



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD
CON RESALTO HIDRÁULICO PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

CHARCOPA CELI FRANCISCO RAUL


MACHALA - EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, CHARCOPA CELI FRANCISCO RAUL, con C.I. 0703600031, estudiante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD CON RESALTO HIDRÁULICO PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN

- Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA.
- Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Machala, 27 de noviembre de 2015



CHARCOPA CELI FRANCISCO RAUL
C.I. 0703600031

RESUMEN

DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500M DE LONGITUD CON RESALTO HIDRÁULICO PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN

Autor: Francisco Raúl Charcopa Celi

Docente: Ing. Angel Romero Valdiviezo

El desarrollo de este trabajo plantea la manera adecuada de diseñar un canal trapezoidal a gravedad, y cumplir con los requerimientos de este caso, como son el mantener un caudal permanente durante toda la longitud del canal, y que sea el necesario para regar el área requerida que es de 600 metros a ambos lados del canal y durante toda la longitud del mismo, dimensionar las secciones que sean las adecuadas para el transporte del agua, cálculo de resalto hidráulico, hacer el presupuesto y programación de obra.

Todo esto se realiza considerando criterios, métodos, elementos como la tabla de secciones mas frecuentes de Manning, y fórmulas para el cálculo de cada uno de los elementos que conforman el canal, que las encontramos en el libro Hidráulica de Canales de Máximo Villón Véjar; tabla de rugosidad de Manning y las fórmulas del libro Hidráulica de Tuberías y Canales de Arturo Rocha.

Se ha investigado también páginas de internet en donde se encuentra información sobre los métodos y fórmulas para calcular las secciones de los canales, y otros aspectos a considerar en el diseño como el resalto hidráulico, números adimensionales que nos determinan el tipo de flujo, y su regimen.

Los canales son la mejor forma de transportar el agua desde los recursos hídricos hasta las zonas pobladas, siendo esta investigación valedera no solo para este caso, sino para otros que se puedan dar en las distintas poblaciones donde haya la necesidad de abastecer de agua, ya sea su destino para uso domiciliario, para la industria o la agricultura.

Diseño, caudal, resalto hidráulico, presupuesto, programación.

SUMMARY

KEYSTONE CHANNEL DESIGN OF GRAVITY 500M IN LENGTH WITH HYDRAULIC JUMP; BUDGET AND PROGRAMMING

Author: Francisco Raúl Charcopa Celi

Tutor: Ing. Angel Romero Valdiviezo

The development of this work raises the proper way to design a trapezoidal canal gravity, and meet the requirements of this case, such as maintaining a permanent flow throughout the length of the canal, and it is necessary to water the required area which it is 600 meters on both sides of the channel and throughout the length thereof dimensioned sections are adequate for water transport, calculation of hydraulic jump, do the budget and work schedule.

All this is done considering criteria, methods, elements such as the table of most frequent sections of Manning, and formulas for calculating each of the elements of the channel, which are found in the book Hydraulic Maximum Villón Véjar channels; Manning's table and formulas Hydraulics book pipes and channels Arturo Rocha.

It has also researched websites where you can find information on the methods and formulas for calculating the sections of the channels, and other aspects to consider in the design and the hydraulic jump, we dimensionless numbers that determine the type of flow, and regime.

Channels are the best way to transport water from water resources to populated areas, this being valid research not only for this case but for others that may occur in different populations where there is the need to provide water, and is the destination for home use, industry or agriculture.

Design, flow, hydraulic jump, budget, schedule.

INDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	I
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA.....	I
RESUMEN.....	III
SUMMARY.....	IV
INDICE DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE GRAFICOS.....	VI
INTRODUCCION	1
OBJETIVO GENERAL.....	1
DESARROLLO	2
1.DEFINICIONES	3
1.1. Tirante (y).-.....	3
1.2. Área Hidráulica (A).-.....	3
1.3. Perímetro mojado (P).....	3
1.4. Radio Hidráulico (R).....	3
1.5. Ancho Superficial o espejo de agua (T).....	3
1.6. Talud (m).-.....	3
1.7. Coeficiente de rugosidad (n).....	3
1.8. Pendiente (S).-.....	3
1.9. Velocidad media (V).-.....	3
1.10. Flujo crítico, Subcrítico	4
1.11. Resalto Hidráulico.....	5
2.DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL	5
2.1. Sección I	5
2.1.1. Cálculo del Caudal (Q).....	5
2.1.2. Cálculo del tirante (y).....	6
2.1.3. Area Hidráulica (A).....	7
2.1.4. Perímetro Mojado (P).....	7
2.1.5. Radio Hidráulico (R).....	7
2.1.6. Ancho Superficial (T).....	7
2.1.7. Velocidad del caudal (V).....	7
2.1.8. Número de Froude.....	8
2.2. Sección II	8
2.2.1. Cálculo del tirante (y).....	8
2.2.2. Area Hidráulica (A).....	9
2.2.3. Perímetro Mojado (P).....	9

2.2.4.	Radio Hidráulico (R)	9
2.2.5.	Ancho Superficial (T)	9
2.2.6.	Velocidad del caudal (V)	9
2.2.7.	Número de Froude.....	9
2.2.8.	Resalto Hidráulico 1.....	10
2.2.8.1.	Calculo de y_2	10
2.2.8.2.	Altura del Resalto.....	10
2.2.8.3.	Número de Froude Conjugado	11
2.3.	Sección III	11
2.3.1.	Cálculo del tirante (y).....	11
2.3.2.	Radio Hidráulico (R)	12
2.3.3.	Area Hidráulica (A)	12
2.3.4.	Velocidad del Caudal (V)	12
2.3.5.	Ancho Superficial (T)	12
2.3.6.	Perímetro Mojado (P)	12
2.3.7.	Número de Froude.....	12
2.3.8.	Resalto Hidráulico 2.....	13
2.3.8.1.	Calculo de y_2	13
2.3.8.2.	Altura del Resalto.....	13
2.3.8.3.	Número de Froude Conjugado	14
	CONCLUSIONES.....	15
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	16
	ANEXOS	17

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Elementos de un canal trapezoidal.....	3
Gráfico 2. Tipos de flujo en canales abiertos.....	4
Gráfico 3. Resalto Hidráulico.....	5
Gráfico 4. Coeficientes de rugosidad de Manning.....	6
Gráfico 5. Sección 1 del Canal.....	8
Gráfico 6. Sección 2 del canal.....	10
Gráfico 7. Resalto hidráulico 1.....	11
Gráfico 8. Sección 3 del canal.....	13
Gráfico 9. Resalto hidráulico 2.....	14

INTRODUCCION

En la medida que los pueblos progresan, y aumenta la población, las múltiples actividades de cada día exigen mayor cantidad de agua, por lo que el abastecimiento para suplir esta necesidad se vuelve en ocasiones algo complejo.

Sin embargo, esta necesidad cada vez latente supone alternativas que den solución a ésta problemática, y en este aspecto, cualquiera que sea el método de riego que se haya escogido, su práctica requiere cierto número de canales(1)

Conociendo que los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera, se aborda los dos tipos de canales: naturales y artificiales.(2)

Los canales naturales son los ríos, torrentes, arroyos, etc. tienen sección transversal irregular y variable y su estudio corresponde a la hidráulica fluvial. El fondo está constituido por partículas sólidas en movimiento (arenas, limos, piedras, etc), y se le denomina lecho móvil

Los canales artificiales son construidos por el hombre. Tienen sección transversal regular.

Considerando los conceptos y definiciones en los textos de Hidráulica, y los conocimientos adquiridos, se ha procedido a diseñar un canal trapezoidal que tiene por objeto el riego, la irregularidad del terreno hace que se produzca resaltos hidráulicos.

Se comienza por determinar el área a ser regada, y luego el caudal necesario para regar dicha área, posteriormente el dimensionamiento de los elementos que conforman el canal.

Los libros Hidráulica de Canales de Máximo Villón Béjar; Hidráulica de Canales y Tuberías de Arturo Rocha han sido entre otros, la fuente científica en la que está fundamentado el presente trabajo.

Objetivo General

Diseñar un canal trapezoidal a gravedad de 500 m de longitud, que riegue 600 m a ambos lados durante toda la longitud del canal.

DESARROLLO

En el transcurso de la historia de agricultura, han existido diversas formas de rendimiento productivo mediante sistemas de riego, y en efecto, en la actualidad, con la venida de la agricultura tecnificada, viene de la mano la construcción de canales para riego. Previo a un estudio técnico, se busca la mejor opción, teniendo en cuenta la topografía del terreno principalmente, logrando que el resultado del caudal del agua óptimo e ideal para el área a trabajar.

En el por qué construir estos canales, tiene mucho que ver el factor clima, y una de las causas es la presencia de sequía, conocida como un fenómeno que ha protagonizado graves crisis de subsistencia a lo largo de la historia(3)

La función de los canales es transportar el agua hacia superficies de producción, teniendo en cuenta los principios fundamentales de la hidráulica, de tal manera, que el factor economía y factibilidad vayan de la mano y mantengan la menor brecha posible en eficiencia de la obra y consecuentemente evite problemas ambientales en el terreno.

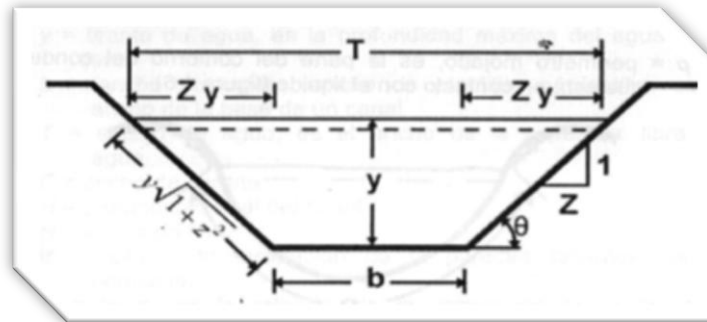
Cuando se habla de conservación del medio ambiente, el trabajo de ingeniería debe fundamentarse en la ética tanto profesional como personal, evitando una vez más erosión y sedimentación del área a trabajar.

Tal es el caso, de un canal de riego con consecuencias devastadoras, que se ha presentado en la India, con alto nivel de salinidad, alcalinidad y el anegamiento, la inequidad, el mal estado de las reparaciones y el mantenimiento y la ampliación de la brecha entre el potencial de riego creado y utilizado(4)

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se deja a consideración un trabajo fundamentado en la ética profesional y amigable con el medio ambiente.

1. DEFINICIONES

Grafico 1. Elementos de un canal trapezoidal



Fuente: Sección de Máxima Eficiencia-Hcanales V3.0

- 1.1. **Tirante (y).**- Es la distancia vertical desde el punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre, es decir la profundidad máxima del agua en el canal.
- 1.2. **Área Hidráulica (A).**- es la superficie ocupada por el agua en una sección transversal normal cualquiera, es expresada en m^2
- 1.3. **Perímetro mojado (P).**- Es la longitud de la línea de contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, se expresa en m.
- 1.4. **Radio Hidráulico (R).**- Es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado, en m.
- 1.5. **Ancho Superficial o espejo de agua (T).**- Es el ancho de la superficie libre del agua, se expresa en m.
- 1.6. **Talud (m).**- Es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral. Es decir "m" es el valor de la proyección horizontal cuando la vertical es 1
- 1.7. **Coefficiente de rugosidad (n).**- Depende de la mayor o menor desigualdad en las superficies internas del conducto, donde se produce la fricción retardatoria(5)
- 1.8. **Pendiente (S).**- Es la pendiente longitudinal de la rasante del canal.
- 1.9. **Velocidad media (V).**- Es la velocidad con la que el agua fluye en el canal, expresado en m/s.

1.10. Flujo crítico, Subcrítico

En relación con el efecto de la gravedad, el flujo puede ser crítico, subcrítico, y supercrítico; la fuerza de la gravedad se mide a través del número de Froude (F), que relaciona fuerzas de inercia de la velocidad, con las fuerzas gravitatorias, definidas en este caso como:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

donde:

- v**= Velocidad media de la sección, m/s
- g**= aceleración de la gravedad, en m/s²
- L**= longitud característica de la sección, en m

En Canales, la longitud característica viene dada por la magnitud de la profundidad media o tirante medio $y=A/T$, con lo cual se tiene:

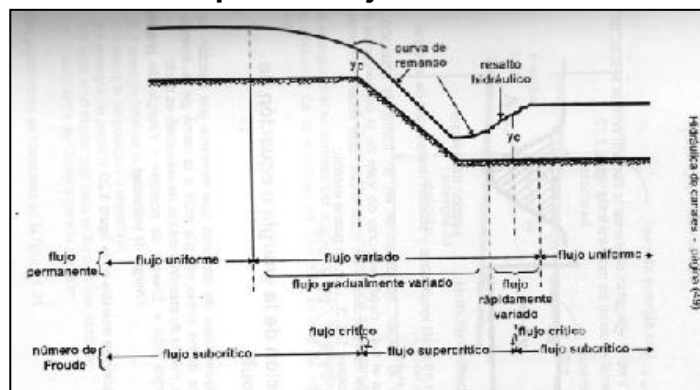
$$F = \frac{v}{\sqrt{gy}} = \frac{v}{\sqrt{gA/T}}$$

Entonces, por el número de Froude, el flujo puede ser:

- Flujo subcrítico si $F < 1$, en este estado las fuerzas de gravedad se hacen dominantes por lo que el flujo tiene baja velocidad, siendo tranquilo y lento. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas arriba.
- Flujo crítico si $F = 1$, en este estado, las fuerzas de inercia y gravedad están en equilibrio.
- Flujo supercrítico si $F > 1$, en este estado las fuerzas de inercia son más pronunciadas, por lo que el flujo tiene una gran velocidad, siendo rápido o torrencioso. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas abajo.

Hay corrientes Tipo II, se caracteriza porque la transición entre el flujo fuente y el flujo frente es continua(6)

Gráfico 2. Tipos de flujo en canales abiertos

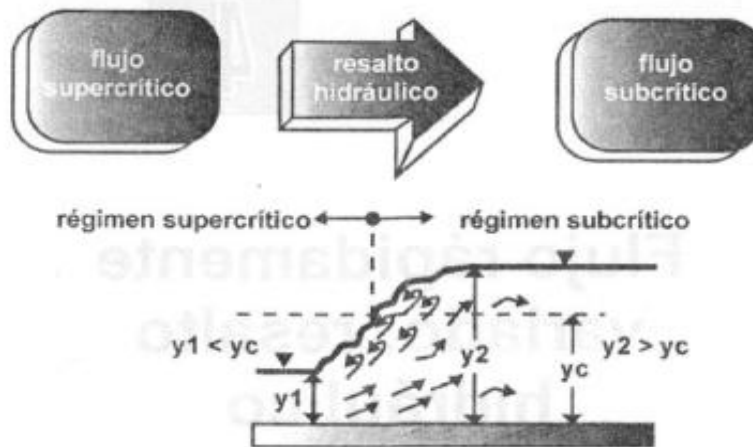


Fuente: Hidráulica de Canales-Máximo Villón Véjar

1.11. Resalto Hidráulico.- Es un fenómeno local, que se presenta en el flujo rápidamente variado, el cual va siempre acompañado por un aumento súbito del tirante y una pérdida de energía bastante considerable (disipada principalmente como calor), en un tramo relativamente corto(7)

Ocurre en el paso brusco de régimen supercrítico (rápido) a régimen subcrítico (lento), es decir, en el resalto hidráulico del tirante, en un corto tramo, cambia de un valor inferior al crítico a otro superior a este.

Gráfico 3. Resalto Hidráulico



Fuente: Hidráulica de Canales-Máximo Villón Véjar

2. DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL

2.1. Sección I

2.1.1. Cálculo del Caudal (Q)

Longitud de Canal = 500 m

Ancho de Riego = 1200 m

Módulo de Riego = de 2 l/s/Ha a 8 l/s/Ha

Procedo a calcular el área a regar

$$1200 \text{ m} \times 500 \text{ m} = 600000 \text{ m}^2 = \mathbf{60 \text{ Has.}}$$

Obtenida el área a regar procedo a calcular el caudal necesario; utilizo el máximo del módulo de riego

$$60 \text{ Has} \times 8 \text{ l/s/Ha} = \mathbf{0,48 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Considerando que en la abscisa 0+300 deja el 32% del caudal permanente, se considera este caudal obtenido como el 68% del caudal total, y se realiza las operaciones para determinar el caudal total para el diseño.

$$x = \frac{0,48 \times 100}{68}$$

$$0,48 \times 100 = 68$$

$$X = 0,706 \times 100$$

$$Q_t = 0,706 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.1.2. Cálculo del tirante (y)

Para calcular el valor de **y** utilizo la fórmula de Manning $Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$ reemplazo **y**, y obtengo el valor por tanteo.

Utilizo el valor obtenido del Caudal y asumo al valor de la solera **b** y talud **m**

Gráfico 4. Coeficientes de rugosidad de Manning

Coeficientes de rugosidad de Manning	
Tipo de canal	Coefficiente (n)
I. Conductos parcialmente llenos	
Acero	0,012
Fundición	0,014
Vidrio	0,010
Cemento	0,011
Mortero	0,013
Hormigón	0,013
Cerámico	0,014
Ladrillo	0,015
Manpostería	0,025
II. Canales abiertos revestidos o acueductos	
Metal	0,013
Cemento	0,011
Mortero	0,013
Hormigón acabado a llana	0,013
Hormigón acabado en bruto	0,017
Gunita	0,022
Ladrillo	0,015
Manpostería	0,025
III. Canales excavados	
Tierra canal recto	0,022
Grava canal recto	0,025
Tierra canal con curvas	0,025
Tierra canal con curvas y vegetación	0,030
Tierra canal con curvas y mucha vegetación	0,035
Excavación en roca	0,035
	0,040
IV. Cauces naturales	
Rios de meseta rectos y sin ollas	0,030
Rios de meseta con curvas, piedras y vegetación	0,040
Anterior con ollas y maleza	0,070
Rios de montaña	0,040
V. Cauces naturales en avenidas	
Inundaciones en pastizales	0,030
Sobre sembrados no nacidos	0,030
Sobre sembrados nacido	0,040

Fuente: Hidráulica de Canales-Máximo Villón Véjar

$$Q = 0,706 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 0,30 \text{ m}$$

$$m = 0,50$$

$$n = 0,013$$

$$S = 0,005$$

$$0,706 = \frac{1}{0,013} by + my^2 \left(\frac{by + my^2}{b + 2y\sqrt{1 + m^2}} \right)^{2/3} 0,005^{1/2}$$

y	f(y)
0,40	0,03304
0,50	0,50016
0,60	0,71209
0,70	0,96622

Tomo el valor de $y=0,60$ ya que al reemplazar en la fórmula me da el valor más aproximado $0,706 = 0,71209$

2.1.3. Area Hidráulica (A)

$$A = by + my^2$$

$$A = 0,30 \times 0,60 + 0,50 \times 0,60^2$$

$$\mathbf{A = 0,36 \text{ m}^2}$$

2.1.4. Perímetro Mojado (P)

$$P = b + 2y\sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 0,30 + 2 \times 0,60 \sqrt{1 + 0,50^2}$$

$$\mathbf{P = 1,642}$$

2.1.5. Radio Hidráulico (R)

$$R = \frac{by + my^2}{b + 2y\sqrt{1 + m^2}}$$

$$R = \frac{0,30 \times 0,60 + 0,50 \times 0,60^2}{0,30 + 2 \times 0,60 \sqrt{1 + 0,50^2}}$$

$$\mathbf{R = 0,219 \text{ m}}$$

2.1.6. Ancho Superficial (T)

$$T = b + 2my$$

$$T = 0,30 + 2 \times 0,50 \times 0,60$$

$$\mathbf{T = 0,90 \text{ m}}$$

2.1.7. Velocidad del caudal (V)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,706}{0,36}$$

$$\mathbf{V = 1,961 \text{ m/s}}$$

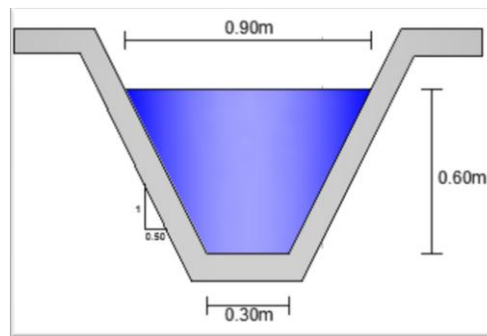
2.1.8. Número de Froude

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gD_H}} \quad D_H = \frac{A}{T}$$

$$D_H = \frac{0,360}{0,90} = 0,40$$

$$Fr = \frac{1,961}{\sqrt{9,81 \times 0,40}} = 0,9900 \quad F = 0,9900 < 1 \quad (\text{Flujo Subcrítico ideal para Canales})$$

Gráfico 5. Sección 1 del Canal



ELABORADO POR: FRANCISCO RAUL CHARCOPA CELI

2.2. Sección II

$$Q = 0,706 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 0,30 \text{ m}$$

$$m = 0,50$$

$$n = 0,013$$

$$S = 0,0925$$

2.2.1. Cálculo del tirante (y)

Al igual que en el tramo anterior utilice la fórmula de Manning $Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$ reemplazo y , y obtengo el valor por tanteo.

$$0,706 = \frac{1}{0,013} by + my^2 \left(\frac{by + my^2}{b + 2y\sqrt{1 + m^2}} \right)^{2/3} 0,0925^{1/2}$$

y	f(y)
0,25	0,617
0,26	0,660
0,27	0,705
0,28	0,751

Tomo el valor de **y=0,27** ya que al reemplazar en la fórmula me da el valor más aproximado **0,706 = 0,705**

2.2.2. Area Hidráulica (A)

$$A = 0,30 \times 0,27 + 0,50 \times 0,60^2$$
$$\mathbf{A = 0,1175 \text{ m}^2}$$

$$A = by + my^2$$

2.2.3. Perímetro Mojado (P)

$$P = 0,30 + 2 \times 0,27 \sqrt{1 + 0,50^2}$$
$$\mathbf{P = 0,9037 \text{ m}}$$

$$P = b + 2y\sqrt{1 + m^2}$$

2.2.4. Radio Hidráulico (R)

$$R = \frac{0,30 \times 0,27 + 0,50 \times 0,27^2}{0,30 + 2 \times 0,27 \sqrt{1 + 0,50^2}}$$

$$R = \frac{by + my^2}{b + 2y\sqrt{1 + m^2}}$$

$$\mathbf{R = 0,130 \text{ m}}$$

2.2.5. Ancho Superficial (T)

$$T = 0,30 + 2 \times 0,50 \times 0,27$$
$$\mathbf{T = 0,57 \text{ m}}$$

$$T = b + 2my$$

2.2.6. Velocidad del caudal (V)

$$V = \frac{0,706}{0,1175}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$\mathbf{V = 6,011 \text{ m/s}}$$

2.2.7. Número de Froude

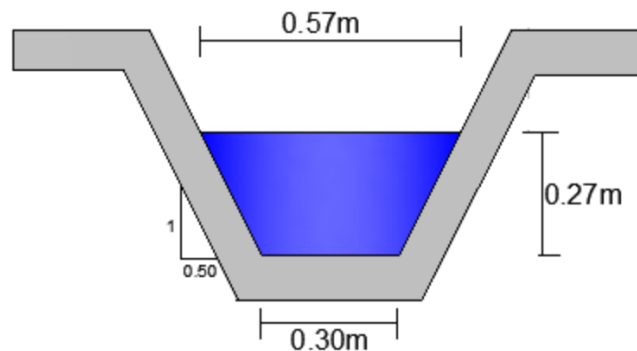
$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gD_H}} \quad D_H = \frac{A}{T}$$

$$D_H = \frac{0,1175}{0,57} = 0,2061$$

$$Fr = \frac{6,01107}{\sqrt{9,81 \times 0,2061}} = 4,2279$$

$F = 4,2279 > 1$ (Flujo Supercrítico, resalto hidráulico)

Gráfico 6. Sección 2 del canal



ELABORADO POR: FRANCISCO RAUL CHARCOPA CELI

RESALTO HIDRAULICO

2.2.8. Resalto Hidráulico 1

2.2.8.1. Calculo de y_2

Para el cálculo de y_2 utilizo la fórmula
$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \sqrt{1 + 8F_1^2} - 1$$

donde $F_1 = \frac{v}{\sqrt{gy}}$

$$y_1 = 0,27$$

$$F_1 = \frac{6,01107}{\sqrt{9,81 \times 0,27}} = 3,6935$$

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \quad \mathbf{y_2 = 1,08 \text{ m}}$$

2.2.8.2. Altura del Resalto

$$H_y = y_2 - y_1$$

$$H_y = 1,08 - 0,27$$

$$\mathbf{H_y = 0,81 \text{ m}}$$

Longitud del Resalto

$$L = 6(y_2 - y_1)$$

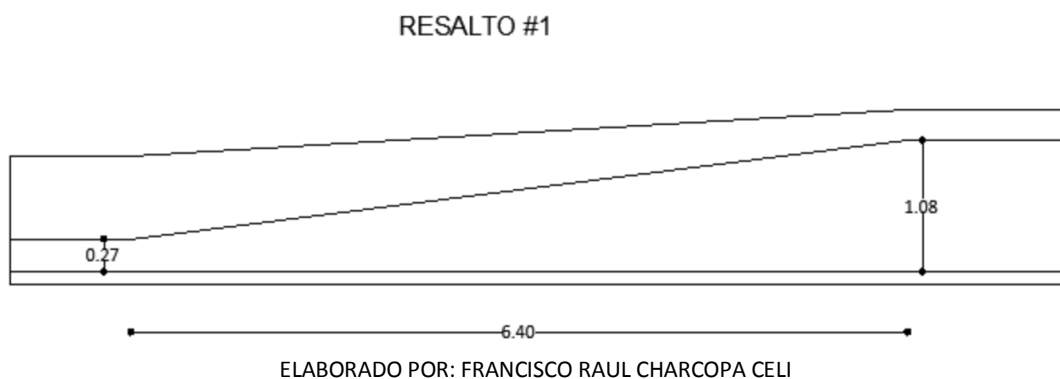
$$L = 6(1,08 - 0,27)$$

$$L = 6,40 \text{ m}$$

2.2.8.3. Número de Froude Conjugado

$$Fr = \frac{\frac{6,01107}{2 \times 9,81} + 0,27}{\frac{0}{2 \times 9,81} + 1,1468} = 0,5026$$

Gráfico 7. Resalto hidráulico 1



2.3. Sección III

$$Q = 706 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 0,30 \text{ m}$$

$$m = 0,50 \text{ m}$$

$$S = 0,5249$$

2.3.1. Cálculo del tirante (y)

Utilizo la fórmula de Manning $Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$ reemplazo y , y obtengo el valor por tanteo.

$$706 = \frac{1}{0,013} by + my^2 \left(\frac{by + my^2}{b + 2y\sqrt{1 + m^2}} \right)^{2/3} 0,05249^{1/2}$$

y	f(y)
0,30	0,639
0,31	0,677
0,32	0,715

0,33 0,756

Tomo el valor $y = 0,32$ ya que al reemplazar en la fórmula me da el valor más aproximado $0,706 = 0,715$

2.3.2. Radio Hidráulico (R)

$$R = \frac{by + my^2}{b + 2y\sqrt{1 + m^2}}$$

$$R = \frac{0,30 \times 0,32 + 0,50 \times 0,32^2}{0,30 + 2 \times 0,32 \sqrt{1 + 0,50^2}}$$

R= 0,145 m

2.3.3. Area Hidráulica (A) $A = by + my^2$

$$A = 0,30 \times 0,32 + 0,50 \times 0,32^2$$

A= 0,1472 m²

2.3.4. Velocidad del Caudal (V) $V = \frac{Q}{A}$

$$V = \frac{0,706}{0,1472}$$

V= 4,7962 m/s

2.3.5. Ancho Superficial (T) $T = b + 2my$

$$T = 0,30 + 2 \times 0,50 \times 0,32$$

T= 0,62 m

2.3.6. Perímetro Mojado (P) $P = b + 2y\sqrt{1 + m^2}$

$$P = 0,30 + 2 \times 0,32 \sqrt{1 + 0,50^2}$$

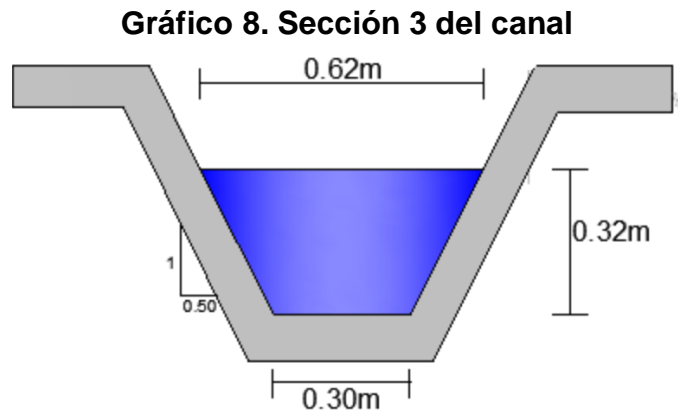
P= 1,0155 m

2.3.7. Número de Froude $Fr = \frac{V}{\sqrt{gD_H}}$

$$D_H = \frac{A}{T}$$

$$D_H = \frac{0,1472}{0,62} = 0,2374$$

$$Fr = \frac{4,7962}{\sqrt{9,81 \times 0,2374}} = 3,1427 \quad \text{flujo Supercrítico}$$



ELABORADO POR: FRANCISCO RAUL CHARCOPA CELI

2.3.8. Resalto Hidráulico 2

2.3.8.1. Cálculo de y_2

Para el cálculo de y_2 utilizo la fórmula $\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \sqrt{1 + 8F_1^2} - 1$

donde $F_1 = \frac{v}{\sqrt{gy}}$

$$y_1 = 0,32$$

$$F_1 = \frac{4,79620}{\sqrt{9,81 \times 0,32}} = 2,7070$$

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \quad \mathbf{y_2 = 0,98 \text{ m}}$$

2.3.8.2. Altura del Resalto

$$H_y = y_2 - y_1$$

$$H_y = 0,98 - 0,32$$

$$\mathbf{H_y = 0,66 \text{ m}}$$

Longitud del Resalto

$$\mathbf{L = 6(y_2 - y_1)}$$

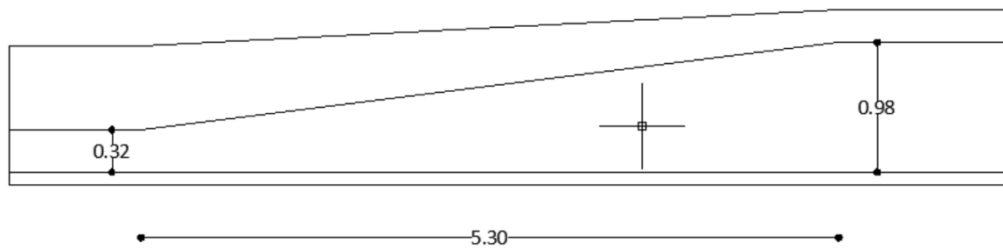
$$L = 6(0,98 - 0,32)$$
$$L = 5,30$$

2.3.8.3. Número de Froude Conjugado

$$Fr = \frac{\frac{4,79620}{2 \times 9,81} + 0,32}{\frac{4,79620}{2 \times 9,81} + 0,9155} = 0,6166$$

Gráfico 9. Resalto hidráulico 2

RESALTO #2



ELABORADO POR: FRANCISCO RAUL CHARCOPA CELI

CONCLUSIONES

Luego de culminado el presente trabajo, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Se logró determinar un caudal de $0,706 \text{ m}^3/\text{s}$ que permite cumplir eficientemente con el área requerida de riego.
- Debido a la topografía del terreno y cambio de pendientes, se ha producido dos resaltos hidráulicos. El primero desde la abscisa 0+148,20 hasta la abscisa 0+154,60. El segundo desde la abscisa 0+480 hasta la abscisa 0+485,30.
- Se dimensionó el canal de manera que sus tres tipos de secciones transversales que se ha determinado son las más adecuadas para transportar el agua a su destino.
- El cronograma se cumple de acuerdo a la planificación preestablecida, ajustándose eficientemente a las condiciones del terreno y requerimientos del diseño.
- En lo que se refiere al costo, se elaboró estudiando minuciosamente los rubros necesarios para el efecto, con el fin de que la obra sea diseñada respetando los principios de la hidráulica, rendimiento del canal y el factor económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Senior IJ. RIEGO. Rev Fac Nac Agron Medellín. 1941;4:1560-79.
2. Chow V te. Hidráulica de canales abiertos. Primera. Diana MEXICO, editor. 1983.
3. Marín RG y APM. La sequía, un factor climático. Papeles Geogr. 2005;41:239-42.
4. Narain V. Reform in Indian canal irrigation: does technology matter? Water International. 2008. 33-42 p.
5. Ferrero JH. Cálculo hidráulico en conductos de hormigón. Inf la construcción. 1968;21:63-95.
6. Gratton J. Corrientes de gravedad con caudal variable II: corrientes planas. Canales la Asoc Física Argentina. 1993;4:160-74.
7. Béjar MV. Hidráulica de canales. II. Villón, editor. Lima; 2007.

Anexo 1: Cronograma

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

UBICACIÓN:

OBRA : DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN MESES		
						1	2	3
1	Limpieza y Desbroce	m2	600,00	0,80	480,00	480,00		
2	Replanteo, nivelación y colocación de laterales	m	500,00	0,97	485,00	485,00		
3	Excavación a mano, incluye desalojo y perfilada.	m3	346,36	14,28	4.946,02	1648,68	1648,68	1648,66
4	Relleno compactado a mano con mat. Con capas de 20 cm	m3	508,75	13,14	6.684,98	2228,33	2228,33	2228,32
5	Encofrado metálico	m2	950,00	12,26	11.647,00	3882,33	3882,33	3882,34
6	Hormigón simple Clase A, f'c=280 Kg/cm ²	m3	160,00	225,65	36.104,00	12034,67	12034,67	12034,66
7	Suministro e Instalación de malla electrosoldada	m2	1.600,00	8,62	13.792,00	4597,33	4597,33	4597,34
8	Suministro e Instalación de Banda PVC de 10 cm.	m	400,00	10,07	4.028,00	1342,67	1342,67	1342,66
SUB TOTAL					78.167,00			
INVERSION MENSUAL						26699,01	25734,01	25733,98
AVANCE PARCIAL						34,16%	32,92%	32,92%
INVERSION ACUMULADA						26699,01	52433,02	78167,00
AVANCE ACUMULADO						34,16%	67%	100%

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.
PROPONENTE

Anexo 2: Presupuesto Referencial

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
UNIDAD ACADEMICA DE INGENIERIA CIVIL
PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

UBICACIÓN:

OBRA : DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Limpieza y Desbroce	m2	600,00	0,80	480,00
2	Replanteo, nivelación y colocación de laterales	m	500,00	0,97	485,00
3	Excavación a mano, incluye desalojo y perfilada.	m3	346,36	14,28	4.946,02
4	Relleno compactado a mano con mat. Con capas de 20 cm	m3	508,75	13,14	6.684,98
5	Encofrado metálico	m2	950,00	12,26	11.647,00
6	Hormigón simple Clase A, f'c=280 Kg/cm ²	m3	160,00	225,65	36.104,00
7	Suministro e Instalación de malla electrosoldada	m2	1.600,00	8,62	13.792,00
8	Suministro e Instalación de Banda PVC de 10 cm.	m	400,00	10,07	4.028,00
				SUB TOTAL	78.167,00
				12% de IVA	9.380,04
				TOTAL	87.547,04

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

PROPONENTE

Anexo 3: Análisis de precios unitarios

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA

Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

Fecha:

Descrip.: Desbroce y limpieza

Codigo: 1

Unidad: m

Especif: Rend (H/U): 0,2000

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
-----------------------------	--	--	--	--	--

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	%MO	5%MO			0,03
Subtotal de Equipo:					0,03

Materiales					
-------------------	--	--	--	--	--

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
					0,00
Subtotal de Materiales:					0,00

Transporte					
-------------------	--	--	--	--	--

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
					0,00
Subtotal de Transporte:					0,00

Mano de Obra					
---------------------	--	--	--	--	--

Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Peón		1,0000	3,18	0,2000	0,64
Subtotal de Mano de Obra:					0,64

Costo Directo Total: 0,67

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0,13

Precio Unitario Total	0,80
------------------------------------	-------------

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

Fecha:

Descrip.: Replanteo, nivelación y colocación de laterales

Codigo: 2

Unidad: m

Especif: **Rend (H/U):** 0,0270

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	%MO	5%MO			0,02
Equipo Topografico		1,00	6,250	0,027	0,17
Subtotal de Equipo:					0,19

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Estacas de Madera	U	0,0750	1,50		0,11
Clavo de acero 1" (cartón)	U	0,0050	3,65		0,02
Pintura Esmalte	Glb	0,0013	14,83		0,02
Cementina (25 kilos)	U	0,0250	4,00		0,10
Subtotal de Materiales:					0,25

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0,00

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	
Cadenero	2,0000	3,22	0,0270	0,17	
Topógrafo 2: exper. mayor a 5 años	1,0000	3,57	0,0270	0,10	
Maestro mayor	1,0000	3,57	0,0270	0,10	
Subtotal de Mano de Obra:					0,37

Costo Directo Total: 0,81

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0,16

Precio Unitario Total	0,97
------------------------------------	-------------

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

Fecha:

Descrip.: Excavación a mano, incluye desalojo y perfilada.

Codigo: 3

Unidad: m3

Especif: **Rend (H/U):** 0,5000

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	%MO	5%MO			0,57
Subtotal de Equipo:					0,57

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:					0,00

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0,00

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	
Peon	6,0000	3,18	0,5000	9,54	
Maestro mayor	1,0000	3,57	0,5000	1,79	
Subtotal de Mano de Obra:					11,33

Costo Directo Total: 11,90

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2,38

Precio Unitario Total	14,28
------------------------------------	--------------

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA

Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

Fecha:

Descrip.: Relleno compactado a mano con mat. Con capas de 20 cm

Codigo: 4

Unidad: m3

Especif: **Rend (H/U):** 0,0250

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción		Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	%MO	5%MO			0,03
Compactador Mecanico		1,00	30,000	0,025	0,75
Subtotal de Equipo:					0,78

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Material de mejoramiento	m3	1,2000	8,00		9,60
Subtotal de Materiales:					9,60

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0,00

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total
Peon	6,0000	3,18	0,0250		0,48
Maestro mayor	1,0000	3,57	0,0250		0,09
Subtotal de Mano de Obra:					0,57

Costo Directo Total: 10,95

COSTOS INDIRECTOS

	20 %	2,19
Precio Unitario Total		13,14

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA

Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

Fecha:

Descrip.: Encofrado metálico

Codigo: 5

Unidad: m2

Especif: **Rend (H/U):** 0,0250

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción		Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	%MO	5%MO			0,02
Compactador Mecanico		1,00	30,000	0,025	0,75
Subtotal de Equipo:					0,77

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Encofrado metalico	U	1,0000	5,00		5,00
Puntal de Caña Guadua	M	0,2000	3,80		0,76
Cuartones de encofrado x4m	U	0,2000	15,00		3,00
Clavos de 2" a 2.5"	Lb	0,1000	1,50		0,15
Tubería pvc roscable 3/4"6m	M	0,1000	2,08		0,21
Subtotal de Materiales:					9,12

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0,00

Mano de Obra					
Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Carpintero		1,0000	3,22	0,0250	0,08
Ay Carpintero		2,0000	3,18	0,0250	0,16
Maestro mayor		1,0000	3,57	0,0250	0,09
Subtotal de Mano de Obra:					0,33

Costo Directo Total: 10,22

COSTOS INDIRECTOS

	20 %	2,04
Precio Unitario Total		12,26

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

Fecha:

Descrip.: Hormigón simple Clase A, f'c=280 Kg/cm²

Codigo: 6

Unidad: m³

Especif: **Rend (H/U):** 0,0250

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción		Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	%MO	5%MO			0,07
Vibrador		1,00	5,000	0,025	0,13
Concreteira		1,0000	3,00	0,025	0,08
Subtotal de Equipo:					0,28

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Clavos	kg	0,6800	2,00		1,36
Aditivo plastocrete 161 HE	kg	7,5000	0,75		5,63
Cemento Kg.	Kg.	633,3300	0,17		107,67
Tabla sem.dura	m	20,0000	0,90		18,00
Agua	m ³	0,4500	2,00		0,90
Triturado 3/4"	m ³	1,5400	20,00		30,80
Arena	m ³	0,9050	8,00		7,24
Tiras	u	1,0000	4,50		4,50
Cuartones de 2x3"x4m	u	2,0000	2,60		5,20
Curador para Hormigón	Kg	0,2500	2,00		0,50
Desmoldante de encofrado metalico	Kg	0,0200	6,00		0,12
Plastico negro	m ²	4,0000	1,12		4,48
Subtotal de Materiales:					186,40

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0,00

Mano de Obra					
Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Peon		14,0000	3,18	0,0250	1,11
Albañil		2,0000	3,22	0,0250	0,16
Maestro mayor		1,0000	3,57	0,0250	0,09
Subtotal de Mano de Obra:					1,36

Costo Directo Total: 188,04

COSTOS INDIRECTOS

	20 %	37,61
Precio Unitario Total		225,65

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

Fecha:

Descrip.: Suministro e Instalación de malla electrosoldada

Codigo: 7

Unidad: m2

Especif: **Rend (H/U):** 0,0250

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	%MO	5%MO			0,02
Subtotal de Equipo:					0,02

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Malla Electrosoldada 6,25x2,40 d=8,5mm c/d 15x15cm, fy=6000Kg/cm2	m2	1,0500	6,28		6,59
Alambre galvanizado # 18	Kg	0,0500	2,46		0,12
Alambre galvanizado # 14	Kg	0,0500	2,46		0,12
Subtotal de Materiales:					6,83

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0,00

Mano de Obra					
Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	
Maestro mayor	1,0000	3,57	0,0250	0,09	
Fierrero	1,0000	3,22	0,0250	0,08	
Peon	2,0000	3,18	0,0250	0,16	
Subtotal de Mano de Obra:					0,33

Costo Directo Total: 7,18

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1,44

Precio Unitario Total	8,62
------------------------------------	-------------

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL A GRAVEDAD DE 500 M DE LONGITUD

Fecha:

Descrip.: Suministro e Instalación de Banda PVC de 10 cm.

Codigo: 8

Unidad: m

Especif: **Rend (H/U):** 0,0300

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta					
Descripción		Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Herramienta menor	%MO	5%MO			0,02
Subtotal de Equipo:					0,02

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Cinta flexible para el sellado de juntas de construcción PVC 15cm	Ml	1,0200	7,70		7,85
Alambre galvanizado # 18	Kg	0,0500	2,46		0,12
Subtotal de Materiales:					7,97

Transporte					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:					0,00

Mano de Obra					
Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Maestro mayor		1,0000	3,57	0,0300	0,11
Fierrero		1,0000	3,22	0,0300	0,10
Peon		2,0000	3,18	0,0300	0,19
Subtotal de Mano de Obra:					0,40

Costo Directo Total: 8,39

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1,68

Precio Unitario Total	10,07
------------------------------------	--------------

EGDO. FRANCISCO CHARCOPA C.

Urkund Analysis Result

Analysed Document: WORD-DISEÑO DE UN CANAL TRAPEZOIDAL - FRANCISCO CHARCOPA CELI.docx (D16343640)
Submitted: 2015-11-23 18:34:00
Submitted By: agromero@utmachala.edu.ec
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

Revisado por :



Ing. Angel Romero Valdiviezo
DOCENTE DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL