). El clima es muy variado. La temperatura media anual en la cuenca es de $26^\circ C$ en la costa, presentando un mínimo de $24^\circ C$ en los meses de enero y febrero, y un máximo de $28^\circ C$ en los meses de julio y agosto. La media del periodo seco (Noviembre-Abril) es de $25^\circ C$ y el del

lluvioso (Mayo-October) es de $27.5^\circ C$. En la ladera, la temperatura media decrece a razón de $0.54^\circ C$ por cada 100 metros que ascendemos, por lo que a 1200 metros la media es de $20^\circ C$.

El régimen de precipitación de la zona fue determinado por el mapa Isoyético de la República (1961-2000) en un período comprendido de 39 años, debido a que actualmente no se cuenta con pluviómetros en la zona producto de emigración de la población. La amplia extensión del área y su variado relieve permiten variaciones en la lluvia media de la zona desde 980 hasta 2600 mm; por ello existen las condiciones necesarias para la formación del escurrimiento superficial permanente, en especial en la parte alta y media de la cuenca, lo que asociado a las fuertes pendientes y la morfometría de sus afluentes, permiten la formación de grandes avenidas en épocas de lluvias intensas (Figura 3).

Tabla 1 Características geomorfológicas de la cuenca Sevilla. Fuente: Durand (2017).

Río Sevilla	Coordenadas		A _c	H _m	L _r	Y _R	Y _C	D	H ₁	H ₂	Clasif
	N	E									
	146.4	522.1	83.3	422	18.5	50.8	421	0.86	940	0	P

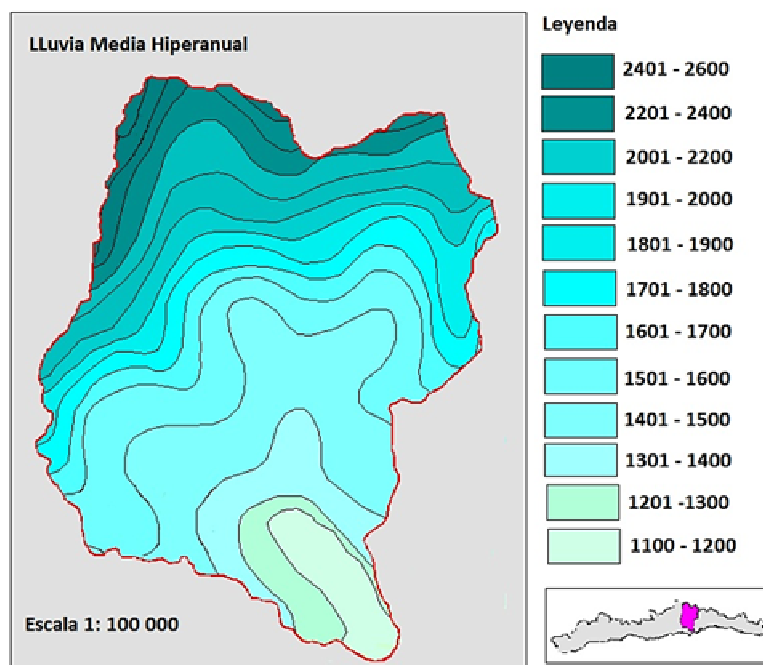


Figura 3. Mapa de Lluvia Media Hiperanual cuenca hidrográfica del río Sevilla
Fuente: Mapa Isoyético de la República de Cuba.

La Cuenca está dominada en sus mayores partes por zonas pre montañosas y montañosas, aunque coexisten otras formas de relieve como pequeñas ondulaciones y terrazas. Entre estas llanuras se localizan partes de las alturas que se alcanzan hasta 250-300 m. Al norte se encuentran las estribaciones de la Sierra Maestra donde la mayor elevación dentro de la cuenca es de 940 metros sobre el nivel del mar (msnm) coincidiendo con la línea divisoria de las aguas, esta cuenca es de un río de montaña y debido al predominio de zonas altas cerca del parte aguas central y a pendientes más pronunciadas, por lo que aumenta la capacidad de evacuación de las aguas (Figura 4). De acuerdo a los principales afluentes del río Sevilla se delimitaron las principales subcuencas del propio río, en total de 23 subcuencas. Esta delimitación está basada en las corrientes que afluyen directamente al río Sevilla, tanto por la margen izquierda como por la margen derecha; en primer lugar se tienen por la margen derecha 15 y por la

izquierda 8 (Figura 5). En la región en estudio específicamente, no se cuenta con estaciones hidrométricas, por lo que la evaluación del potencial hídrico se realizó a través de los métodos antes mencionados. A partir de estos requerimientos se obtuvo el potencial hídrico detallado o disponibilidad de agua mostrados a continuación (Tabla 2, 3, 4 y 5). Al realizar una comparación de los resultados obtenidos por los diferentes métodos escogidos, se despreció en una primera instancia el método de las Fórmulas Hidrometeorológica debido a que el valor de escurrimiento se disparó con respecto al resto de los métodos. Por lo que al continuar con la comparación de los resultados se escogió la II Variante del Ing. José Luis Batista por ser una de las más utilizadas en el país, obteniéndose la variable normalizada de las precipitaciones y que está ajustada para períodos de estiaje y de corrientes permanentes y también existen las expresiones por regiones en el país.

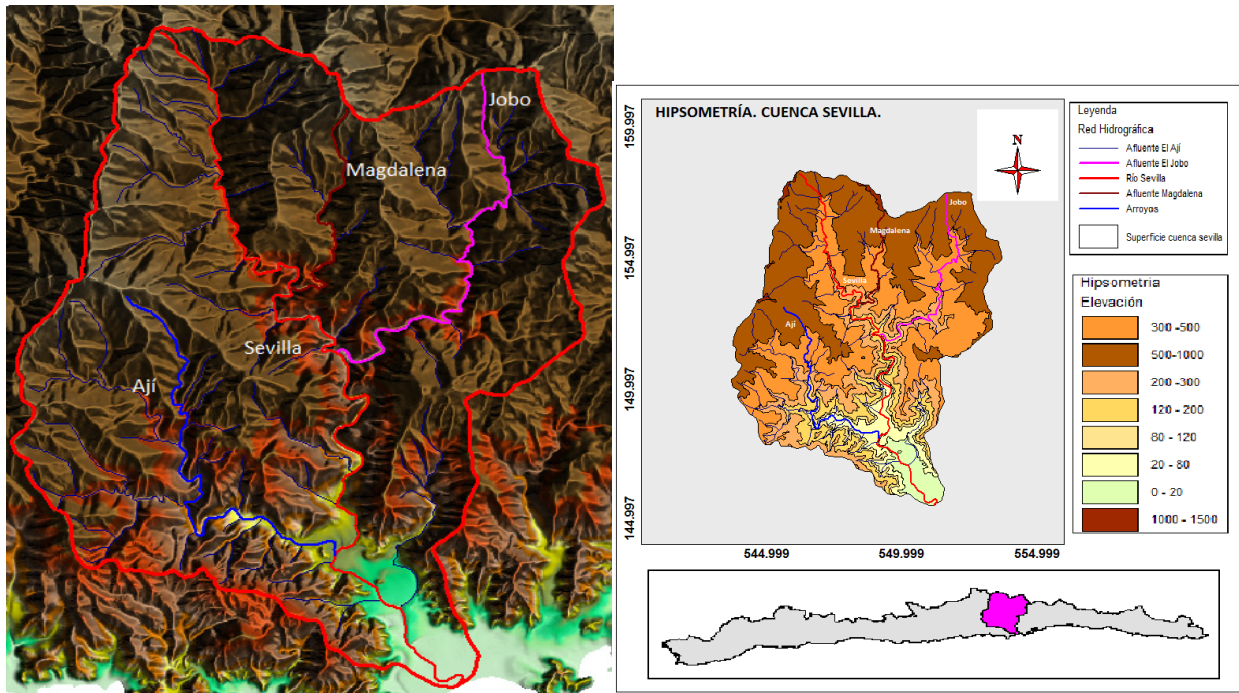


Figura 4. A la izquierda Modelo Digital del terreno y a la derecha mapa de Hipsometría. Fuentes: Base Cartográfica Digital de Geocuba 1: 25 000. Base Cartográfica Digital de la PPF 1: 25 000.

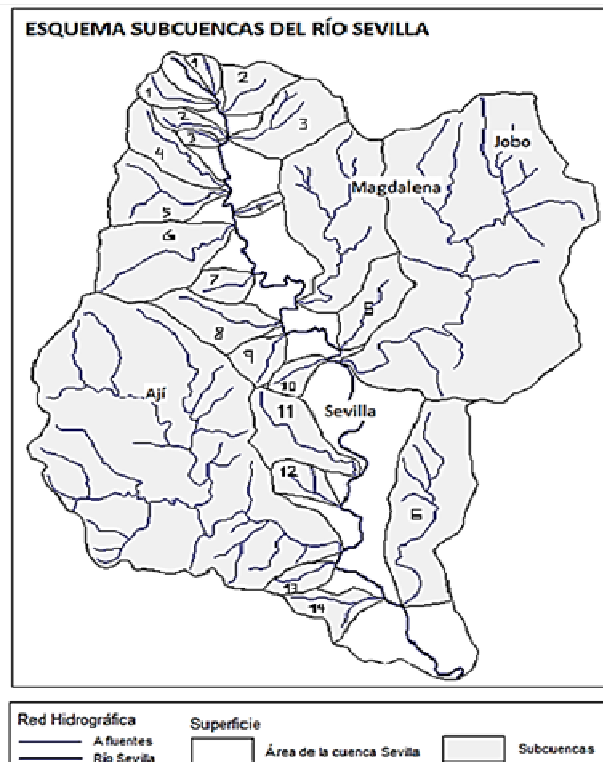


Figura 5. Subcuencas del río Sevilla

Tabla 2. Disponibilidad de agua calculada por el método sugerido en la II Variante de José Luis Batista.

Método	Cuencas y Subcuencas	Ac	Po	Wo	Qo	Yo	Mo	Cv
II Variante	Cuenca río Sevilla	83.2	1473	32.36	1.026	389	12.33	0.56
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 1	0.574	2185	0.525	0.017	915	29.01	0.42
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 2	0.443	2280	0.447	0.014	1009	31.99	0.41
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 3	0.223	2185	0.204	0.006	915	29.01	0.42
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 4	1.296	2233	1.261	0.040	973	30.85	0.41
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 5	1.860	2090	1.548	0.049	832	26.38	0.44
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 6	2.957	2090	2.460	0.078	832	26.38	0.44
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 7	0.617	1663	0.360	0.011	583	18.48	0.49
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 8	1.500	1598	0.807	0.026	538	17.06	0.51
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 9	0.728	1551	0.373	0.012	512	16.23	0.51
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 10	0.492	1457	0.222	0.007	452	14.33	0.53
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 11	1.900	1410	0.874	0.028	460	14.58	0.53
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 12	0.701	1410	0.323	0.010	460	14.58	0.53
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 13	0.543	1181	0.559	0.018	1029	32.63	0.41
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 14	0.884	1256	0.302	0.010	342	10.84	0.58
	El Ají	20.18	1395	9.888	0.314	490	15.54	0.52
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 1	0.292	2280	0.295	0.009	1009	31.99	0.41
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 2	1.029	2199	0.968	0.031	941	29.84	0.42
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 3	1.915	2185	1.752	0.056	915	29.01	0.42
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 4	0.207	1853	0.138	0.004	665	21.08	0.47
	La Magdalena	5.211	1853	3.465	0.110	665	21.08	0.47
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 5	1.378	1568	0.714	0.023	518	16.42	0.51
	EL Jobo	18.89	1517	9.369	0.297	496	15.73	0.52
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 6	4.722	1344	1.988	0.063	421	13.35	0.54

Tabla 3. Disponibilidad de agua calculada por el método sugerido en la III Variante de José Luis Batista.

Método	Cuencas y Subcuencas	Ac	Po	Wo	Qo	Yo	Mo	Cv
III Variante	Cuenca río Sevilla	83.2	1473	27.49	0.872	330	10.48	0.43
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 1	0.574	2185	0.555	0.018	967	30.65	1.04
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 2	0.443	2280	0.480	0.015	1085	34.41	1.06
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 3	0.223	2185	0.216	0.007	967	30.65	1.19
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 4	1.296	2233	1.328	0.042	1025	32.50	0.91
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 5	1.860	2090	1.593	0.051	857	27.16	0.88
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 6	2.957	2090	2.533	0.080	857	27.16	0.80
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 7	0.617	1663	0.284	0.009	460	14.57	1.15
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 8	1.500	1598	0.619	0.020	413	13.09	1.02
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 9	0.728	1551	0.277	0.009	381	12.07	1.15
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 10	0.492	1457	0.158	0.005	321	10.18	1.24

Sub Cuenca MD desde nacimiento: 11	1.900	1410	0.558	0.018	294	9.31	1.04
Sub Cuenca MD desde nacimiento: 12	0.701	1410	0.206	0.007	294	9.31	1.20
Sub Cuenca MD desde nacimiento: 13	0.543	1181	0.098	0.003	181	5.75	1.31
Sub Cuenca MD desde nacimiento: 14	0.884	1256	0.189	0.006	214	6.79	1.21
El Ají	20.18	1395	5.756	0.183	285	9.04	0.68
Sub Cuenca MI desde nacimiento: 1	0.2926	2280	0.318	0.010	1085	34.41	1.13
Sub Cuenca MI desde nacimiento: 2	1.029	2199	1.012	0.032	984	31.20	0.95
Sub Cuenca MI desde nacimiento: 3	1.915	2185	1.851	0.059	967	30.65	0.85
Sub Cuenca MI desde nacimiento: 4	0.207	1853	0.128	0.004	617	19.56	1.27
La Magdalena	5.211	1853	3.215	0.102	617	19.56	0.77
Sub Cuenca MI desde nacimiento: 5	1.378	1568	0.540	0.017	392	12.42	1.05
EL Jobo	18.89	1517	6.766	0.215	358	11.36	0.65
Sub Cuenca MI desde nacimiento: 6	4.722	1344	1.218	0.039	258	8.18	0.92

Tabla 4. Disponibilidad de agua calculada por el método de la fórmula clásica.

Método	Cuencas y Subcuencas	Ac	Po	Wo	Qo	Yo	Mo	Cv
Fórmulas Clásicas	Cuenca río Sevilla	83.2	1473	30.53	0.971	368	11.67	0.57
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 1	0.574	2185	0.314	0.010	546	17.32	0.50
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 2	0.443	2280	0.252	0.008	570	18.07	0.50
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 3	0.223	2185	0.122	0.004	546	17.32	0.50
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 4	1.296	2233	0.723	0.023	558	17.70	0.50
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 5	1.860	2090	0.972	0.031	523	16.57	0.51
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 6	2.957	2090	1.545	0.049	523	16.57	0.51
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 7	0.617	1663	0.256	0.008	416	13.18	0.55
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 8	1.500	1598	0.599	0.019	400	12.67	0.55
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 9	0.728	1551	0.282	0.009	388	12.29	0.56
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 10	0.492	1457	0.179	0.006	364	11.55	0.57
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 11	1.900	1410	0.670	0.021	353	11.18	0.57
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 12	0.701	1410	0.247	0.008	353	11.18	0.57
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 13	0.543	1181	0.160	0.005	295	9.36	0.60
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 14	0.884	1256	0.277	0.009	314	9.95	0.59
	El Ají	20.18	1395	7.038	0.223	349	11.06	0.57
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 1	0.2926	2280	0.167	0.005	570	18.07	0.50
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 2	1.029	2199	0.566	0.018	550	17.43	0.50
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 3	1.915	2185	1.046	0.033	546	17.32	0.50
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 4	0.207	1853	0.096	0.003	463	14.68	0.53
	La Magdalena	5.211	1853	2.413	0.077	463	14.68	0.53
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 5	1.378	1568	0.540	0.017	392	12.42	0.56
	EL Jobo	18.89	1517	7.163	0.227	379	12.02	0.56
Sub Cuenca MI desde nacimiento: 6	4.722	1344	1.587	0.050	336	10.65	0.58	

Tabla 5. Disponibilidad de agua calculada por el método de las Fórmulas Hidrometeorológicas

Método	Cuencas y Subcuencas	Ac	Po	Wo	Qo	Yo	Mo	Cv
Fórmulas Hidrometeorológicas	Cuenca río Sevilla	83.2	1473	40.32	1.278	485	15.36	0.52
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 1	0.574	2185	0.624	0.020	1087	34.45	0.40
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 2	0.443	2280	0.517	0.016	1167	37.00	0.39
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 3	0.223	2185	0.243	0.008	1087	34.45	0.40
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 4	1.296	2233	1.460	0.046	1127	35.72	0.39
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 5	1.860	2090	1.872	0.059	1006	31.91	0.41
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 6	2.957	2090	2.976	0.094	1006	31.91	0.41
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 7	0.617	1663	0.398	0.013	645	20.45	0.48
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 8	1.500	1598	0.886	0.028	591	18.73	0.49
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 9	0.728	1551	0.401	0.013	551	17.47	0.50
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 10	0.492	1457	0.232	0.007	471	14.95	0.53
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 11	1.900	1410	0.820	0.026	432	13.69	0.54
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 12	0.701	1410	0.303	0.010	432	13.69	0.54
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 13	0.543	1181	0.129	0.004	238	7.56	0.63
	Sub Cuenca MD desde nacimiento: 14	0.884	1256	0.266	0.008	301	9.55	0.60
	El Ají	20.18	1395	8.457	0.268	419	13.29	0.55
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 1	0.2926	2280	0.341	0.011	1167	37.00	0.39
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 2	1.029	2199	1.131	0.036	1099	34.83	0.39
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 3	1.915	2185	2.081	0.066	1087	34.45	0.40
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 4	0.207	1853	0.167	0.005	806	25.54	0.44
	La Magdalena	5.211	1853	4.198	0.133	806	25.54	0.44
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 5	1.378	1568	0.778	0.025	565	17.91	0.50
	El Jobo	18.89	1517	9.861	0.313	522	16.55	0.51
	Sub Cuenca MI desde nacimiento: 6	4.722	1344	1.776	0.056	376	11.93	0.56

4. CONCLUSIONES

En Cuba existen limitaciones en el estudio detallado del potencial hídrico superficial en cuencas hidrográficas que influyen en un correcto planeamiento y/o reordenamiento de los recursos hídricos en aras de un manejo óptimo de estos. Se determinó el potencial hídrico superficial detallado de la cuenca del río Sevilla por cuatro métodos diferentes, obteniéndose que el método más idóneo fuera la II Variante del Ing. José Luis Batista. En total el potencial hídrico para el río Sevilla, se estima en $32.36 \times 10^6 \text{m}^3$, volumen que alimenta a los acuíferos, muy por debajo de la escorrentía.

RECOMENDACIONES

La cuenca del río Sevilla presenta un potencial hídrico muy importante que debe ser protegido mediante prácticas adecuadas de uso del suelo. Realizar un planeamiento y/o reordenamiento de la cuenca hidrográfica. Valorar la posible construcción de una presa y/o micro-presa para abastecer a aquellos asentamientos que no cuentan con servicio de agua, la agricultura, las vaquerías, etc.

REFERENCIAS

- Andreianov V. (1959). Variaciones cíclicas del escurrimiento anual y su consideración en los cálculos hidrológicos. Trudí GGI, No. 68. Moscú.
- Aparicio, M. F, (2007). Fundamentos de hidrología de superficie. Limusa, México. pp 303.
- Campos A., D. F. (1992). Procesos del Ciclo Hidrológico (Tomo I y II). Editorial Universitaria Félix Varela, Ciudad de la Habana.
- Durand, M, T. (2017). Evaluación del Potencial Hídrico de la Provincia Santiago de Cuba. ISBN 978-959-247-156-6. Marzo 2017.
- García Fernández, Jorge Mario; Gutiérrez Díaz, Joaquín B. (2015). La gestión de cuencas hidrográficas en Cuba. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas. La Habana, Cuba.
- González Piedra, Julio Iván (2004). El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Capítulo 1: “El manejo de cuencas en Cuba: Actualidad y Retos”. pp 21-40. Helena Cotler (compiladora). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Primera edición: diciembre de 2004. México. ISBN: 968-817-700-8. <http://centro.paot.mx/documentos/ine/452.pdf#page=22>
- Hierrezuelo Pérez, Rolando (2016). Metodología para la determinación del escurrimiento medio anual de una cuenca. Tesis en opción al título de Ingeniero hidráulico. Archivo del Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
- Piedra, J. I. G. (2007). Guía metodológica para el estudio de cuencas hidrológicas superficiales con proyección de Manejo, (inédito). C. Habana, Cuba.
- Planas-Fajardo (2013). “Empleo de indicadores para la planificación y gestión ambiental en la cuenca del río Sevilla del municipio Guamá, Santiago de Cuba”. Ciencia en su PC, No.4, octubre-diciembre, 2013, p.75-87.
- Rodríguez, F. F. (2006). “Mapa Isoyético de las precipitaciones medias de la República de Cuba, (1961-2000)”. Voluntad Hidráulica. No 98. ISSN 0505-9461. La Habana, Cuba.

Como citar este artículo:

Galbán, L. *et al.*, (2021). Potencialidades hídricas superficiales de la cuenca hidrográfica del Río Sevilla en el municipio Guamá. *Aqua-LAC* Volumen 13(1), 97-107. doi: 10.29104/phi-aqualac/2021-v13-1-07



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International
CC BY-NC-SA 4.0 license