

2. PRECIPITACIÓN MEDIA

Para el cálculo de la precipitación media sobre la cuenca del lago, se analizó la confiabilidad de las estaciones ubicadas en la cuenca del río Jiboa y en las cuencas vecinas y se completaron los datos faltantes de las mismas y posteriormente se trazaron las isoyetas mensuales y anuales. Las estaciones con las que se trazaron las isoyetas son las siguientes: Cojutepeque, Aeropuerto Ilopango, Soyapango, Finca la Concordia, Estación Matriz. En el mapa N° 2 se presenta la precipitación media anual de la cuenca del lago, la cual presenta un valor ponderado de un mil 807.77 mm que equivale a 334.26 Mm³ (Millones de metros cúbicos al año). En la tabla N°1 se presenta la precipitación media mensual de la cuenca en milímetros y en millones de metros cúbicos.

Mapa 2.

Precipitación de la Cuenca del Lago de Ilopango



Tabla 1. Precipitación Media de la Cuenca del Lago de Ilopango, hasta la estación hidrométrica Desagüe.

UNDA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ANUAL
mm	505	065	1202	3524	16683	32028	28725	32069	38249	21027	5949	750	180777
Mm ³	093	012	222	652	3085	5922	5311	5930	7072	3888	1100	139	33426

3. Evapotranspiración y Evaporación Media

El cálculo de la Evapotranspiración de Referencia de la cuenca se realizó a través del método de Hargreaves, con las estaciones Cojutepeque, Aeropuerto Ilopango y Estación Matriz ubicadas en la región hidrográfica y en las cuencas vecinas. Para aumentar la red de estaciones de Evapotranspiración de Referencia, se crearon estaciones ficticias a partir de correlaciones encontradas entre altitud y Evapotranspiración de Referencia. Con la información resultante, se trazaron líneas de Evapotranspiración de Referencia de la cuenca, las cuales se pueden observar en el mapa N°3, y se calculó la Evapotranspiración de Referencia media anual de un mil 755.10 mm, equivalentes a 324.52 Mm³.

Mapa 3.

Evapotranspiración de la Cuenca del Lago de Ilopango



En la tabla N°2 se presenta la distribución mensual de la Evapotranspiración de Referencia, en milímetros (mm) y en millones de metros cúbicos (Mm³).

Tabla 2. Evapotranspiración de Referencia Media de la Cuenca del Lago de Ilopango

UNDA	ENERO	FEBRO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBE	NOVIEMBRE	DIEMBRE	ANA
mm	1660	1396	1000	1031	1616	1448	1577	1620	1320	1305	1308	1248	17510
Mm ³	2524	2573	3143	3149	2889	2679	2906	2818	2144	2160	2109	2357	32452

A partir de la información de Evapotranspiración de Referencia, se calculó la Evapotranspiración de Cultivo y la Evapotranspiración Real de la Cuenca.

Para el cálculo de la Evapotranspiración de Cultivo, se calcularon a través de SIG las áreas de los diferentes Usos de Suelo de la cuenca, a las cuales se les asignó un Coeficiente de Cultivo (Kc), en forma mensual, con base en su comportamiento vegetativo, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El mapa de Uso de Suelo de la cuenca, que se presenta en el mapa N°4, corresponde al mapa de Uso de Suelo del Proyecto Sherpa – Centro Nacional de Registro, (CNR) 2003.

Mapa 4.
Uso del Suelo de la Cuenca del Lago de Ilopango



En la tabla n°3 se presentan los porcentajes de los diferentes Usos en la cuenca del lago, y en la tabla n°4 los Kc ponderados.

Tabla 3. Uso de suelo en la Cuenca del Lago de Ilopango.

OCCUPACION DEL SUELO	%
Lagos, lagunas y lagunetas	35.52
Café	24.91
Cultivos Anuales Asociados con Cultivos	10.35
Granos Básicos	9.90
Mosaico de Cultivos y Pastos	6.27
Tejido Urbano Continuo	3.58
Plantaciones de Bosques Mono específico	2.72
Vegetación Arbusiva Baja	2.29
Tejido Urbano Discontinuo	1.44
Espacios con Vegetación Escasa	1.06
Pastos Naturales	0.63
Mosaico de Cultivos, Pastos y Vegetación	0.40
Instalaciones Deportivas y Recreativas	0.33
Ríos	0.29
Playas, dunas y arenales	0.21
Aeropuertos	0.05
Praderas Pantanosas	0.05
Bosques Mixto	0.02
Total General	100.00

Tabla 4. Coeficientes de Cultivo ponderados en la cuenca del Lago de Ilopango

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
0.98	1.01	1.01	1.01	0.90	0.95	0.98	1.01	0.96	1.00	0.99	1.01

La determinación de la Evapotranspiración Real de la cuenca se llevó a cabo teniendo en cuenta la Capacidad de Retención de agua en el suelo, para lo cual se determinaron las áreas de los diferentes tipos de suelo de la cuenca que se presentan en el mapa N°5, cuya fuente es el mapa de Suelo de El Salvador de la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN – MAG).

A los diferentes tipos de suelos, se les asignó una capacidad de retención con base en la textura asociada a cada uno de ellos, de acuerdo a información de la United States Department Agriculture (USDA). De esta manera, se determinó una capacidad de retención de agua en el suelo ponderada en la cuenca del lago de Ilopango de 86.57 mm.

Mapa 5.

Suelos de la Cuenca del Lago de Ilopango



Con la información de Evapotranspiración de Cultivo y la Capacidad de retención de agua en el suelo, se calculó la Evapotranspiración Real anual en la cuenca de 659.81 mm equivalentes a 122 Mm³.

Por otro lado, se determinó la evaporación de agua del lago y la evaporación en zonas urbanas. La evaporación media del cuerpo de agua del lago, corresponde a 705.82 mm dentro del balance de la cuenca, equivalentes a 130.51 Mm³ y la evaporación en áreas urbanas es de 4.31 mm, equivalente a 0.80 Mm³ anuales.

4. Escurrimiento Superficial

Para el Balance Hídrico de la Cuenca del lago de Ilopango, se ha tomado como punto de control la estación hidrométrica Desagüe, ubicada en el inicio del río el Desagüe, a la salida del lago. Esta estación presenta un periodo de registro discontinuo desde 1961 al año hidrológico 1972 - 1973, año hidrológico 1993 – 1994 y del año hidrológico 1995 – 1996 a 1999 – 2000. Con base en los datos de caudal promedio mensual y anual, se determinaron las escorrentías en milímetros y en millones de metros cúbicos, las cuales se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Esorrentías en la estación hidrométrica Desagüe.

UNIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
mm	14.34	10.02	8.83	7.39	7.24	10.99	21.43	22.33	33.72	44.45	34.83	22.97	238.55
Mm ³	2.65	1.85	1.63	1.37	1.34	2.03	3.96	4.13	6.24	8.22	6.44	4.25	44.11

La escorrentía superficial en el punto de cierre del Balance Hídrico es de 238.55 mm, equivalente a 441.11 Mm³ al año.

5. Demandas

Debido a la falta de información actualizada sobre demanda hídrica en la cuenca del lago de Ilopango, se realizó una estimación de la demanda, la cual es una posible aproximación a la actual.

Para la estimación de demanda hídrica de la cuenca del lago, se obtuvo información de extracción de pozos del año 1980, base de datos SNET, por lo que se hizo un incremento del 20% sobre esta información, para cuantificar la posible extracción actual.

Adicionalmente se tiene información de que de la cuenca del lago de Ilopango, se extrae caudal para el abastecimiento de la Comunidad Alta Vista ubicada afuera de la cuenca, para suministrar agua a 20 mil viviendas. Para el Balance Hídrico, este dato fue tomado como una Exportación de la Cuenca, al igual que el dato de 6 litros por segundo con que se contaba en 1980 para suministrar agua a Cojutepeque.

Con base en lo anterior, se calculó una demanda anual de 15.82 Mm³ dentro de la cuenca y una exportación anual de 5.59 Mm³.

6. Retornos

Para tener en cuenta los retornos del agua que se extrae como demanda dentro de la cuenca, se aplicó un factor de 50% a esa demanda. A la demanda de agua que se exporta no se le aplicó el factor, por considerar que no retorna directamente a la cuenca. De esta manera se obtuvo un retorno de agua anual de 7.91 Mm³.

7. Recarga Subterránea

La recarga subterránea de la cuenca, fue estimada a partir del cambio de almacenamiento, del Balance Hídrico de la cuenca, el cual se presenta en forma mensual y anual en la tabla N°6. Esta recarga se estimó en 23.35 Mm³ anuales.

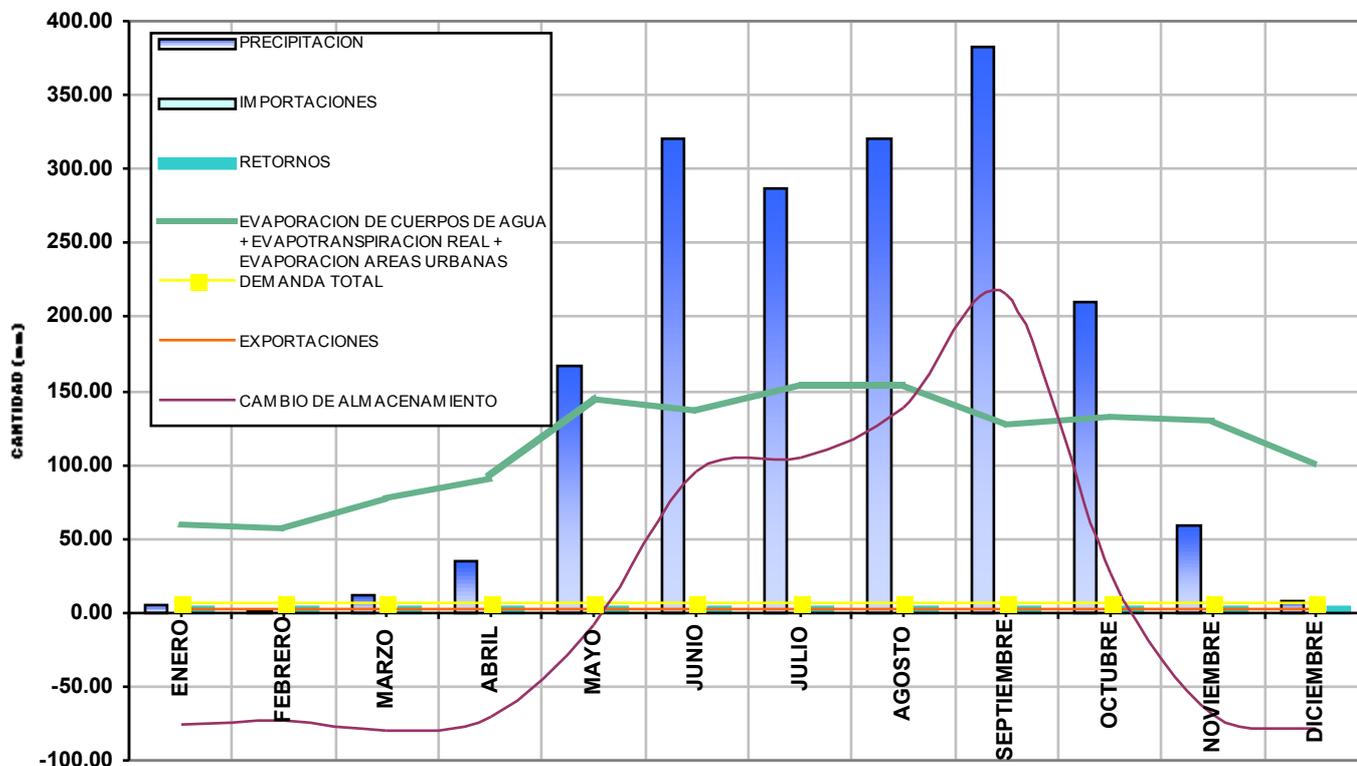
Tabla 6. Balance Hídrico Cuenca Lago de Ilopango.

MES	PRECIPITACION	RETORNOS	EVAPORACION PONDERADA DE CUERPO DE AGUA	EVAPOTRANSPIRACION REBL	EVAPORACION DE AREAS URBANAS	OFERTA HIDRICA SUPERFICIAL	DEMANDA TOTAL	EXPORTACIONES	RECARGA DE ACUFEROS
ENERO	5.05	3.57	56.62	2.97	0.27	14.34	7.13	2.52	-75.24
FEBRERO	0.65	3.57	56.99	0.38	0.04	10.02	7.13	2.52	-72.86
MARZO	12.02	3.57	69.95	7.07	0.46	8.83	7.13	2.52	-80.37
ABRIL	35.24	3.57	70.41	20.72	0.46	7.39	7.13	2.52	-69.82
MAYO	166.83	3.57	64.01	81.18	0.44	7.24	7.13	2.52	-9.01
JUNIO	320.28	3.57	57.21	79.92	0.39	10.99	7.13	2.52	96.00
JULIO	287.25	3.57	62.00	92.89	0.43	21.43	7.13	2.52	104.43
AGOSTO	320.69	3.57	60.07	93.84	0.41	22.33	7.13	2.52	137.95
SEPTIEMBRE	382.49	3.57	52.19	74.94	0.36	33.72	7.13	2.52	215.19
OCTUBRE	210.27	3.57	52.19	79.97	0.36	44.45	7.13	2.52	27.21
NOVIEMBRE	59.49	3.57	51.66	77.87	0.35	34.83	7.13	2.52	-68.41
DICIEMBRE	7.50	3.57	52.51	48.06	0.34	22.97	7.13	2.52	-78.82
ANUAL (mm)	1807.77	42.79	705.82	659.81	4.31	238.55	85.58	30.22	126.27
ANUAL (Mm ³)	334.26	7.91	130.51	122.00	0.80	44.11	15.82	5.59	23.35

En la figura 1 se puede observar el balance hídrico de la cuenca del lago de Ilopango a nivel mensual.

Figura 1.

BALANCE HIDRICO
CUENCA LAGO DE ILOPANGO
ESTACION DESAGUE



8. Índice de Escasez en La Cuenca

El índice de escasez es la relación porcentual entre la demanda de agua y la oferta hídrica disponible, después de aplicar factores de reducción a la oferta por calidad de agua y caudal ecológico¹.

Para el caso particular de la cuenca del lago de Ilopango, no se afectó la oferta hídrica por factor de reducción, dado la falta de información, por lo que el índice de escasez se tomó, netamente de la demanda de la cuenca, las exportaciones y de la oferta hídrica superficial y subterránea. Teniendo en cuenta lo anterior, y haciendo la relación de las dos variables, se determinó un índice de escasez de 31.80%. Este porcentaje indica que la cuenca presenta una demanda alta de agua con respecto a la oferta, lo que implica un **desequilibrio alto**.

¹ IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Metodología de cálculo de Índice de Escasez. Colombia. 2004

9. Implicaciones de la Obstrucción de la Salida de Agua del Lago

De acuerdo a los resultados del Balance Hídrico, y teniendo en cuenta la obstrucción actual que se presenta en la salida, asumiendo que se mantuvieran constantes las otras variables del ciclo hidrológico, se presentaría un incremento anual de nivel del lago de 0.60 m sobre su nivel promedio. En caso de un evento hidrometeorológico extremo, este incremento sería mayor, pudiendo verter sobre el nivel actual del derrumbe.