

## **DISEÑO DE UN PROGRAMA BAJO AMBIENTE WINDOWS PARA EL CÁLCULO DE DIQUES EN LA CORRECCIÓN DE TORRENTES**

**Raúl Vidal, Dimas Suárez\***

### **RESUMEN**

Para la proyección de obras en Manejo de Cuencas, especialmente en el diseño y cálculo de diques de gravedad, es necesario aplicar una serie de ecuaciones matemáticas que realizadas manualmente resultan laboriosos. A fin de facilitar los procesos de cálculo se planteó la realización de un programa ambientado en Windows, ofreciendo una interfaz más amigable con el usuario que aquellos programas codificados en lenguajes de programación antiguos, y que actualmente no se encuentran disponibles al público en general.

**Palabras Clave:** Diques, torrente, manejo de cuencas, Windows.

---

\* Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Grupo de Estudio de Cuencas de Altas Tropicales, Mérida – Venezuela.

## **A PROGRAM DESIGN UNDER WINDOWA ENVIRONMENT FOR CALCULATING DIKES IN TORRENT CONTROL**

### **ABSTRACT**

For public work projection in Watershed Management, especially in design and calculation of solid gravity dams, it is necessary to apply a set of mathematical equations, which being done manually are laborous. Aiming at providing calculation processes the development of a program in Windows was posed, offering a more suitable interface for users than those programs codified in ancient programming languages, and that are not currently available to general public.

**Key words:** Dams, torrent, watershed management, Windows.

## INTRODUCCIÓN

Desde los tiempos más remotos el hombre se ha visto en la necesidad de diseñar y efectuar obras para controlar las crecidas de los torrentes, a objeto de disminuir sus efectos indeseables a la sociedad. El cálculo de dichas obras ha ido avanzando y complicándose a medida que han aparecido nuevos conocimientos y tecnología basados en la investigación.

El diseño de esas obras empezó con simples observaciones de campo, perfeccionándose luego con cálculos aritméticos, los cuales han sido auxiliados en cada época por las tecnologías de cálculo disponibles en el momento. En principio fueron apoyados por la regla de cálculo, posteriormente las calculadoras de mano, hoy en la era de desarrollo tecnológico se dispone de una variedad de computadoras de diferentes tamaño, capacidad, velocidad, etc, que permiten agilizar el cálculo de una manera sorprendente.

En nuestros días, la sistematización de los procesos, que se refiere al control automatizado por medio de un ordenador, permite que estos manejen casi totalmente los procesos asignados, siendo en algunos casos la mano del hombre totalmente desplazada. La actitud más lógica no es esperar a que los programas sean adecuados a nosotros, sino, crear programas de acuerdo a nuestros requerimientos, necesidades y métodos.

El fenómeno torrencial se caracteriza porque la capacidad erosiva del flujo reflejada por el esfuerzo cortante del fondo supera habitualmente la capacidad de resistencia al movimiento de las partículas que integran el contorno del cauce, fenómeno que provoca la profundización del mismo, así como el transporte masivo de material por el fondo y en suspensión, erosión de márgenes y desestabilización de laderas adyacentes.

Los cursos torrenciales presentan grandes pendientes y gran cantidad de arrastre de material en crecidas, desde la más pequeña arcilla hasta bloques de grandes dimensiones. Lo complejo del proceso, hacen que el estudio del régimen torrencial tenga un alto grado de empirismo, en el que las experiencias logradas en casos reales tienen un valor importante al momento del diseño.

Los diques transversales constituyen la etapa inicial de una estrategia general de la corrección de torrentes y representan la principal medida para el control de erosión, estabilización de las laderas. No existe una norma a priori que defina las características que deba cumplir un dique para el control de torrentes; en todo caso se debe tomar en consideración que se tratan de obras hidráulicas de

mediana y pequeña altura (menores de 15mts), que se construyen en zonas abruptas en las que generalmente no se dispone de grandes medios para su ejecución, sin embargo, deben cumplir con todos los requerimientos que la técnica exige.

Para el diseño y cálculo de diques de gravedad, es necesario aplicar una serie de ecuaciones matemáticas que realizadas manualmente o con calculadora pequeñas son laboriosos, para obviar estas dificultades se plantea la realización de un programa ambientado en Windows, ofreciendo una interfaz más amigable con el usuario que aquellos programas codificados en lenguajes de programación antiguos.

## **MATERIALES Y METODOS.**

Para el diseño de un dique por gravedad se siguen las fases que se representan en la figura 1

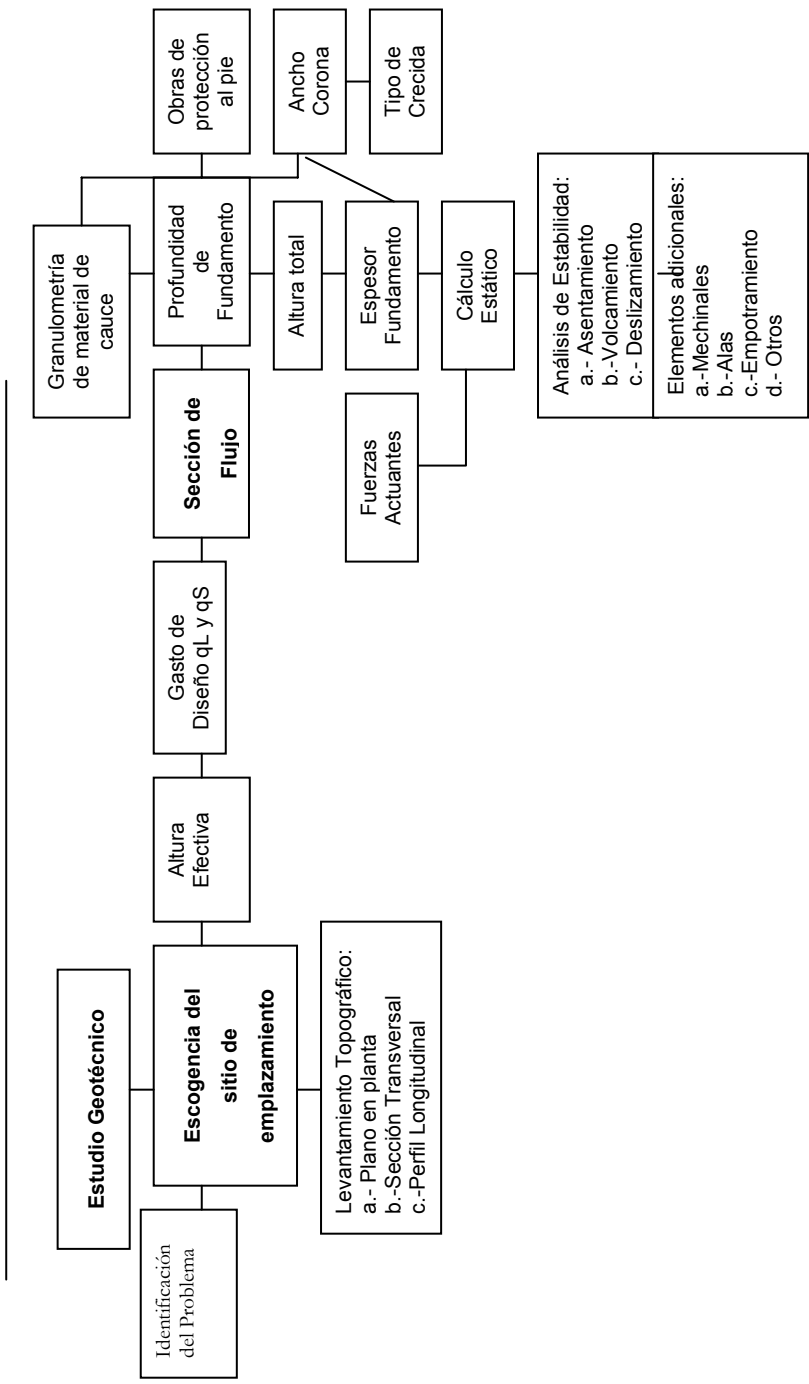


Figura 1 Fases para el diseño y calculo de diques de gravedad. Fuente: Vidal (2002).

La codificación del programa en Visual Basic 6.0, comienza desde el cálculo de gasto de diseño ( $q_L$  y  $q_s$ ).

## RESULTADOS

Los resultados serán expresados a través de la aplicación a un caso simulado. A continuación se expone el caso de estudio simulado: determinar las dimensiones de un dique de gravedad de concreto ciclópeo (perfil típico con paramento interior recto) de 6 m. de altura efectiva a ser ubicado en un cauce de diseño transversal: Base ( $b$ ) = 13m, talud ( $m$ ) = 1m. el gasto de diseño es de  $28 \text{ m}^3 / \text{seg.}$  estimándose un aporte adicional de 12% de sedimentos. Se toma como tirante ( $y$ ) de referencia la ultima marca de crecida 1.4m, El material del cauce es arena con cantos, con un  $d_{90} = 30\text{cm.}$ , ancho de corona ( $K$ ) igual a 1m. considérense dos juntas, saliente de zapata = 0.5m, espesor de zapata = 1m.

En la figura 2 se muestra la pantalla inicial del programa, donde se encuentran las opciones de salir del programa, realizar los cálculos de diques con y sin juntas, y la información de la elaboración del programa.

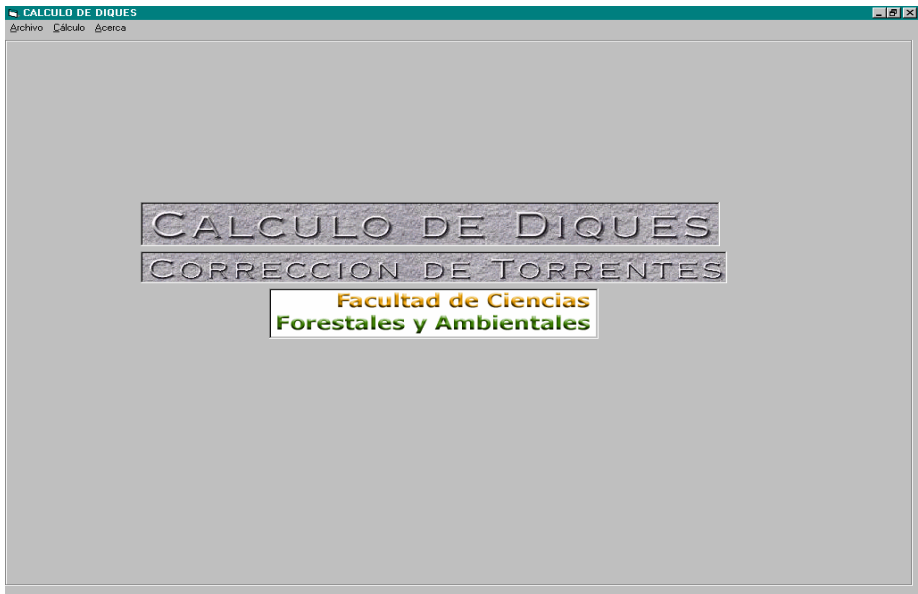


Figura 2 . Pantalla inicial del programa

A continuación en la figura 3 se muestra el segundo formulario, Form2, en el cual se introducen los datos solicitados, para después obtener como salida el cálculo del Q de diseño, área del perfil aguas arriba, velocidad de llegada y carga de la velocidad, hay que tener en cuenta que al momento de que algún dato falte y se presione calcular, el programa mostrara inmediatamente un cuadro de texto (Message Box) diciendo “Introduzca Datos”.

Parameter	Value	Unit
Gasto de Diseño (Q)	28	m <sup>3</sup> /seg
Altura Efectiva (Hd)	6	mts
Base del cauce (b)	13	mts
Ancho de Corona (k)	1,0	mts
Tirante de referencia (y)	1,4	mts
Aporte de Solidos	12	%
Talud	1	m
Saliente de Zapata	0,5	mts
Espesor de Zapata	1	mts
Gasto Diseño Total (Qt)	31,36	m <sup>3</sup> /seg
Area del Cauce	20,16	m <sup>2</sup>
Velocidad (V)	1,56	m/seg
Carga de Velocidad (h)	0,12	m

Figura 3. Cálculo del Q de diseño, área del perfil aguas arriba, velocidad de llegada y carga de la velocidad.

En la figura 4 se indica la ventana que muestra el cálculo de la sección de flujo, datos de entrada base mayor, base menor, altura del vertedero y el coeficiente de contracción, datos de salida gasto de diseño y área del vertedero, figura del vertedero.

**CALCULO DE SECCION DE FLUJO**

**Entrada de Datos:**

- Base Mayor del Vertedero (BM): 11 m.
- Base Menor del Vertedero (Bm): 9 m.
- Altura del vertedero (T1): 1,5 m.
- Coeficiente de Contracción (M): 0.63

**Resultados:**

- Gasto Hidráulico (QH): 36,98 m<sup>3</sup>/seg
- Area Vertedero: 15,00 m<sup>2</sup>

**Límites:**

- Limite Inferior QH: 31,36 m<sup>3</sup>/seg
- Limite Superior QHS: 37,63 m<sup>3</sup>/seg
- Carga de Velocidad (h): 0,12 m

**Vertedero:**

Diagrama de un vertedero trapezoidal con:

- Base superior: 11 m.
- Base inferior: 9 m.
- Altura: 1,5 m.

Botones de navegación: Calcular, Continuar, Ir Atras.

Figura 4. Cálculo de la sección de flujo

En la figura 5 se muestran la entrada de datos, suplementos de seguridad (SU, SA), peso específico del material, peso específico del agua y  $d_{90}$ ., datos de salida Ancho, profundidad, altura total, espesor, además figura del perfil del dique.

**CALCULO DE FUNDACIONES**

**Datos de seguridad:**

- Factor de Seguridad [SU]: 1,0 m.
- Factor de Seguridad [SA]: 0,5 m.
- Peso Especifico del Material de Construcción: 2,4 TON / m<sup>3</sup>
- Peso Especifico del Agua: 1,0 TON/m<sup>3</sup>
- Pasante d90: 30 cm.

**Resultados:**

- Ancho: 13,00 m.
- Profundidad de fundamento (T2): 2,10 m.
- Profundidad de socavación (T3): 1,10 m.
- Altura Total: 8,60 m.
- Espesor: 5,16 m.

**Perfil del Dique:**

Diagrama que muestra el perfil del dique con las siguientes dimensiones: altura total de 8,60 m, ancho superior de 1,00 m, ancho inferior de 5,16 m, y un talud con una pendiente de 0,50 m horizontal por 1,00 m vertical.

**Seccion transversal:**

Diagrama que muestra la sección transversal de la fundación con un ancho de 13,00 m.

Botones: Calcular, Ir Atras, Continuar.

Figura 5. Datos suplementes de seguridad.

En la figura 6 se muestran los resultados que se obtienen de la estimación de los pesos y de los empujes hidrostáticos aparecen de manera directa ya que en la codificación esta así establecido.

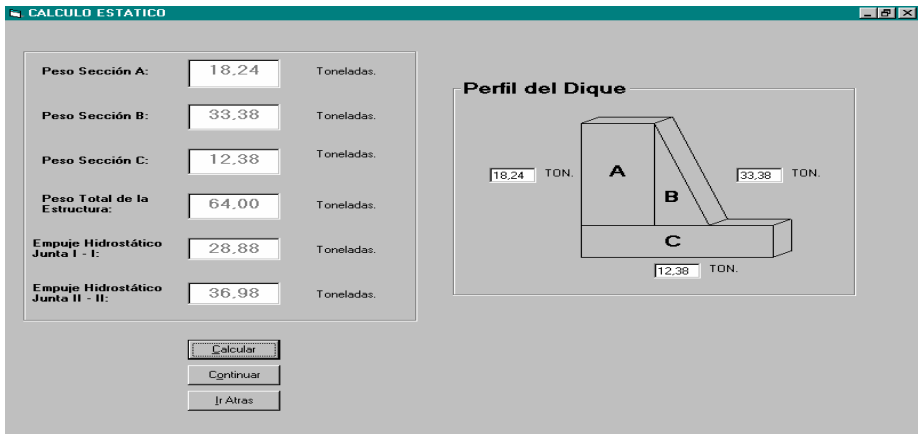


Figura 6. Ventana que muestra la estimación de los pesos y empujes hidrostáticos.

En la figura 7 se muestran los datos de salida resultantes de la aplicación del programa.

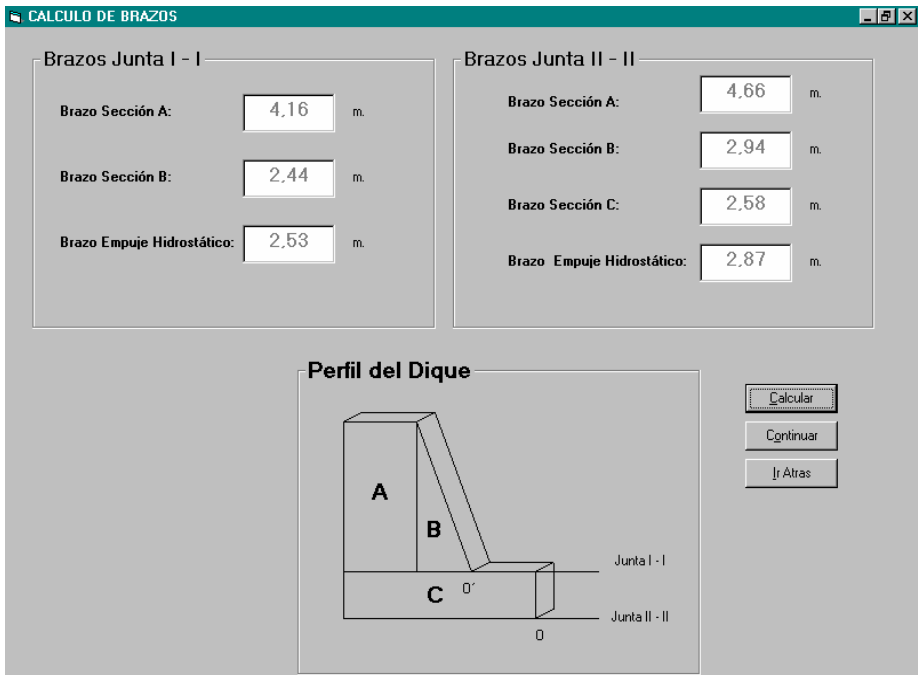


Figura 7. Ventana que muestra los datos de salida, calculo de brazos.

En la figura 8 y 9 se muestran los resultados de los momentos calculados.

The screenshot shows a window titled "CALCULO DE MOMENTOS" with two main sections for inputting moment values. The first section, "Momentos Junta I - I:", contains three input fields: "Momento Sección A:" with value 75.88, "Momento Sección B:" with value 81.45, and "Momento Empuje Hidrostático:" with value 73.07. The second section, "Momentos Junta II - II:", contains three input fields: "Momento Sección A:" with value 85.00, "Momento Sección B:" with value 98.14, and "Momento Empuje Hidrostático:" with value 106.13. Below these sections are three buttons: "Calcular", "Continuar", and "Ir Atras".

Figura 8. Cálculo de los momentos.

The screenshot shows a window titled "TABLA RESUMEN" containing a table with columns for "JUNTA", "FUERZAS O CARGAS", "VERTICAL", "HORIZONTAL", "BRAZOS DE PALANCA (m)", and "MOMENTOS" (subdivided into "VERTICAL" and "HORIZONTAL"). The table is organized into two main sections for Junta I-I and Junta II-II, each with individual section rows and a "TOTALES" row. At the bottom, there is a "Mostrar" button and navigation arrows.

JUNTA	FUERZAS O CARGAS	VERTICAL	HORIZONTAL	BRAZOS DE PALANCA (m)	MOMENTOS	
					VERTICAL	HORIZONTAL
I - I	PA	18,24		4,16	75,88	
	PB	33,38		2,44	81,45	
	Ew I		28,88	2,53		73,07
	TOTALES	51,62	28,88		157,33	73,07
II - II	PA	18,24		4,66	85,00	
	PB	33,38		2,94	98,14	
	PC	12,38		2,58	31,94	
	EW II		36,98	2,87		106,13
	TOTALES	64,00	36,98		215,08	106,13

Figura 9. Ventana que contiene el resumen de los datos calculados anteriormente.

Para el análisis del volcamiento y asentamiento diferencial, se presenta la figura 10 la cual muestra los resultados obtenidos.

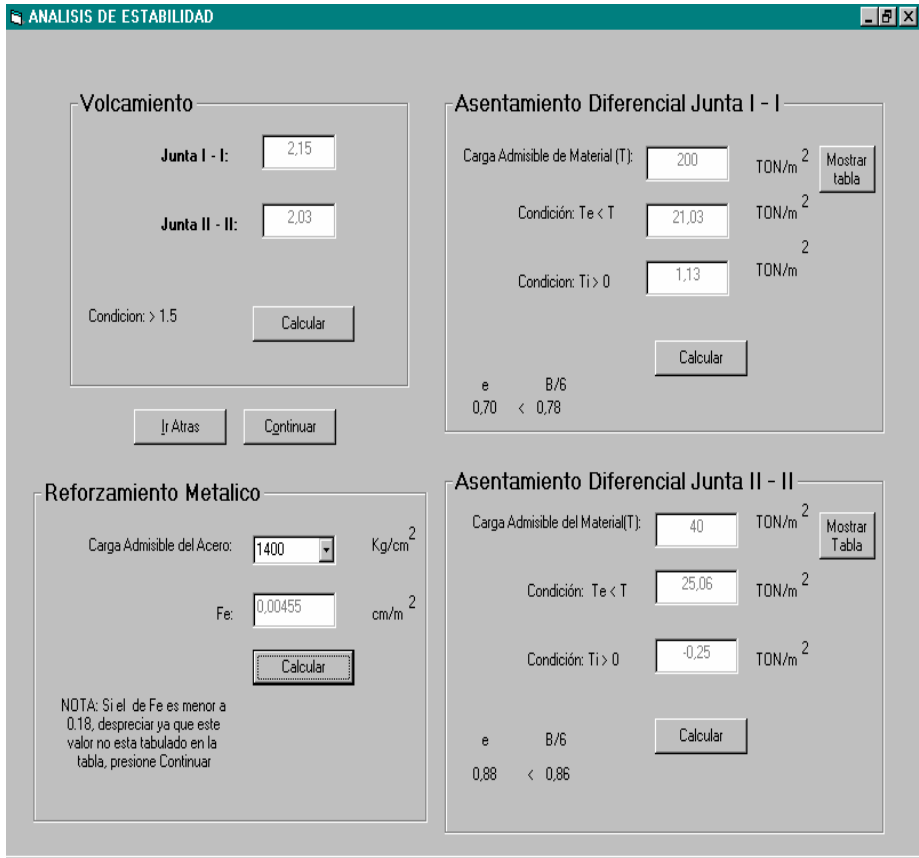


Figura 10. Ventana que muestra el cálculo del análisis de estabilidad.

En la figura 11 se muestra el análisis de deslizamiento, en este caso se indica una falla en la junta II – II lo que inmediatamente muestra un aviso (messageBox) recomendando calcular la pendiente de compensación y la profundidad del dentellon.

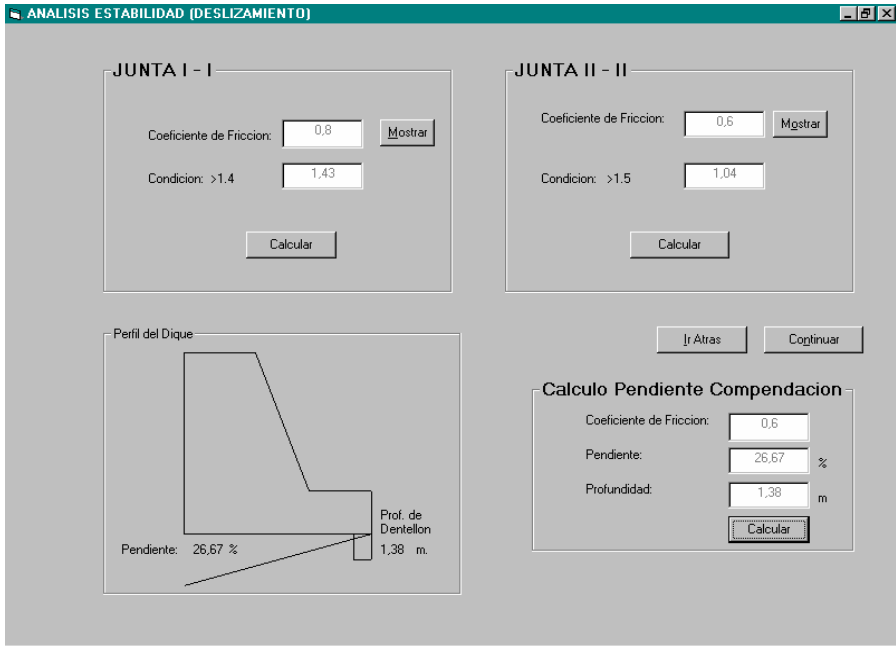


Figura 11. Ventana que muestra el análisis de deslizamiento.

Finalmente la figura 12 muestra el cálculo de la caída del agua.

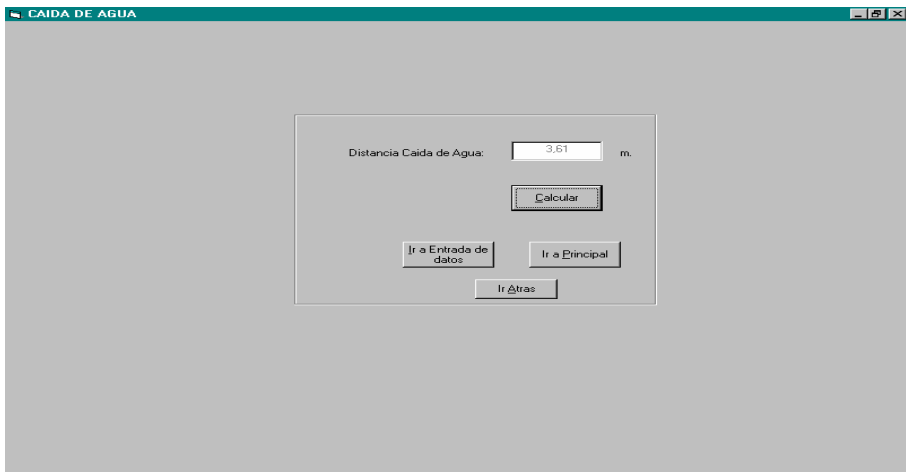


Figura 12. Ventana que muestra el cálculo de la caída del agua, empleando el método de la parábola.

## **CONCLUSIONES**

El programa es una herramienta útil y apropiada para el ingeniero, en el estudio de alternativas de diseño y cálculo de diques transversales (menores a 15 mts.) en el diseño de proyectos de corrección de torrentes.

El programa permite hacer los ajustes y modificaciones a los diseños conforme se avanza en el cálculo.

La facilidad que ofrece Visual Basic respecto a la programación, permite a futuro que se puedan realizar modificaciones necesarias al código del programa, conforme los requerimientos del diseño lo ameriten.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUILAR L. Carlos A. 1990. *Metodología para la sistematización del diseño de diques para el control de torrentes y su aplicación en un caso específico*. CIDIAT, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
2. BASTIDAS G. Carlos. 1983. *Aplicación del microcomputador en el campo del manejo de cuencas*. Revista forestal CONARE, vol. III, N°10.
3. HATTINGER, Hubert. 1981. *Corrección de Torrentes Manual II*. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
4. MCDONALD. Michael. 1999. *Visual Basic 6.0*. Editorial Paraninfo, Madrid, España.
5. LOPEZ C. Filiberto. 1965. *Diques para la corrección de cursos torrenciales y métodos de cálculo*. Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
6. RIPANTI M. Fabiola. 1985. *Cálculo de obras para el control de la erosión usando un computador*. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
7. SABO DEPARTAMENT. 1980. *Design and exercise of SABO structure*. Government of Japon.
8. VIDAL G. Raúl. 2002. *Apuntes de clase Semestre B-02*, Universidad de Los Andes, Mérida – Venezuela.