

ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL REPRESAMIENTO DEL RÍO LAS GONZÁLEZ CON FINES DE RIEGO, MUNICIPIOS CAMPO ELÍAS Y SUCRE, ESTADO MÉRIDA.

Preliminary Study for La González River damming with irrigation purposes, from
Campo Elías and Sucre Municipality, Mérida State

Hernández B., José D.¹; Silva L., Gustavo A.²; Marquina, Jesús²; Blanco N.,
Jerson E.³; Velazco V., Luis D.³

¹IIAP-ULA, Mérida 5101-A, hernandezjose@ula.ve, ²IGCRN-ULA, Mérida,
gsilval@ula.ve, ³Escuela de Geografía FCFA-ULA, jersonbla@hotmail.com

Inicio de la investigación: febrero 2012; finalización: noviembre 2012

RESUMEN

En el presente estudio se propone una alternativa de aprovechamiento del recurso agua para fines de regadío en los sectores de San Juan de Lagunillas, Las González y Sulbarán del Municipio Sucre del Estado Mérida, a partir del represamiento del río Las González. Así se pretende conservar y mantener la actividad agrícola en las zonas señaladas, representada principalmente por el cultivo de la caña panelera. Se realizó una representación cartográfica a escala 1:50000, ubicándose el sitio de represamiento en la cota 1120 msnm. Se determinó el área de influencia del proyecto y su impacto en la región directamente afectada. Se estimó sólo las demandas de agua para el riego, ya que las de consumo humano están cubiertas por los acueductos presentes. Para la estimación de las necesidades de riego de la zona se partió de la realización de un balance hídrico del suelo en equilibrio con el clima, el cual reflejó que el almacenamiento de agua en el suelo es nulo durante todo el año, lo que se manifiesta en la necesidad de aplicar riego para poder producir; siendo el tipo de riego "Integral". Se utilizó el modelo de simulación CROPWAT 8.0 de la FAO, para determinar las demandas de riego de los cultivos presentes en la zona. La evaluación hidrológica de la cuenca del río Las González, hasta el sitio de represamiento, planteó una ecuación de movimiento de embalse a nivel semanal. Los resultados garantizan el almacenamiento para suplir las demandas brutas de riego, manteniéndose el caudal ecológico del río sin peligro alguno.

Palabras clave: Embalse, modelo de simulación, balance hídrico, cuenca, riego, cultivos.

El presente artículo se encuentra enmarcado en el trabajo de grado para optar al Título de Geógrafo. Titulado "Estudio preliminar para el represamiento del río Las González con fines de riego, Municipios Campo Elías y Sucre, Estado Mérida". Realizado por los Bachilleres Jerson E. Blanco N. y Luis D. Velazco V. en la Escuela de Geografía de la FCFA-ULA, Noviembre de 2012.

ABSTRACT

This study presents an alternative use of water resources with the purpose of irrigation in the areas of San Juan de Lagunillas, Las González and Sulbaran from Sucre Municipality in Merida State, from the damming of the river La González. With this study, we try to preserve and maintain agricultural activities in the affected zones, mainly represented by the cultivation of sugarcane. A cartographic representation was performed at 1: 50,000, ranking the dam site at elevation 1120 msnm. The area of influence of the project was determined and its impact on the region directly affected. Water demands for irrigation was estimated only, since human consumption are covered by the aqueducts presented. The estimation of the irrigation needs of the area was done throughout realization of a soil water balance in equilibrium with the climate, which showed that water storage in the soil is zero during the year. This effect allows us to show the needs for irrigation in order to cultivate more, and considering irrigation "Integral" as the best. The simulation model CROPWAT 8.0 FAO was used to determine the demands of irrigating crops present in the area. The hydrological assessment of the river basin La González, to the dam site, filed a motion equation reservoir on a weekly basis. The results guarantee storage to meet the gross irrigation demands, maintaining the ecological flow of the river safely.

Key words: Reservoir, simulation model, water balance, watershed, irrigation, crops.

This article is framed in degree work to qualify for the title of Geographer. "**Preliminary Study for La González River damming with irrigation purposes, from Campo Elías and Sucre Municipality, Mérida State (Venezuela)**". Bachelors Performed by Jerson E. N. White and D. Luis V. Velazco at the School of Geography FCFA-ULA, November 2012.

INTRODUCCIÓN

El agua representa, para la mayoría de las cuencas de Venezuela, un recurso de vital importancia, debido fundamentalmente al proceso productivo asociado a ella, así como a la importancia en el abastecimiento de las poblaciones asentadas en dichas áreas. El agua como elemento tan importante para la vida ha llevado al hombre a establecerse obligatoriamente en las proximidades de las fuentes naturales de este preciado líquido como los cursos de agua, lagos, etc.

Es un problema general el déficit del recurso agua para satisfacer las demandas hídricas de las actividades humanas, tales como abastecimiento doméstico, producción de alimentos y generación de energía. Estas necesidades generan grandes presiones sobre los ecosistemas y recursos hídricos en las cuencas hidrográficas intervenidas. Asociado esto; a las marcadas anomalías en el

comportamiento y procesos de las variables climáticas, da como resultado que se vea comprometida la disponibilidad del agua, en detrimento de las condiciones que sostienen la vida humana.

Venezuela no escapa a esa situación a pesar de poseer gran cantidad de recursos hidráulicos y minerales. En la región andina, y particularmente en el estado Mérida, por sus condiciones climáticas, vegetación y configuración del relieve, se observan alternativas para el aprovechamiento del recurso agua. Tal es el caso de la cuenca del río La González, que se proyecta actualmente, desde un punto de vista estratégico, como una de las principales abastecedoras de agua para las comunidades situadas a lo largo de la parte baja de la cuenca del río Chama; conformadas por áreas urbanas de Ejido, Las González, San Juan de Lagunillas y Lagunillas.

El presente estudio plantea un sitio de represamiento o pequeño embalse en la cuenca del río Las González con fines de riego aguas abajo. Se trata específicamente de la zona agrícola de San Juan de Lagunillas del Municipio Sucre, parte del sector Las González, y Sulbarán en el Municipio Campo Elías.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Cuenca del río Las González se ubica dentro del municipio Campo Elías en su casi totalidad, formando parte del Parque Nacional Sierra de La Culata de la Cordillera de Mérida.

Dicha cuenca hasta el sitio de represamiento se localiza entre los paralelos 08°32'40" – 08°43'10" de latitud norte y 71°19'30" - 71°11'20" de longitud oeste. Limita por el norte con el municipio Andrés Bello (Serranía de Capaz y el Filo El Boquerón) y Caracciolo Parra y Olmedo. Al sur con el municipio Sucre y el río Chama. Al este con la Parroquia Matriz de Ejido, El Filo La Cruz, también con Loma de Los Vientos. Al oeste con la línea divisoria de agua de la micro cuenca de la quebrada La Sucia.

La cartografía se obtuvo a través del uso de:

- Las cartas topográficas a escala 1: 25.000 de la Dirección de Cartografía Nacional del año 1975, de índices 5942 – II – SO, 5942 – II – SE, 5941 – I – NO, 5941 – IV – NE, 5941 – IV – SE.
- El mapa base F-3D de la CREOLE PETROLEUM CORPORATION a escala 1:50.000, generado por el Ministerio de Energía y Minas.
- Las imágenes **SPOT** 5,651-333 de fecha 2009-01-11 15:06:26.8 multiespectral de 4 bandas y 12 metros de resolución espacial.
- Las imágenes **SPOT** 5, 651-333 de fecha 2009-01-11 15:06:24.5, de 1 banda pancromática y 2,5 metros de resolución espacial.

CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

Comprendió la descripción del relieve y aspectos fisiográficos, la red hidrográfica y el clima. Se elaboraron mapas temáticos referidos a: topografía del sitio de represamiento, isoyetas, provincias pluviométricas y área de influencia del proyecto. El área a beneficiar por el embalse ocupa aproximadamente 700 ha entre área urbanizada y de uso agrícola. Se corresponde con las Parroquias San Juan del Municipio Sucre y La Mesa del Municipio Campo Elías. Se sitúa desde el punto de vista astronómico, entre los 8° 28'30" y 8° 32'30" de latitud norte, y entre los 71° 23'00" y 71° 18' 00" de longitud oeste.

En cuanto a las características climáticas, la zona de estudio se enmarca dentro de la región xerófila o semi-árida de la cuenca media del río Chama. La caracteriza un clima cálido y seco. Se sitúa dentro de lo que se conoce como el "bolsón semiárido de Lagunillas", que tiene origen local en este tipo de zonas.

Se realizó un inventario de las estaciones pluviométricas existentes, tanto dentro como en las cercanías a los límites del área ocupada por la cuenca del río Las González hasta el sitio de represamiento. La selección de cada estación se hizo en función de la calidad y cantidad de información, así como de su ubicación geográfica. Se emplearon registros de precipitación para un periodo común de los años 1971-1995, proporcionados por la sala de climas del IGCRN (Instituto de Geografía y Conservación de los Recursos Naturales). El método de interpolación elegido fue el Kriging, disponible en la interfaz del SIG ArcGIS 9.3.

Se tomó en cuenta principalmente las características topográficas del sitio de represamiento a un nivel de detalle superior, necesario para inferir variables como el volumen de almacenamiento y área a inundar por el embalse.

La delimitación del área a ser beneficiada por el proyecto, se realizó tomando en cuenta el criterio topográfico de las curvas de nivel, esto es, las áreas de las parroquias La Mesa y San Juan que estuviesen aguas abajo del sitio de represamiento. Para tal fin se utilizó como guía las cotas 1100 e inferiores, que encierran zonas de cultivos en la actualidad.

Una vez delimitada el área se hizo un solape con la imagen Geo Eye 2006, de Google Earth, en base a la cual se comenzó a digitalizar las áreas cultivadas para ese año. Posteriormente se complementó la digitalización con el empleo de la imagen SPOT, 5, 651-333 de fecha 2009-01-11 15:06:24.5 pancromática con 2,5 metros de resolución espacial.

El balance hídrico a nivel mensual se realizó utilizando los datos de precipitación y evaporación promedio de 35 años de la estación meteorológica San Juan de Lagunillas, situada a 08° 30' 00" de latitud norte y 71° 20' 00" de longitud oeste; en razón de que se encuentra dentro de la zona de estudio, en base a la ecuación:

$$B = P_e - ET_0 + alm + d_s \quad (1)$$

Donde:

B: es el balance de humedad en el suelo en (m)

Pe: es la precipitación efectiva en (mm)

ET₀: es la evapotranspiración del cultivo de referencia en (mm)

alm: es el almacenamiento de humedad antecedente en (mm)

da: es el aporte de agua capilar en (mm)

El cálculo de los requerimientos hídricos de los cultivos, así como; las demandas de riego se realizó mediante la implementación del modelo de simulación CROPWAT 8.0, elaborado por la Dirección de Fomento de Tierras y Aguas de la FAO (Smith, 1993). Además, el programa permite la preparación de planes de riego para varias condiciones de operación y estima la producción bajo condiciones de secano y efecto de las sequías.

EVALUACIÓN HIDROLÓGICA Y DIMENSIONAMIENTO DEL EMBALSE

Cálculo del Caudal Medio Anual

Silva (1993) propone una metodología para simular caudales de veinte cauces de la región Andina. Aprovecha datos históricos y simulados para extrapolar información, vía regionalización de caudales, prestando atención a la relación entre precipitación y escorrentía.

Como punto de partida determina coeficientes de escorrentía anual, que son la relación entre escorrentía y precipitación anuales, para así conocer el rendimiento hídrico de las cuencas. El parámetro que escoge como variable independiente para determinar los coeficientes de escorrentía (CE) del área que estudió, es el porcentaje de "tierras frías" (TF), áreas con más de 3.000 msnm. De manera que:

$$CE = 0,653 + (0,000839 * TF) \quad \text{Para } 0 \leq TF \leq 100 \quad (2)$$

Donde:

CE: Coeficiente de escorrentía adimensional

TF: Tierras frías en (%)

La ecuación se considera razonable y extrapolable para subcuencas o microcuencas de la región montañosa, próxima a la ciudad de Mérida. Con dicho coeficiente, en función de la precipitación, se obtiene el caudal en lámina (QL), que viene dado por:

$$QL = CE * P_p \quad (3)$$

QL: Caudal medio anual en (mm)

CE: Coeficiente de escorrentía adimensional

Pp: Precipitación media anual en (mm)

De esta manera; el volumen de agua anual, producto del caudal medio anual, queda determinado por la siguiente ecuación:

$$V = A * QL \quad (4)$$

Donde:

V: Volumen de agua medio anual en (m³.año-1)

A: Área de la cuenca aportante en (m²)

QL: Caudal medio anual en (mm)

Ahora bien; el caudal medio anual expresado en m³.s-1, está representado por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{V}{K} \quad (5)$$

Donde:

Q: Caudal medio anual en (m³.s-1)

V: Volumen de agua medio anual en (m³)

K: Constante igual a 31536000 s.año-1

Calculo del Caudal de Estiaje para un 95% del tiempo

Se empleó el dato de caudal medio anual para el 95 % del tiempo, obtenido por Silva, G. (1993), para relacionarlo con el obtenido anteriormente para la cuenca del río Las González.

$$Q_{est.95\%} = 0,347 * Q \quad (6)$$

Donde:

Q: Caudal medio anual en (m³.s-1)

V: Volumen de agua medio anual en (m³)

K: Constante igual a 31536000 s.año⁻¹

Calculo del Caudal de Estiaje para un 99% del tiempo

Se vuelve a tomar en cuenta el dato de caudal medio anual obtenido por Silva, G. (1993), para el 99% del tiempo, de esta manera:

$$Q_{est.99\%} = 0,242 * Q \quad (7)$$

Donde:

Q_{est.99%}: Caudal de estiaje para el 99% del tiempo (m³.s-1)

Q: Caudal medio anual en (m³.s-1)

Escorrentía neta o caudal seguro

Debido a que el balance o movimiento del embalse se realizará semanalmente, para un mes de máxima demanda, se debe buscar un caudal seguro para una semana, lo que representa el 2% del tiempo total de los 365 días del año. Este 2% se le resta

$$\frac{Y}{1} = \frac{Q_{est.95\%} - Q_{est.99\%}}{4} \quad (8)$$

al 100%, por lo que debe garantizarse un caudal seguro al 98% del tiempo, durante las 4 semanas que se corre el balance.

Para estimar un caudal seguro para una semana, se plantea lo siguiente, tomando en cuenta los resultados de la evaluación hidrológica de la cuenca del río Las González hasta el sitio de embalse, la siguiente ecuación:

Donde:

Y: Representa la diferencia entre Qest.95% y Qest.99%

1: Representa un mes, es decir cuatro semanas

El caudal de estiaje (seguro) para el 98% del tiempo queda determinado por la siguiente expresión:

$$Q_{est.98\%} = \left(Q_{est.99\%} + \frac{Y}{1} \right) - DP \quad (8)$$

Donde:

Qest.98%: Escorrentía neta o caudal seguro en (m³.s-1)

Qest.99%: Caudal de estiaje para el 99% del tiempo en (m³.s-1)

Y: Representa la diferencia entre Qest.95% y Qest.99%

DP: Demandas previas (suma de los caudales previos al embalse)

Exigencias de Caudal sobre la cuenca

Las exigencias de caudal en la cuenca vienen dadas por la suma de los caudales tomados y usados en ésta, además de los que se extraen o derivan de ella para distintos usos en áreas fuera de la cuenca. Entonces se asumen las siguientes demandas:

- " Caudal ecológico
- " Demandas aguas arriba del sitio del embalse
- " Demanda del acueducto de San Juan

El movimiento del embalse se realizó para el mes de máxima demanda y con el caudal de mayor estiaje, ejecutándose semanalmente. Para ello se emplea la ecuación de movimiento de embalse que consta del resultado de la diferencia entre la disponibilidad y las demandas; donde la disponibilidad viene dada por el almacenamiento inicial o almacenamiento del embalse, más el caudal de entrada o de estiaje en este caso, mientras que las demandas vienen dadas por la sumatoria de la demanda máxima para riego de los cultivos y el caudal ecológico.

Así se tiene entonces la ecuación de movimiento:

$$Sf = (Si + Q_{est}) - (D_{max} + Q_{eco}) \quad (8)$$

Donde:

Sf: Almacenamiento final semanal en (m³)

Si: Almacenamiento inicial en (m³)

Qest: Caudal de estiaje en (m³.s-1)
 Dmax: Demanda máxima de riego en (m³.s-1)
 Qeco: Caudal ecológico en (m³.s-1)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las isoyetas medias anuales; así como, las provincias pluviométricas se muestran en la Figura 1.

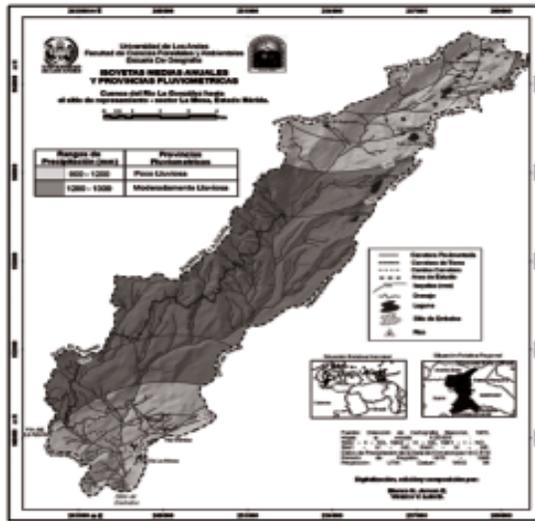


Figura 1. Mapa isoyético anual y provincias pluviométricas.

En la Figura 2, se observa el área de influencia del proyecto y las zonas cultivadas en la actualidad. La Figura 3, muestra la distribución del área sembrada, de acuerdo a cada rubro considerado.

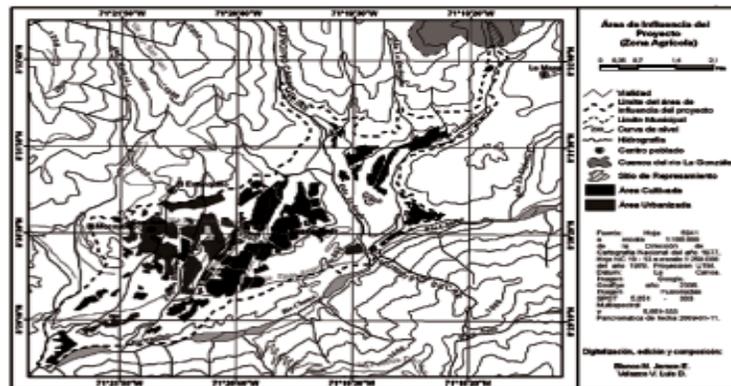


Figura 2. Área de influencia del proyecto.

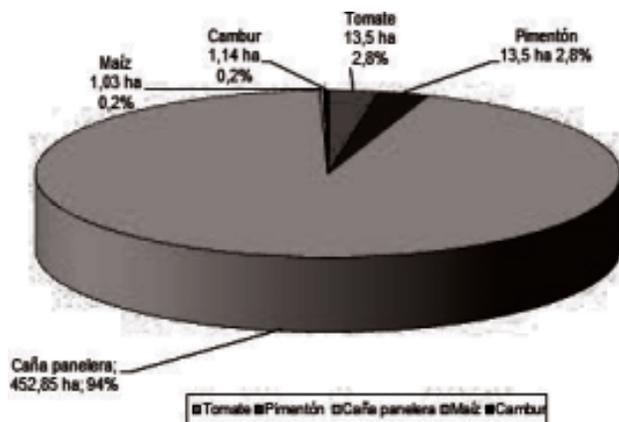


Figura 3. Distribución superficial de cultivos.

El Cuadro 1, muestra el resultado del balance hídrico del suelo. Es de notar que en la zona se presenta un déficit de agua extremadamente importante durante todo el año, por lo cual se concluye que; para poder sembrar y producir obligatoriamente hay que regar.

Tabla 1. Balance hídrico Estación San Juan de Lagunillas (1970-2005).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ppt (mm)	13,3	13,5	24,0	65,5	63,2	39,6	33,6	43,7	70,5	82,21	44,1	18,9
Pe (mm)	11,3	11,5	20,4	55,7	53,7	33,7	28,6	40,2	59,9	69,8	37,5	16,1
Ev (mm)	177,2	165,6	177,7	156,4	154,3	149,0	163,7	167,2	157,1	150,6	154,9	159,7
ETo (mm)	124,0	115,9	124,4	109,5	108,0	104,3	114,6	117,0	110,0	105,4	106,4	111,8
Aim (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exc (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Def (mm)	112,7	104,4	104,0	53,8	54,3	70,6	86,0	76,8	50,0	35,6	70,9	95,7

El Cuadro 2, presenta las demandas de riego a nivel diario, para los cultivos considerados.

Tabla 2. Demandas de riego a nivel diario en (mm) para los cultivos considerados, para una eficiencia de riego del 70%.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tomate	0,0	3,5	5,5	5,6	3,9	0,0	0,0	2,2	3,6	3,8	3,9	0,0
Pimentón	0,0	3,8	4,9	4,6	3,2	0,0	0,0	2,4	3,0	2,8	3,3	0,0
Caña	2,3	3,7	6,2	6,4	5,3	5,9	6,2	6,2	5,3	4,0	4,5	4,5
Maíz	0,0	1,9	5,4	6,0	3,4	0,2	0,0	0,8	3,6	4,2	3,5	0,1
Cambur	2,8	2,9	2,7	2,2	2,0	3,3	4,1	4,7	4,5	3,8	4,1	0,0

Según la tabla 2, se puede apreciar que las mayores demandas de agua corresponden a los cultivos de la caña panelera, el maíz y el tomate. La Figura 4, muestra los valores de caudal módulo en l/s/ha para cada uno de los cultivos considerados.

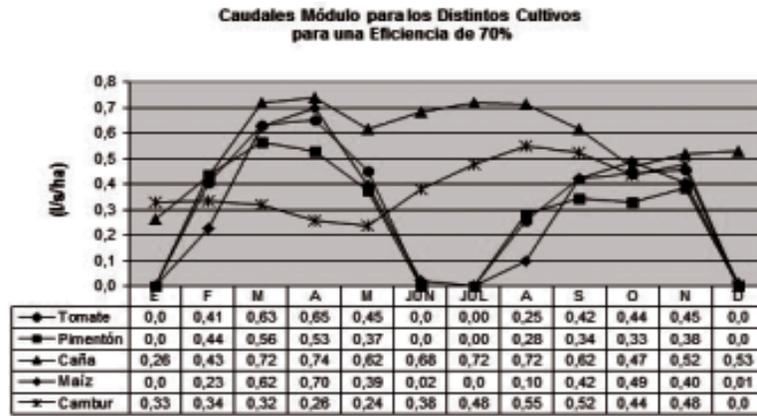


Figura 4. Caudal módulo para cada uno de los cultivos considerados.

La máxima demanda de agua para riego se presenta en los meses de Abril y Agosto, con un valor de 6.4 mm/día para la caña panelera, lo que representa un caudal módulo de 0,74 l/s/ha.

La Figura 5, muestra la demanda mensual de agua, en unidades de volumen (x103m³), en la zona de riego.

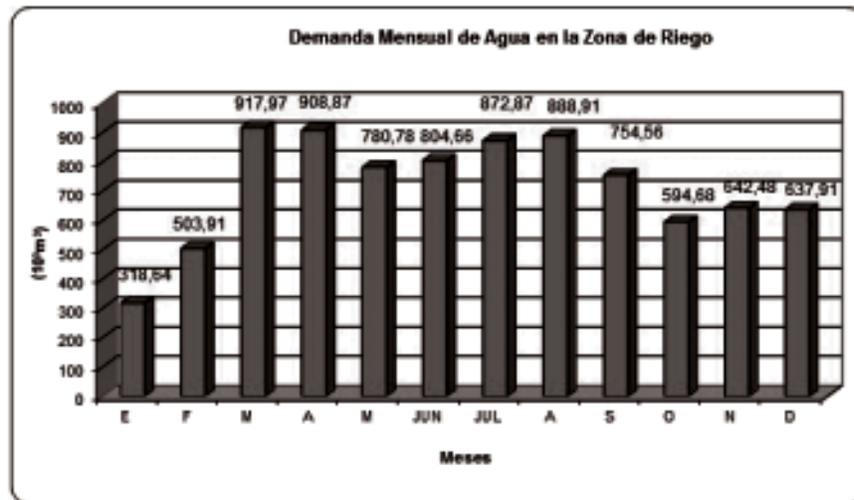


Figura 5. Demanda mensual de agua, en volumen, para la zona de riego.

El sitio a represar en el río Las González se encuentra en la cota 1120 msnm de su cauce y se aprecia en la Figura 6.

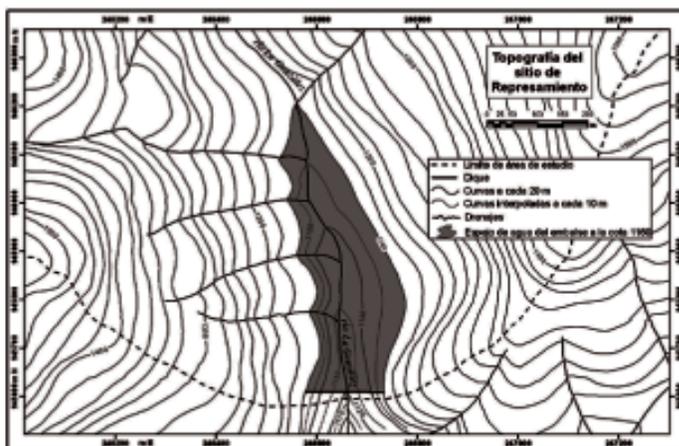


Figura 6. Topografía del sitio de represamiento.

La Figura 7, muestra la curva altura-área-capacidad y el Cuadro 3, muestra el dimensionamiento del embalse, lo cual permite observar que el volumen útil almacenado total es de 1112493,0 m³. Donde el volumen almacenado a nivel máximo, se corresponde con la cota 1160 msnm, mientras que el nivel mínimo se vincula a la cota 1130 msnm, que se toma como el volumen muerto, con el que dispone el vaso para almacenar los sedimentos transportados por el río.

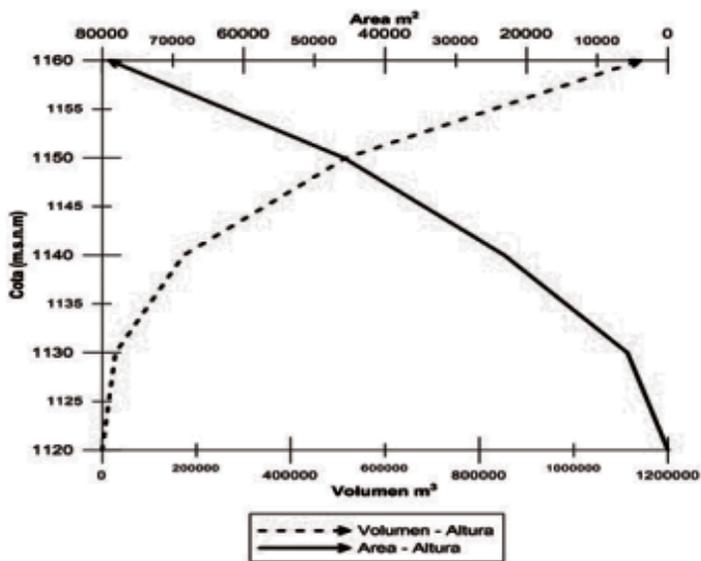


Figura 7. Curva altura-área-capacidad del embalse.

Tabla 3. Dimensionamiento del embalse.

Cota (msnm)	Ae (m ²)	Am (m ²)	Ahi (m)	Vpi (m ³)	VT (m ³)	Pm (m)	VU (m ³)
1120	0,00	---	---	---	0,00	0,00	---
1130	5727,02	2864,0	10	28635,00	28635,00	5,00	0,00
1140	23102,10	14415,0	10	144146,00	172781,00	7,48	144146,00
1150	45814,33	34458,0	10	344582,00	517363,00	11,29	488728,00
1160	78938,62	62376,0	10	623765,00	1141128,00	14,46	1112493,00

Las Figuras 8 y 9, muestran el corte longitudinal y transversal del embalse, de lo cual se obtiene que la cota 1152 msnm se corresponde con un volumen útil de $603,6 \times 10^3 \text{ m}^3$, el cual cubre la demanda máxima de riego para el mes de mayor estiaje. De manera que el nivel máximo de operación del embalse debería ser de 1152 msnm para no sobredimensionarlo, siendo la cota 1130 msnm el nivel mínimo de operación, y resultando una altura máxima de presa igual a 32 metros sobre el nivel del cauce.

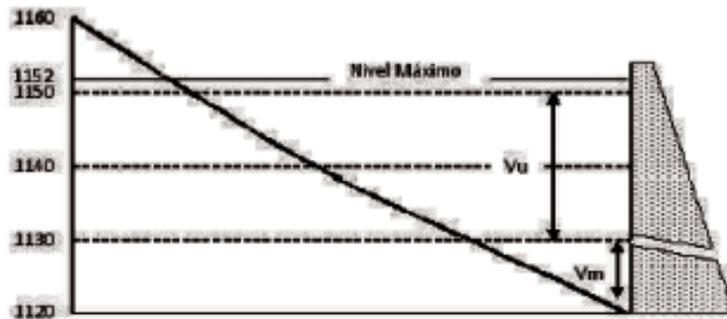


Figura 8. Sección longitudinal del embalse.

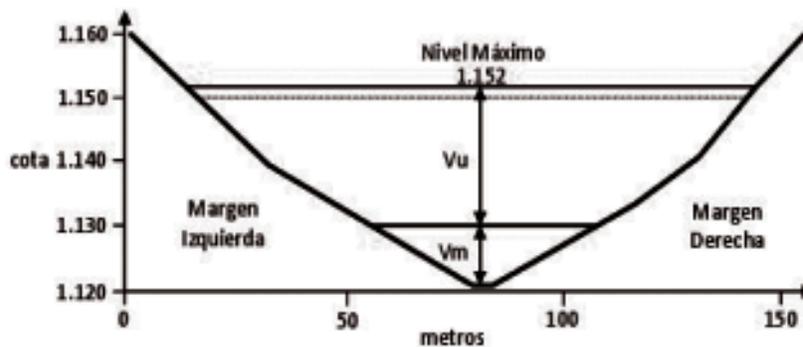


Figura 9. Sección transversal del embalse.

El movimiento del embalse se realiza para el mes de máxima demanda y con el caudal de mayor estiaje, ejecutándose semanalmente. La disponibilidad viene dada por el almacenamiento inicial o almacenamiento del embalse, más el caudal de entrada o de estiaje en este caso; mientras que las demandas vienen dadas por la sumatoria de la demanda máxima para riego de los cultivos y el caudal ecológico.

El Cuadro 4, muestra el resultado del movimiento del embalse, en el cual se puede observar que con un caudal de entrada seguro del 98% de $417,3 \times 10^3 \text{m}^3$, y un almacenamiento inicial de $603,6 \times 10^3 \text{m}^3$, correspondiente al volumen útil mínimo para operar el embalse, en contraste con las demandas previas, la máxima demanda de riego y el caudal ecológico, se tiene que al final del mes el almacenamiento es suficiente para satisfacer las demandas consideradas en el mes de mayor estiaje.

Tabla 4. Movimiento del embalse.

VARIABLES	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Si (10^3m^3)	603,6	452,7	301,8	150,9
Q entrada (m^3/s)	0,69	0,69	0,69	0,69
(10^3m^3)	417,3	417,3	417,3	417,3
Demandas previas (m^3/s)	0,30	0,30	0,30	0,30
(10^3m^3)	181,4	181,4	181,4	181,4
Escorrentía neta (m^3/s)	0,39	0,39	0,39	0,39
(10^3m^3)	235,9	235,9	235,9	235,9
Dem. Máx. de riego (10^3m^3)	229,5	229,5	229,5	229,5
Q ecológico (m^3/s)	0,26	0,26	0,26	0,26
(10^3m^3)	157,2	157,2	157,2	157,2
Sif (10^3m^3)	452,7	301,8	150,9	0,0

CONCLUSIONES

Una vez evaluadas las características topográficas e hidrológicas de la cuenca del río Las González se determinó que existe un sitio favorable para el represamiento del río, lo que permite inferir sobre la alternativa de mejorar el abastecimiento de agua para riego.

Es importante destacar que de los $95,15 \text{ km}^2$ de la cuenca hasta el sitio de represamiento, $71,63 \text{ km}^2$ aproximadamente están bajo la figura ABRAE, lo que representa un 75,28% del total de la superficie de la cuenca. Esto se manifiesta en una garantía de la conservación de la cuenca en la actualidad y su mantenimiento para la posteridad.

La máxima demanda de agua de los cultivos se presenta en los meses de abril a junio, con un valor de $6,4 \text{ mm/día}$ aproximadamente, lo que se traduce en un caudal módulo de $0,74 \text{ l/s/ha.}$, esto se explica porque en estos meses las condiciones de clima favorecen las altas tasas evapotranspirativas, y los cultivos están en el máximo desarrollo vegetativo, por ende en el máximo consumo hídrico.

Según los resultados del movimiento del embalse, para un almacenamiento de 605.000 m^3 , se concluye que, el caudal disponible es seguro y suficiente para garantizar que el embalse mantenga el almacenamiento en el mes más crítico y, en consecuencia, se garantiza que cubra la demanda máxima de riego y el caudal ecológico.

REFERENCIAS

- Aldana, A. y Bosque, J. 2008. Evaluación de la zonificación de uso del Parque Nacional Sierra de La Culata. Mérida-Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana*, 23(1): 9-34. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Mérida-Venezuela: Universidad de Los Andes/ Madrid: Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá.
- Grassi C. 1988. Fundamentos del riego. CIDIAT-ULA. Mérida, Venezuela. Sin ISBN.
- Guillen, M. 2005. Contribución al estudio del proceso de Evaluación de Tierras en Cuencas Altas Caso: cuenca alta del río Motatán. Municipio Miranda, Estado Mérida. Tesis de Maestría. F.C.F.A. Postgrado en Ordenación de Territorio y Ambiente. Mérida: ULA.
- Ruiz, J. 2001. Hidrología, evolución y visión sistemática. La morfometría de cuencas como aplicación.: UNELLEZ: Barinas.
- Silva, G. 1988. Análisis de usos conflictivos de agua aplicado a la cuenca del río Mucujún. Trabajo de Grado para optar al Título de Magister Scientiae en Planificación y Desarrollo de los Recursos Hidráulicos. CIDIAT. Mérida: ULA.
- Silva, G. 1993. Estudio de la disponibilidad de agua para abastecimiento del área metropolitana de Mérida Estado Mérida. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, División Mérida, División de Planificación y Ordenación del Ambiente. Caracas: MARNR.
- Smith, M. 1993. CROPWAT, programa de ordenador para planificar y manejar riego. Naciones Unidas, FAO. ISBN: 92-5-303106-9.
- Tenreiro R. 2003. Pequeños embalses de uso agrícola. Mundiprensa Libros S.A. ISBN 84- 8476-144-4. España.