

**XXVIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA  
BUENOS AIRES, ARGENTINA, SEPTIEMBRE DE 2018**

**BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA DEL ARROYO ALBUERA,  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

***Bran, Tomás<sup>1</sup>; Palmeyro, Pablo<sup>2</sup>; Torrero, Mariana<sup>3</sup>; Viñes, Susana<sup>4</sup>***

*<sup>1,2,3,4</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias*

*Pontificia Universidad Católica "Sta. María de los Buenos Aires", Buenos Aires, Argentina*

*<sup>1</sup>tomasbran@hotmail.com; <sup>2</sup>pabloepalmeyro@gmail.com; <sup>3</sup>mptorrero@gmail.com; <sup>4</sup>susanavines@yahoo.com.ar*

**RESUMEN:**

La cuenca del arroyo Albuera, afluente del Río Luján se desarrolla dentro del partido de Malvinas Argentinas, provincia de Buenos Aires, Argentina. En el presente trabajo, dada la importancia del curso de agua como recurso hídrico en sí y en razón de las características ambientales de la zona, se busca a través de los análisis de los diagramas ombrotérmicos, los balances hídricos y su relación caudal-precipitación, poder determinar la variación a la respuesta hidrológica de la zona. Dado que se trata de un curso de agua del cual no se disponen aforos, los datos obtenidos de las estaciones Don Torcuato Aero y San Miguel, permiten que la información brindada por el balance hídrico sirva para establecer la existencia o no de excesos hídricos y en función de ellos, en el caso que los hubiera, permitirá cuantificar la relación caudal-precipitación y su posterior análisis de los excesos. Por lo tanto, la elaboración de los balances hídricos permite evaluar si el sistema hídrico del arroyo Albuera presenta excesos y su incidencia en la variabilidad del caudal.

**ABSTRACT:**

The Albuera creek basin, a tributary of the Lujan River, is located in the *Malvinas Argentinas* district, in Buenos Aires province. Given the huge importance of the basin, not only as a hidric resource but as a broader socioenvironmental factor, this paper will focus on analyzing the ombrothermic diagrams, water balances, and the correlation between precipitation and runoff, in order to determine variations in the water flow response. Since the creek has no gouging measurements, the precipitation data obtained from the Don Torcuato Aero and San Miguel stations are useful to analyze whether there is a hydrologic excess in the basin and its magnitude. Thus, the elaboration and analysis of the water balances allows us to evaluate if the hydrologic system of the Albuera basin has excess and what incidence it has in flow variations.

**PALABRAS CLAVES:** Cuenca hidrográfica; balance hídrico; diagrama ombrotérmico.

## INTRODUCCIÓN

El arroyo Albuera, afluente del Río Luján, desarrolla una cuenca hidrográfica que se extiende dentro de Grand Bourg, partido de Malvinas Argentinas, provincia de Buenos Aires, Argentina (Fig. 1). La cuenca se presenta urbanizada en su parte alta y media y en la zona baja, en la confluencia con el arroyo Claro, se localizan un gran número de establecimientos industriales que conforman el denominado Triángulo Industrial, la calidad del agua de este arroyo se encuentra afectada por la descarga de efluentes domiciliarios e industriales, incrementando el riesgo de salud en caso de un desborde del mismo, (Gomez, 2016). Dada la importancia que reviste el curso de agua como recurso hídrico en sí y en razón de las características ambientales de la zona, se calculan los balances hídricos para el período 1961-2010 a fin de identificar la existencia de excesos hídricos, determinar la relación caudal-precipitación y su posterior análisis de los excesos.

El crecimiento poblacional del conurbano bonaerense nos enfrenta a la incesante transformación de terrenos rurales en zonas urbanas con parques industriales, barrios cerrados, y asentamientos con viviendas precarias, con la consecuente alteración de la escorrentía en las cuencas por variaciones en la topografía e impermeabilización de los terrenos. Frente a este proceso de antropización creciente, surge la necesidad de desarrollo de infraestructura vial y pluvial la cual, a su vez, genera y sufre las consecuencias de las alteraciones que se imprimen en la topografía. Esta realidad, sumada a la falta de estudios de cuencas hídricas en toda la República Argentina, motivó el análisis de la cuenca del arroyo Albuera.

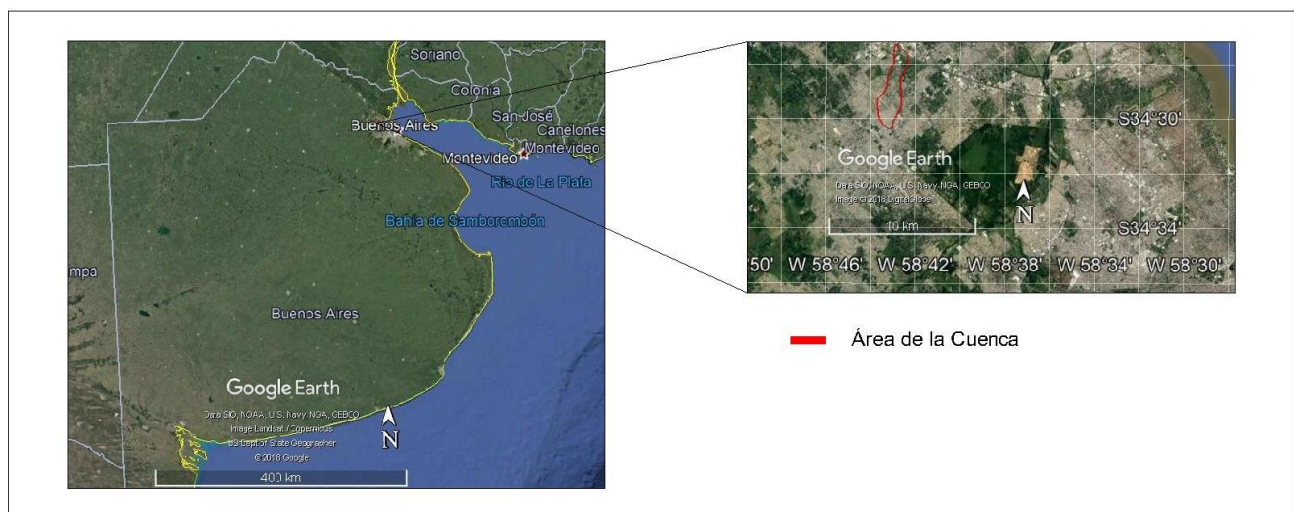


Figura 1. Localización de la cuenca del arroyo Albuera.

## IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La cuenca del arroyo Albuera ha sido objeto de un gran crecimiento urbanístico, aumentando la densidad demográfica y produciendo cambios morfológicos en la zona. La impermeabilización producida por la urbanización provoca el aumento del escurrimiento superficial (el cual puede superar el 90% del total de lo llovido), disminuyendo el tiempo en el cual llega el pico de la creciente. Es de destacar que en Buenos Aires más del 20% de superficie se halla ocupando planicies aluviales de los diferentes cursos (Pereyra, 2004). Esto implica que no solo aumentó la población en el área de riesgo de desborde hídrico, sino que el tiempo de concentración bajó, por lo que la recurrencia de las lluvias aumentó. El conocimiento del balance hídrico de la cuenca permitirá analizar su dinámica y ayudará a la toma de decisiones.

## METODOLOGÍA

Se analizaron los datos climatológicos de las estaciones de San Miguel (Lat.  $-34^{\circ}33'0''$ , Long.  $-58^{\circ}44'0''$ , altura 26 msnm) para el período 1961-2010 y de Don Torcuato Aero (Lat.  $-34^{\circ}29'0''$ , Long.  $-58^{\circ}37'0''$ , altura 4 msnm) para el período 1971-2000, correspondientes a las estadísticas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2016) para calcular los balances hídricos. Se realizaron y analizaron los diagramas ombrotérmicos de Gausson para determinar la existencia y duración de los períodos secos (Castillo y Castellví Sentis, 2001). Sobre un gráfico cartesiano se representan: en las abscisas los meses del año y en las ordenadas las precipitaciones y las temperaturas. La escala de las precipitaciones, en milímetros es el doble que la de la temperatura, en grados Celsius, según la hipótesis de Gausson (1954 y 1955) de equivalencia entre 2 mm de precipitación y  $1^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

Dado que se trata de un curso de agua del cual no se disponen aforos, la información brindada por el balance hídrico permitió establecer la existencia o no de excesos hídricos (Torrero, 2009) y en función de ellos, en el caso que los hubiera, permitirá cuantificar la relación caudal-precipitación y su posterior análisis de los excesos (Remenieras, 1974). En una cuenca hidrográfica el caudal de un río, definido como el volumen de escorrentía superficial por unidad de tiempo (Bruniard, 1992; Monsalve Sáenz, 1999) depende de factores como el clima, la vegetación y el complejo suelo-sustrato. Es decir, procesos como la precipitación, evaporación, intercepción, transpiración, infiltración y almacenamiento inciden directamente sobre el caudal. Asimismo, factores de naturaleza humana como los relacionados con la intervención antropogénica, influyen en la escorrentía superficial. Por ello, es indispensable valorar la respuesta del río frente a estos factores (Heras, 1972; Pedraza, 1996; Monsalve Sáenz, 1999). Por lo tanto, la elaboración de los balances hídricos permitió evaluar si el sistema hídrico del arroyo Albuera presenta excesos y su incidencia en la variabilidad del caudal. Los balances utilizan principalmente como datos la precipitación y la evapotranspiración potencial, encontrando el primero disponible en los datos de la estación meteorológica, no así el de la evapotranspiración que estimó por el método de Thornthwaite y Mather (1957).

## DESARROLLO

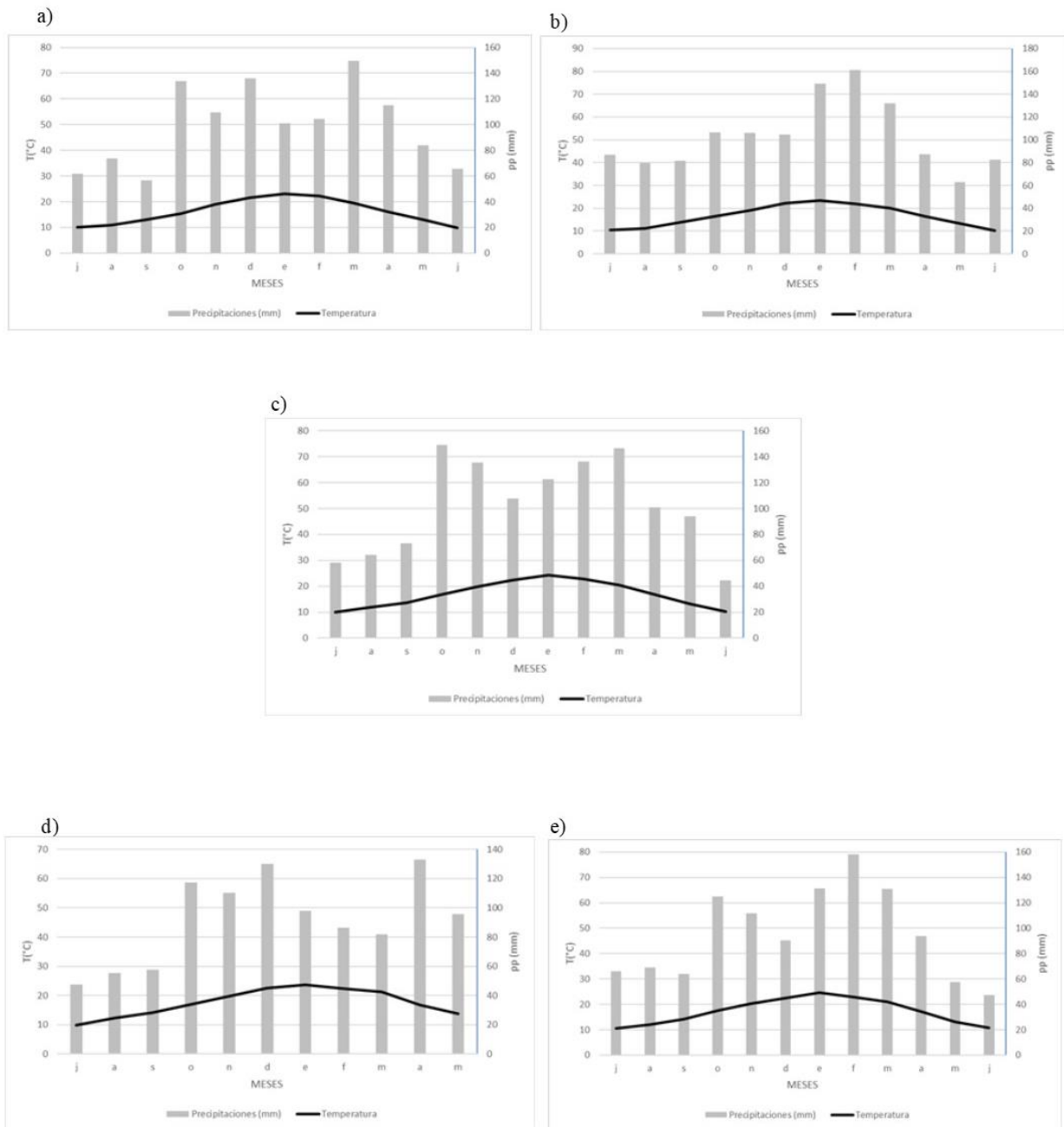
### A) ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO

El área de estudio se caracteriza por un clima del tipo templado, húmedo (B2) para la estación de San Miguel en los períodos de 1961-1990 y Don Torcuato en los períodos 1971-2000 y a su vez se caracteriza un clima del tipo templado húmedo pero con un índice hídrico menor (B1), la estación de San Miguel en los períodos de 1991 a 2010, determinado por el índice hídrico (Tabla 1), según la clasificación de Thornwaite (1949). La falta de agua se caracteriza como pequeña o nula para ambas estaciones en todos los períodos estudiados.

**Tabla 1.-** Índices de aridez, humedad e hídricos para los períodos del 1961 al 2010.

	Índice de Aridez					Índice de Humedad					Índice Hídrico				
	1961-70	1971-80	1981-90	1991-00	2001-10	1961-70	1971-80	1981-90	1991-00	2001-10	1961-70	1971-80	1981-90	1991-00	2001-10
<i>San Miguel</i>	r = 0	r = 0	r = 0	r = 0	r = 0	w2 = 45,05	w2 = 48,63	w2 = 44,74	w2 = 27,12	w2 = 32,629	B2 = 45,05	B2 = 48,63	B2 = 44,74	B1 = 27,12	B1 = 32,62
<i>Don Torcuato Aero</i>	s/d	r = 0	r = 0	r = 0	s/d	s/d	w2 = 29,16	w2 = 31,63	w2 = 23,08	s/d	s/d	B1 = 29,16	B1 = 31,63	B1 = 23,08	s/d
s/d: sin dato															

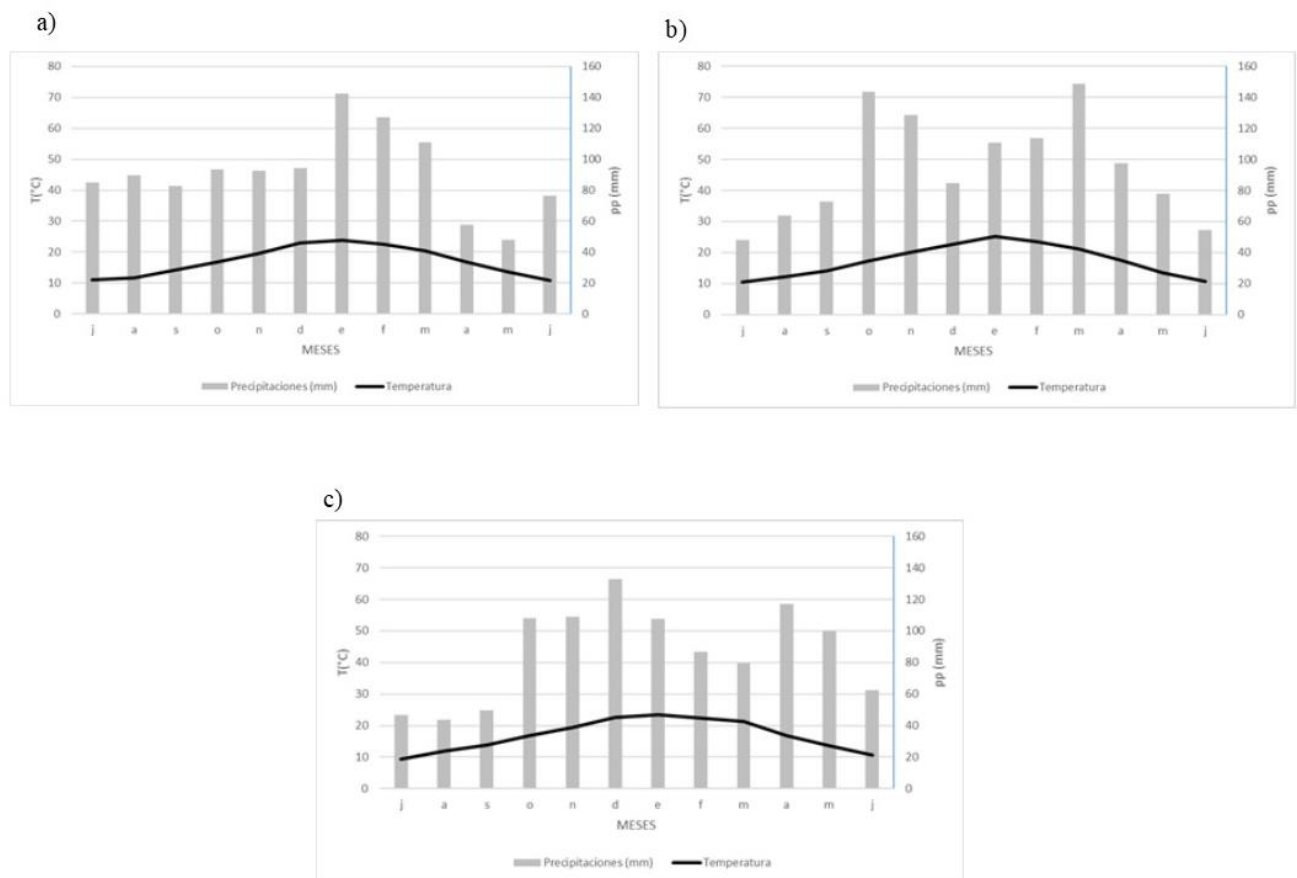
En el análisis y comparación de los valores obtenidos con los estudios realizados previamente (Campo de Ferreras *et al.*, 2004) no se registraron variaciones en el índice de aridez tanto en las estaciones de Don Torcuato Aero como en San Miguel, en ninguno de los períodos analizados.



**Figura 2.** Diagramas ombrotérmicos para la estación San Miguel: a) período 1961-1970, b) período 1971-1980, c) período 1981-1990, d) período 1991-2000 y e) período 2000-2010.

Puede observarse en los diagramas ombrotérmicos de San Miguel (Fig. 2) que en las 3 primeras décadas del análisis (1961-1990) se obtuvo un período lluvioso con marcada presencia en la época estival, disminuyendo de forma muy leve en los períodos siguientes (1991-2010) pero manteniendo la época de excesos de agua estival. Esta disminución del índice hídrico que se dio en el período 1981-1990 al 1991-2000, se debe una disminución de los excesos de 149,49 mm y un aumento de la temperatura de 0,19°C. En este caso siguiendo la clasificación de Bruniard (1992), ante la ausencia de dos o más períodos secos en período estival se indica un clima templado cálido trópic, por lo tanto, incorporando la clasificación mencionada anteriormente, se define un clima templado cálido húmedo tropical.

En el caso de los diagramas ombrotérmicos de Don Torcuato (Fig. 3) puede determinarse que las 2 primeras décadas (1971-1990) de análisis tienen un pequeño incremento de su índice hídrico, manteniendo un exceso de agua grande en época estival, mientras que en el último decenio analizado (1991-2000) se puede apreciar una pequeña disminución del índice hídrico, que se explica por una disminución de los excesos de 79,46 mm y una disminución de la temperatura de 0,52°C, dada del período del 1981-1990 al del 1991-2000. Sin embargo, sigue manteniéndose un exceso de agua grande en época estival. La clasificación de Bruniard (1992) y la clasificación de Thornwaite (1949), ante la ausencia de dos o más períodos secos durante el verano, determinan un clima templado cálido húmedo tropical.



**Figura 3.** Diagramas ombrotérmicos para la estación Don Torcuato Aero: a) período 1971-1980, b) período 1981-1990, c) período 1991-2000.

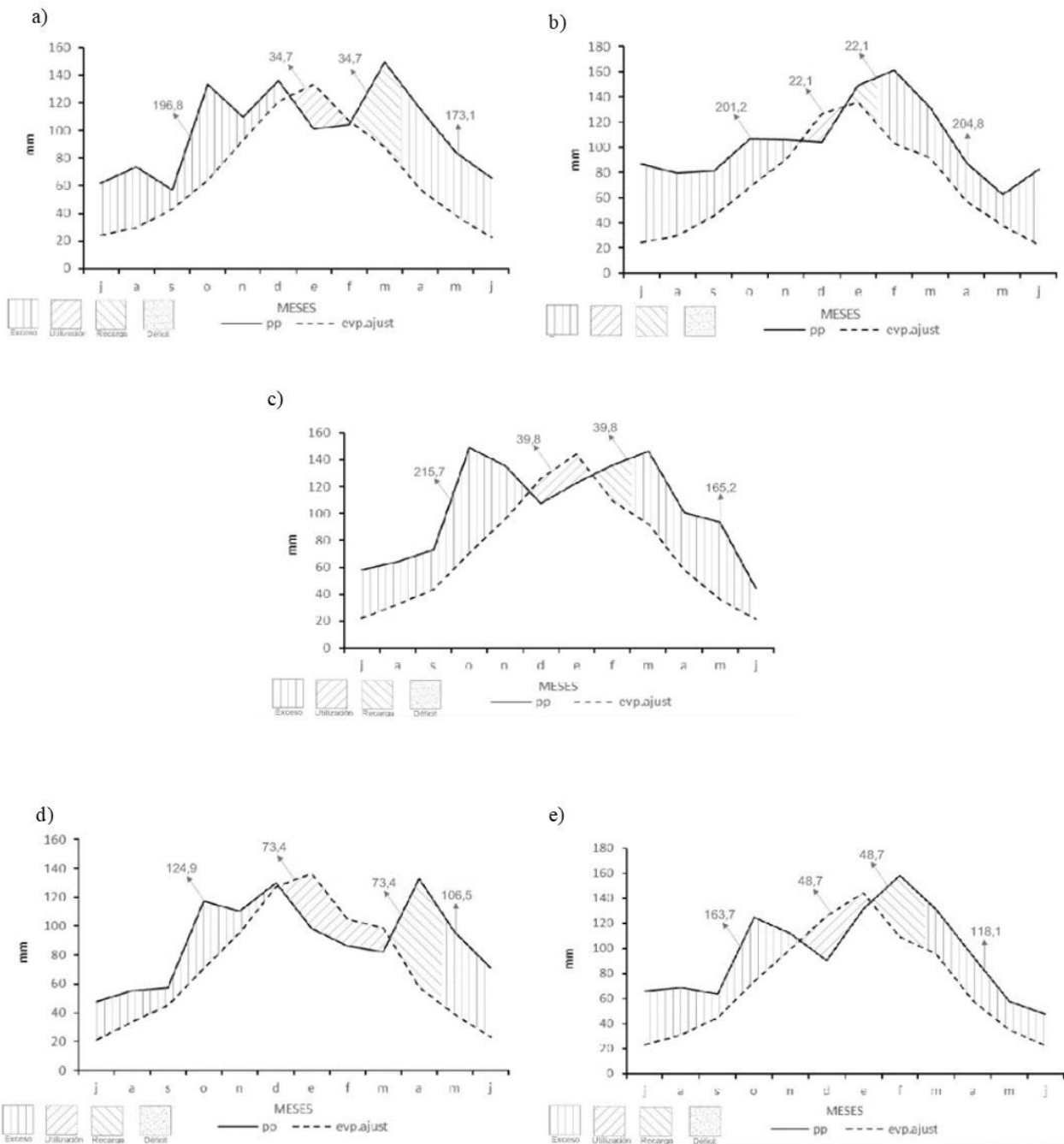
## B) BALANCES HÍDRICOS DE LA CUENCA

Se realizan y analizan los balances hídricos empleando el método de Thornthwaite y Mather (1957) para las localidades de San Miguel (períodos 1961-2010) y Don Torcuato (períodos 1971-2000).

El análisis del balance hídrico de la estación San Miguel para el primer período analizado 1961-1970 mostró un período predominantemente húmedo, con una utilización de 34,7 mm y sin periodos de déficit (Fig. 4.a). El período de exceso (215,7 mm) acontece en los meses de julio a mediados de diciembre, desde allí y hasta febrero las precipitaciones comienzan a disminuir y la evapotranspiración potencial incrementa paulatinamente, recurriendo a la utilización del agua almacenada en el suelo, contrarrestando la necesidad de agua. A partir de febrero, y antes de que se acaben las reservas, el aumento de precipitaciones repone las mismas, hasta que, a fines de marzo se entra en un nuevo período de exceso (173,1 mm), que va desde abril a junio. En 1971-1980 (Fig. 4.b), el exceso (201,2 mm) se tiene en los meses de julio a noviembre y en diciembre las precipitaciones comienzan a descender y se acrecienta gradualmente la evapotranspiración potencial, recurriendo a la utilización del agua almacenada en el suelo, para compensar la falta de esta (22,1 mm). Sin llegar a agotarse las reservas, se repone en los meses de enero a febrero (22,1 mm) y se entra en un nuevo período de exceso (204,8 mm), que va desde marzo a junio.

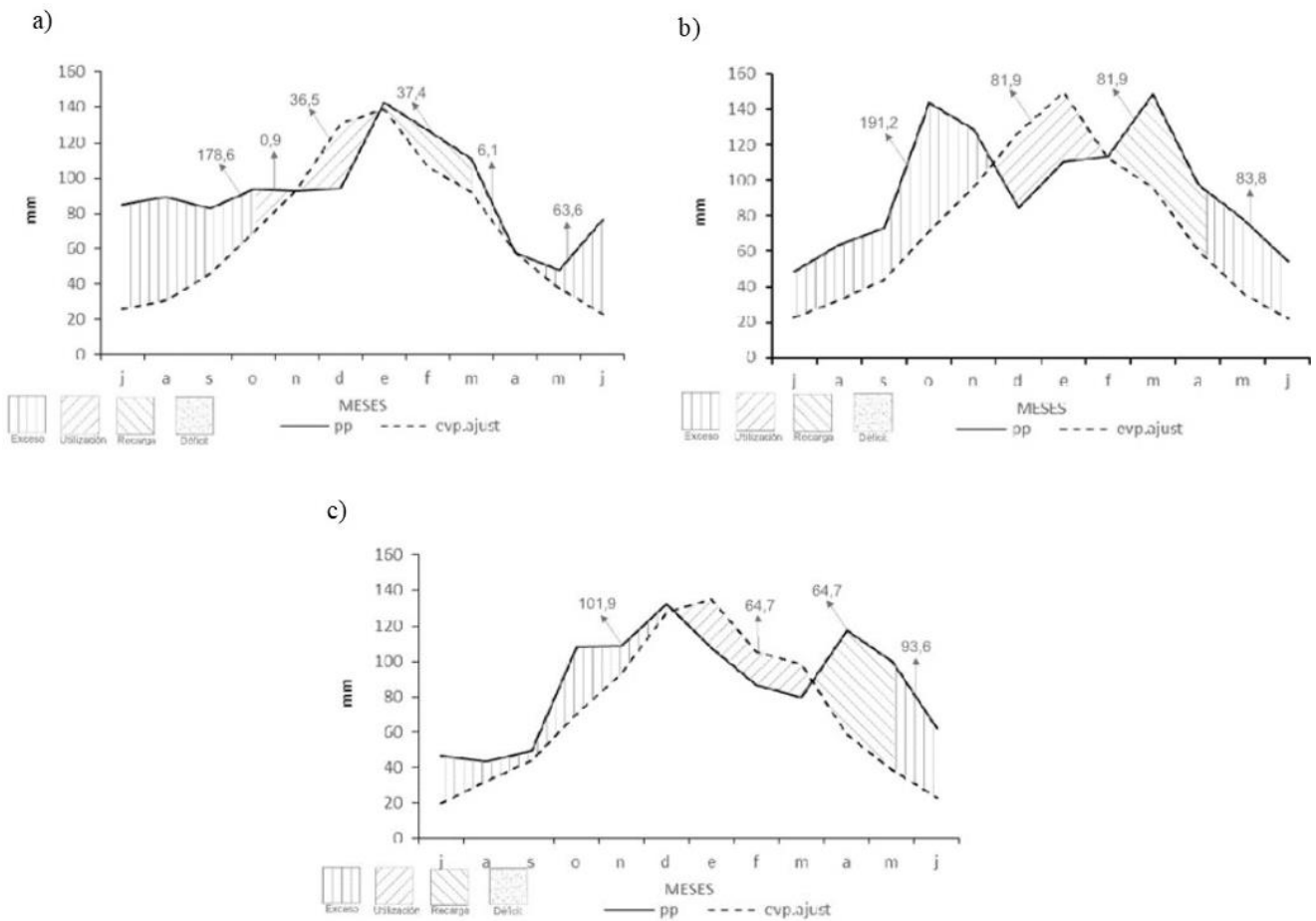
Al analizar el decenio 1981-1990 (Fig. 4.c) podemos observar que el período de exceso (215,7 mm) ocurre en los meses de julio a noviembre, y en diciembre y enero las precipitaciones comienzan a descender y se incrementa paulatinamente la evapotranspiración potencial, recurriendo a la utilización del agua almacenada en el suelo (39,8 mm), para compensar la necesidad del agua. Sin llegar a agotarse las reservas, se repone en los meses de febrero a marzo (39,8 mm) y se entra en un nuevo período de exceso (165,2 mm), que va desde abril a junio. Mientras que para la década comprendida entre 1991-2000 (Fig. 4.d) se distingue un período de exceso (124,7 mm) que tiene lugar en los meses de julio a diciembre cuando el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones producen una utilización del agua contenida en el suelo (73,4 mm), para compensar la necesidad entre diciembre y marzo. Sin llegar a agotarse las reservas, se repone en los meses de abril hasta principios de mayo (73,4 mm) y se entra en un nuevo período de exceso (106,5 mm), que va desde mayo a junio. El período 2001-2010 (Fig. 4.e) evidenció un período de exceso (163,7 mm) que abarca de julio a noviembre, y desde noviembre hasta mediados de enero el aumento de la evapotranspiración potencial junto con el descenso de las precipitaciones genera una utilización del agua almacenada en el suelo (48,7 mm). Sin que se agoten las reservas, se repone entre mediados de enero hasta fines de febrero (48,7 mm) y se entra en un nuevo período de exceso (116,1 mm), que va desde marzo a junio.

El análisis del balance hídrico de la estación Don Torcuato para los períodos 1971-1980, 1981-1990, y 1991-2000 (Fig. 5) reflejó también decenios mayoritariamente húmedos. El balance hídrico para este caso nos muestra que la utilización fue de 37,4 mm para el primer período, 81,9 mm para el segundo, y 64,7 mm para el tercero. Por otro lado, los excesos totalizaron 248,2 mm, 275,0 mm, y 195,5 mm, para los períodos 1971-1980, 1981-1990, y 1991-2000 respectivamente. Al analizar el decenio de 1971-1980 (Fig. 5.a) se evidenció un exceso (178,7 mm) que ocurre en los meses de julio a octubre, desde noviembre hasta mediados de enero las precipitaciones comienzan a descender y se incrementa la evapotranspiración potencial, recurriendo a la utilización del agua almacenada en el suelo (37,4 mm), para compensar la necesidad del agua. El período de reposición le sucede durante mediados de enero y principios de abril (37,4 mm), y luego se entra en un nuevo período de exceso (69,5 mm) que va desde abril a junio.



**Figura 4.** Balances Hídricos para la estación San Miguel: a) período 1961-1970, b) período 1971-1980, c) período 1981-1990, d) período 1991-2000 y e) período 2000-2010.

En el período 1981-1990 (Fig. 5.b) se observa que entre los meses de julio a noviembre se produce un período de exceso (191,2 mm). A partir de diciembre hasta mediados de febrero el descenso de las precipitaciones y el incremento de la evapotranspiración potencial, llevan a la utilización del agua almacenada en el suelo (81,9 mm). Le sigue un período de reposición que se extiende entre mediados de febrero y mediados de abril (81,9 mm), para luego entrar en un nuevo período de exceso (83,8 mm) que va desde mediados de abril a junio. Por último, el estudio del período 1991-2000 (Fig. 5.c) manifestó un período de exceso (101,9 mm) en los meses de julio a diciembre, y desde allí hasta mediados de marzo una utilización del agua almacenada en el suelo (64,7 mm). Le sigue un período de reposición que se extiende entre mediados de marzo y mediados de mayo (64,7 mm), y luego se entra en un nuevo período de exceso (93,6 mm) que va desde mediados de mayo a junio.



**Figura 5.** Balances Hídricos para la estación Don Torcuato Aero: a) período 1971-1980, b) período 1981-1990, c) período 1991-2000.

### C) ANÁLISIS DE LA RELACIÓN CAUDAL-PRECIPITACIÓN

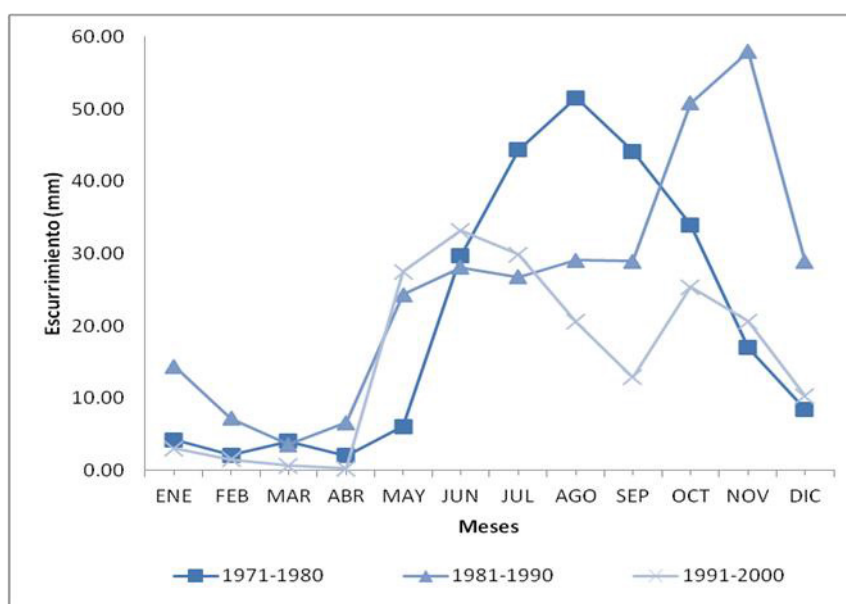
Se realizó el análisis de los escurrimientos mensuales por excesos obtenidos de los balances hídricos para ver cuánto de estos excesos se transforman en caudal.

El análisis de los valores obtenidos para la estación de Don Torcuato Aero (Tabla 2) para el período comprendido entre los años 1971-1980 muestra que los mayores valores se dan entre los meses de junio a octubre, con un pico de 51.59 mm en agosto, mientras que se observan los mínimos en los meses de enero a abril. Al analizar el siguiente decenio, que abarca de 1981 a 1990, se mueve el pico de mayor escurrimiento 57,97 mm hacia los meses de octubre y septiembre, teniendo el mínimo entre los meses de enero y abril nuevamente. En la última década de la serie de datos, 1991-2000, no se observa un pico de escurrimiento marcado, siendo el máximo de solo 33,20 mm en el mes de junio, y con los mayores escurrimientos abarcando de mayo a diciembre, siendo nuevamente los meses de enero a abril, los de los mínimos valores (Fig. 6).



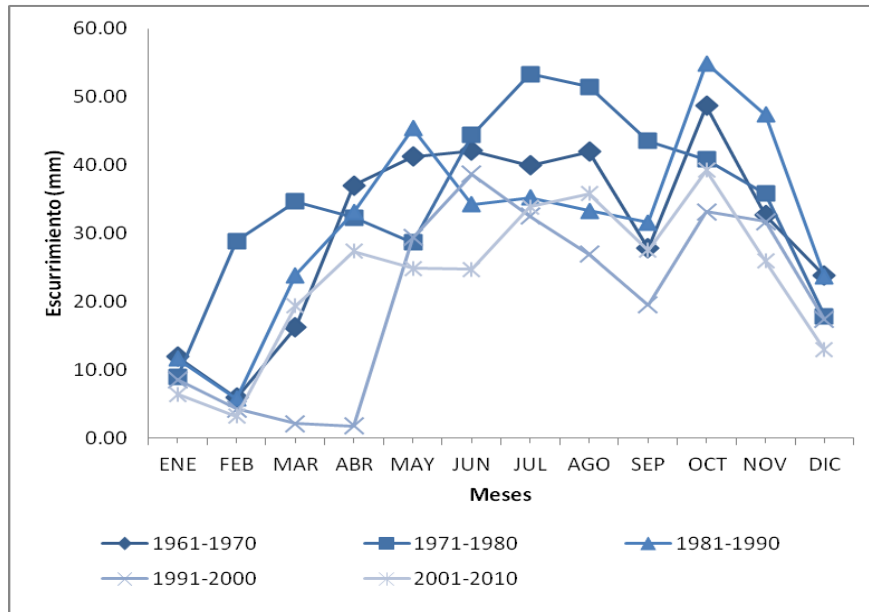
**Tabla 2.-** Análisis de los excesos de la estación Don Torcuato Aero para los períodos del 1971 al 2000.

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>Excesos</b>	0.00	0.00	5.99	0.14	10.17	53.42	59.12	58.81	36.73	23.92	0.00	0.00	248.30
			2.99	1.50	0.75	0.37	0.19	0.09	0.05	0	0	0	0
				0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					5.1	2.54	1.27	0.64	0.32	0.16	0.08	0.04	0.04
						26.71	13.35	6.68	3.34	1.67	0.83	0.42	0.42
	0.21	0.10	0.05				29.56	14.78	7.39	3.69	1.85	0.92	0.92
	0.46	0.23	0.12	0.06				29.41	14.70	7.35	3.68	1.84	1.84
	0.92	0.46	0.23	0.11	0.06				18.37	9.18	4.59	2.30	2.30
	1.15	0.57	0.29	0.14	0.07					11.96	5.98	2.99	2.99
	1.50	0.75	0.37	0.19	0.09	0.05							
<b>Escurrencimiento (1971-1980)</b>	<b>4.23</b>	<b>2.12</b>	<b>4.05</b>	<b>2.07</b>	<b>6.06</b>	<b>29.67</b>	<b>44.37</b>	<b>51.59</b>	<b>44.16</b>	<b>34.02</b>	<b>17.01</b>	<b>8.50</b>	<b>8.50</b>
<b>Excesos</b>	0.00	0.00	0.00	9.74	42.10	31.97	25.47	31.51	28.87	72.77	32.58	0.00	275.00
				4.87	2.44	1.22	0.61	0.30	0.15	0.08			
					21.0	10.52	5.26	2.63	1.32	0.66	0.33	0.16	0.16
						15.99	7.99	4.00	2.00	1.00	0.50	0.25	0.25
	0.12	0.06					12.74	6.37	3.18	1.59	0.80	0.40	0.40
	0.20	0.10	0.05					15.75	7.88	3.94	1.97	0.98	0.98
	0.49	0.25	0.12	0.06					14.43	7.22	3.61	1.80	1.80
	0.90	0.45	0.23	0.11	0.06					36.38	18.19	9.10	9.10
	4.55	2.27	1.14	0.57	0.28	0.14	0.07				32.58	16.29	16.29
	8.14	4.07	2.04	1.02	0.51	0.25	0.13	0.06					
<b>Escurrencimiento (1981-1990)</b>	<b>14.41</b>	<b>7.21</b>	<b>3.57</b>	<b>6.63</b>	<b>24.33</b>	<b>28.12</b>	<b>26.80</b>	<b>29.12</b>	<b>28.96</b>	<b>50.86</b>	<b>57.97</b>	<b>28.98</b>	<b>28.98</b>
<b>Excesos</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	54.77	38.87	26.74	11.21	5.22	37.80	15.90	5.02	195.54
					27.4	13.69	6.85	3.42	1.71	0.86	0.43	0.21	0.21
						19.44	9.72	4.86	2.43	1.21	0.61	0.30	0.30
	0.15	0.08					13.37	6.68	3.34	1.67	0.84	0.42	0.42
	0.21	0.10	0.05					5.61	2.80	1.40	0.70	0.35	0.35
	0.18	0.09							2.61	1.31	0.65	0.33	0.33
	0.16	0.08								18.90	9.45	4.73	4.73
	2.36	1.18	0.59	0.30	0.15	0.07					7.95	3.98	3.98
	1.99	0.99	0.50	0.25	0.12	0.06						2.51	2.51
	1.25	0.63	0.31	0.16	0.08								
<b>Escurrencimiento (1981-1990)</b>	<b>3.06</b>	<b>1.53</b>	<b>0.64</b>	<b>0.30</b>	<b>27.53</b>	<b>33.20</b>	<b>29.93</b>	<b>20.57</b>	<b>12.90</b>	<b>25.35</b>	<b>20.63</b>	<b>10.31</b>	<b>10.31</b>



**Figura 6.** Escurrencimiento para la estación Don Torcuato Aero: a) período 1971-1980, b) período 1981-1990, c) período 1991-2000.

Los escurrimientos calculados para la estación de Don Torcuato Aero (Fig. 6) presentan valores con una estacionalidad mucho más marcada que los correspondientes a la estación de San Miguel (Fig. 7), con mínimos de enero a abril y máximos entre julio y noviembre.



**Figura 7.** Escurrimiento para la estación San Miguel: a) período 1961-1970, b) período 1971-1980, c) período 1981-1990, d) período 1991-2000 y e) período 2000-2010.

En los cinco períodos analizados en la estación de San Miguel (Tabla 3), se advierte una prolongación de la temporada húmeda sin un pico ya tan marcado. En el primero de ellos, el escurrimiento medio anual comprendido entre 1961-1970 muestra un pico de 48,66 mm en octubre y un mínimo de 5.88 mm en febrero. En la siguiente década, 1971-1980, el pico de 53,34 mm se da en el mes de julio, mientras que el mínimo esta vez se da antes, en enero, con sólo 8,54 mm. Para el período 1981-1990, se produce un escurrimiento máximo en octubre con 54,93 mm de exceso hídrico, siendo febrero el mes con menores valores de exceso con apenas 5,97 mm. La década de 1991-2000 presentó bajos valores de escurrimiento, siendo el mayor valor de 38,62 mm en junio, con mínimos que se extendieron desde enero a abril, donde se observa el valor más bajo de 1,72 mm. Por último, el decenio de 2001-2010 muestra un valor pico similar al período anterior, de 39,22 mm, pero con un período de mínimos escurrimientos más corto, con su valor extremo siendo de 3,19 mm (Fig. 7).

En la figura 7 se observa el patrón que presenta el escurrimiento por excesos correspondiente a la estación de San Miguel a lo largo de los 12 meses del año, siendo el segundo semestre el que concentra los mayores valores, se distingue una tendencia a disminuir desde la década de 1960 hasta el 2000, cuando se percibe un repunte de los escurrimientos medios mensuales. Si bien se observan diferencias entre las series de Don Torcuato Aero y las de San Miguel, se destaca que los dos meses de mayores escurrimientos coinciden entre ambas estaciones para un mismo período, como era de esperar debido a la cercanía de las mismas. También se observa una disminución de los valores de escurrimiento en la década de 1991-2000 respecto a los períodos anteriores.

**Tabla 3.- Análisis de los excesos de la estación San Miguel para los periodos del 1961 al 2010.**

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>Excesos</b>	0.00	0.00	26.59	57.92	45.55	43.05	37.85	44.19	13.64	69.50	16.60	15.07	369.95
			13.29	6.65	3.32	1.66	0.83	0.42	0.21	0.10	0.05		
				28.96	14.48	7.24	3.62	1.81	0.91	0.45	0.23	0.11	
	0.06				22.8	11.39	5.69	2.85	1.42	0.71	0.36	0.18	
	0.09					21.53	10.76	5.38	2.69	1.35	0.67	0.34	
	0.17	0.08					18.92	9.46	4.73	2.37	1.18	0.59	
	0.30	0.15	0.07					22.09	11.05	5.52	2.76	1.38	
	0.69	0.35	0.17	0.09					6.82	3.41	1.71	0.85	
	0.43	0.21	0.11	0.05						34.75	17.37	8.69	
	4.34	2.17	1.09	0.54	0.27	0.14	0.07				8.30	4.15	
	2.07	1.04	0.52	0.26	0.13	0.06						7.53	
	3.77	1.88	0.94	0.47	0.24	0.12	0.06						
<b>Escurrencimiento (1961-1970)</b>	<b>11.91</b>	<b>5.88</b>	<b>16.19</b>	<b>37.02</b>	<b>41.22</b>	<b>42.13</b>	<b>39.96</b>	<b>42.01</b>	<b>27.83</b>	<b>48.66</b>	<b>32.63</b>	<b>23.82</b>	
<b>Excesos</b>	0.00	48.88	40.56	29.99	25.12	60.22	62.36	49.67	35.69	38.06	15.44	0.00	405.99
		24.44	12.22	6.11	3.06	1.53	0.76	0.38	0.19	0.10	0.05		
			20.28	10.14	5.07	2.53	1.27	0.63	0.32	0.16	0.08		
				14.99	7.50	3.75	1.87	0.94	0.47	0.23	0.12	0.06	
					12.6	6.28	3.14	1.57	0.78	0.39	0.20	0.10	
	0.05					30.11	15.05	7.53	3.76	1.88	0.94	0.47	
	0.24	0.12	0.06				31.18	15.59	7.80	3.90	1.95	0.97	
	0.49	0.24	0.12	0.06				24.84	12.42	6.21	3.10	1.55	
	0.78	0.39	0.19	0.10	0.05				17.85	8.92	4.46	2.23	
	1.12	0.56	0.28	0.14	0.07					19.03	9.52	4.76	
	2.38	1.19	0.59	0.30	0.15	0.07					15.44	7.72	
	3.86	1.93	0.97	0.48	0.24	0.12	0.06						
<b>Escurrencimiento (1971-1980)</b>	<b>8.90</b>	<b>28.87</b>	<b>34.71</b>	<b>32.32</b>	<b>28.69</b>	<b>44.39</b>	<b>53.34</b>	<b>51.48</b>	<b>43.58</b>	<b>40.82</b>	<b>35.85</b>	<b>17.86</b>	
<b>Excesos</b>	0.00	0.00	41.94	42.44	57.71	23.11	36.24	31.54	29.86	78.28	39.78	0.00	380.91
			20.97	10.49	5.24	2.62	1.31	0.66	0.33	0.16	0.08		
				21.22	10.61	5.31	2.65	1.33	0.66	0.33	0.17	0.08	
					28.9	14.43	7.21	3.61	1.80	0.90	0.45	0.23	
						11.56	5.78	2.89	1.44	0.72	0.36	0.18	
	0.09						18.12	9.06	4.53	2.27	1.13	0.57	
	0.28	0.14	0.07					15.77	7.89	3.94	1.97	0.99	
	0.49	0.25	0.12	0.06					14.93	7.47	3.73	1.87	
	0.93	0.47	0.23	0.12	0.06					39.14	19.57	9.78	
	4.89	2.45	1.22	0.61	0.31	0.15	0.08				19.89	9.94	
	4.97	2.49	1.24	0.62	0.31	0.16	0.08						
<b>Escurrencimiento (1981-1990)</b>	<b>11.66</b>	<b>5.79</b>	<b>23.86</b>	<b>33.12</b>	<b>45.38</b>	<b>34.22</b>	<b>35.23</b>	<b>33.31</b>	<b>31.59</b>	<b>54.93</b>	<b>47.36</b>	<b>23.64</b>	
<b>Excesos</b>	0.00	0.00	0.00	1.59	57.03	47.92	26.45	21.53	12.02	46.88	15.15	2.86	231.42
				0.79	0.40	0.20	0.10	0.05					
					28.5	14.26	7.13	3.56	1.78	0.89	0.45	0.22	
						23.96	11.98	5.99	2.99	1.50	0.75	0.37	
	0.19	0.09					13.22	6.61	3.31	1.65	0.83	0.41	
	0.21	0.10	0.05					10.76	5.38	2.69	1.35	0.67	
	0.34	0.17	0.08						6.01	3.01	1.50	0.75	
	0.38	0.19	0.09							23.44	11.72	5.86	
	2.93	1.46	0.73	0.37	0.18	0.09					15.15	7.57	
	3.79	1.89	0.95	0.47	0.24	0.12	0.06					1.43	
	0.71	0.36	0.18	0.09									
<b>Escurrencimiento (1991-2000)</b>	<b>8.54</b>	<b>4.27</b>	<b>2.09</b>	<b>1.72</b>	<b>29.33</b>	<b>38.62</b>	<b>32.49</b>	<b>26.98</b>	<b>19.48</b>	<b>33.18</b>	<b>31.74</b>	<b>17.30</b>	
<b>Excesos</b>	0.00	0.00	35.58	35.36	22.54	24.62	43.06	37.84	19.10	51.10	12.58	0.00	281.78
			17.79	8.89	4.45	2.22	1.11	0.56	0.28	0.14	0.07		
				17.68	8.84	4.42	2.21	1.11	0.55	0.28	0.14	0.07	
					11.3	5.64	2.82	1.41	0.70	0.35	0.18	0.09	
						12.31	6.16	3.08	1.54	0.77	0.38	0.19	
	0.10	0.05					21.53	10.77	5.38	2.69	1.35	0.67	
	0.34	0.17	0.08					18.92	9.46	4.73	2.36	1.18	
	0.59	0.30	0.15	0.07					9.55	4.78	2.39	1.19	
	0.60	0.30	0.15	0.07						25.55	12.78	6.39	
	3.19	1.60	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05				6.29	3.14	
	1.57	0.79	0.39	0.20	0.10	0.05							
<b>Escurrencimiento (2001-2010)</b>	<b>6.39</b>	<b>3.19</b>	<b>19.36</b>	<b>27.32</b>	<b>24.86</b>	<b>24.74</b>	<b>33.88</b>	<b>35.83</b>	<b>27.47</b>	<b>39.28</b>	<b>25.93</b>	<b>12.93</b>	

## CONCLUSIONES

El análisis climatológico determinó que la cuenca del arroyo Albuera se caracteriza por un clima templado húmedo. El estudio de los balances hídricos elaborados para el período 1961-2010 marcó el predominio de períodos húmedos que se extienden desde el otoño hasta la primavera inclusive, y cortos períodos más secos durante el verano. Si bien las precipitaciones bajan durante dicho período y la evapotranspiración aumenta, no se llega a tener déficit hídrico, por lo que el déficit es nulo en la cuenca estudiada. El cálculo y análisis del escurrimiento por excesos, obtenidos del balance hídrico, presentó una disminución en las precipitaciones en la década del 90. En este período se produce un gran desarrollado urbanístico impulsado por la construcción de la Autopista Pascual Palazzo. El estudio realizado contribuye al conocimiento del área y al manejo hídrico del recurso en una zona donde los problemas de urbanización están modificando de manera creciente el espacio.

## REFERENCIAS

- Bruniard, E.**, (1992). Hidrografía. Procesos y tipos de escurrimiento superficial. Ceyne, Buenos Aires. 124 pp.
- Campo de Ferreras, A.M.; Capelli de Steffens, A.M.; Díez, P.G.**, (2004). El clima del Suroeste Bonaerense. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 99 pp.
- Castillo, F.E y Castellví Sentis, F.**, (2001). Agrometeorología. Mundi Prensa. España. 520 pp.
- Gausсен, H.**, (1954). Théories et classifications des climats et microclimats. VIII Congrès Int. Bot. Act. 7 et 3. CNRS. 125-130.
- Gausсен, H.**, (1955). Expresión des milieux par des formules écologiques. Colloque Inter. CNRS. 257-269.
- Heras, R.**, (1972). Manual de hidrología. Principios básicos en hidrología. V. 1. Dirección General de Obras Hidráulicas. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid, 473 pp.
- Monsalve Sáenz, G.**, (1999). Hidrología en la Ingeniería, Alfaomega, Colombia, 359 pp
- Pedraza Gilsanz, J. de**, (1996). Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones. Ed. Rueda. Madrid, 414 pp
- Remenieras, G.**, (1974). Tratado de Hidrología Aplicada. ETA, Barcelona, 515 pp.
- S.M.N. (Servicio Meteorológico Nacional)** (1986). Estadísticas Meteorológicas, 1981-1990. N° 36. S.M.N. Buenos Aires.
- Thornthwaite, C.; Mather, J.** (1957). Instrucciones y tablas para el cómputo de la evapotranspiración potencial y el balance hídrico. Publicaciones de Climatología. Vol. X. N°3. Instituto Tecnológico de Drexel, New Jersey. 1:67.
- Torrero, M. P.** (2009). Río Sauce Chico: Estudio hidrográfico para un desarrollo sustentable (tesis doctoral). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina, 71 pp.
- Gómez, L.C.** (2016). Riesgo hídrico poblacional en relación a las inundaciones y la calidad del agua superficial de la cuenca del Arroyo Claro en el Municipio de Malvinas Argentinas, Buenos Aires, 15 pp.
- Pereyra, F.X.** (2004). Geología urbana del área metropolitana bonaerense y su influencia en la problemática ambiental. Rev. Asoc. Geol. Argent. v.59 n.3 Buenos Aires jul./sept. 2004