UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

Facultad de Ciencias Técnicas

Carrera de Ingeniería Civil

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“Estudio Hidráulico del Drenaje del Relleno Sanitario de la Ciudad de Jipijapa”.

AUTOR:

Jawaharlal Javier Arias Acebo

TUTOR DEL PROYECTO:

Ing. Pablo Gallardo Armijos

Jipijapa – Manabí - Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

El contenido, análisis de resultados y conclusiones del presente Proyecto de Investigación cuyo tema es: **"Estudio Hidráulico del Drenaje del Relleno Sanitario de la Ciudad de Jipijapa",** son de exclusiva responsabilidad de su autor Arias Acebo Jawaharlal Javier, egresado de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Carrera de Ingeniería Civil. En tal virtud, autorizo a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, el uso del contenido con fines exclusivamente de investigación o académicos.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Jipijapa, 25 de septiembre de 2019

Jawaharlal A.

Jawaharlal Javier Arias Acebo

1312676347

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ingeniero Pablo Gallardo Armijos, en calidad de Tutor de Proyecto de Titulación/Investigación de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, certifico:

Que habiendo culminado bajo mi dirección y seguimiento técnico-metodológico el Proyecto de Investigación denominado: **"Estudio Hidráulico del Drenaje del Relleno Sanitario de la Ciudad de Jipijapa",** perteneciente al Señor ARIAS ACEBO JAWAHARLAL JAVIER, Egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, y luego de que el mismo ha cumplido con los requisitos académicos y normas reglamentarias vigentes en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, este puede ser entregado y sometido a la evaluación del respectivo Tribunal Examinador.

Ing. Pablo Gallardo Armijos

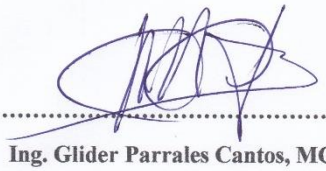
Tutor de Proyecto de Titulación

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Proyecto de Titulación sometido a consideración de la Comisión de Titulación de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Estatal de Sur de Manabí como requisito parcial para obtener el título de ingeniería Civil.

TEMA: "Estudio Hidráulico del Drenaje del Relleno Sanitario de la Ciudad de Jipijapa"

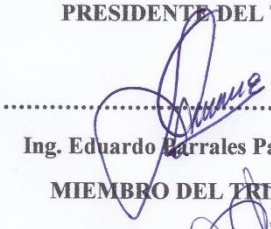
APROBADO POR EL TRIBUNAL EXAMINADOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN.



.....

Ing. Glider Parrales Cantos, MG.SC.

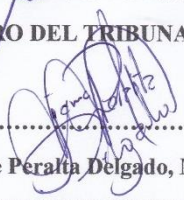
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



.....

Ing. Eduardo Parrales Parrales, MG.SC.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



.....

Ing. Jaime Peralta Delgado, MG.SC.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Martha Álvarez Álvarez MG.SC.

MIENBRO DEL TRIBUNAL

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis Padres, a mis Hermanos, quienes siempre me estuvieron apoyando, dándome fuerzas y ánimos para seguir adelante, para que logre alcanzar todas mis metas.

Reconocimiento

Agradezco infinitamente a Dios por darme una familia maravillosa que siempre estuvieron conmigo incondicionalmente, a mi tutor el Ing. Pablo Gallardo, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

En el presente estudio se abordó el tema del **"Estudio Hidráulico del Drenaje del Relleno Sanitario de la Ciudad de Jipijapa"** con la finalidad de proveer al relleno sanitario de un sistema de drenaje que sea capaz de evacuar las aguas lluvias que intenten ingresar desde las quebradas hacia las celdas emergentes de desechos, para el cálculo del caudal de diseño se utilizó el método racional americano, ya que este es uno de los más utilizados por su veracidad y facilidad de cálculo, se tomaron datos en el sitio de estudio para determinar parámetros como son el coeficiente de escorrentía, ubicación de obras existentes etc.

Para calcular las secciones óptimas para el sistema de drenaje del relleno sanitario de Jipijapa, se utilizó la metodología de Manning, dentro de estas secciones se determinaron incógnitas como el tirante hidráulico, la velocidad de cada tramo, el caudal a transportar por dicho tramo. Etc. Para el tramo cuya pendiente excede el 10% entrando en el flujo supercrítico, de diseño un canal de pantallas deflectoras, para de esta manera lograr disipar la energía de agua y que esta no erosione la solera del canal garantizando la durabilidad y operabilidad del canal y el sistema de desagüe.

Palabras Claves: Canales, Estudio Hidráulico.

SUMMARY

In the present study the subject of the "Hydraulic Study and Drainage of the Sanitary Landfill of the City of Jipijapa" was approached with the purpose of providing the sanitary service of a drainage system able to evacuate the waters that try to enter from the ravines towards the cells emerging from waste, for the calculation of design flow in the same way as the American environment, for the future. such as the runoff coefficient, location of existing works, etc.

To calculate the optimal sections for the drainage system of the Jipijapa sanitary landfill, it is the management technique, within these sections are determined unknowns such as the hydraulic tension, the speed of each section, the flow and the transport of said stretch. Etc. For the section whose slope exceeds 10% entering the supercritical flow, channel design of baffle screens, in order to achieve the water energy and that there is no erosion in the channel hearth guaranteeing the durability and operability of the Canal and the design system.

Key Words: Channels, Hydraulic Study.

INDICE

DEDICATORIA 5

RECONOCIMIENTO 6

RESUMEN 7

SUMMARY 8

INDICE 9

1.INTRODUCCIÓN 14

2.OBJETIVOS 15

2.1. OBJETIVO GENERAL 15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 15

3. MARCO TEÓRICO 16

3.1. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LOS CANALES 16
3.1.1. GENERALIDADES 16
3.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS CANALES 16
3.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS CANALES 19
3.3. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LOS CANALES 20
3.4. CLASIFICACIÓN DEL FLUJO EN CANALES ABIERTOS 23
3.4.1. ESTADOS DEL FLUJO 24
3.5. VELOCIDADES ADMISIBLES 25
3.6. PRINCIPIOS DE ENERGÍA 25
3.6.1. ENERGÍA ESPECÍFICA 25
3.6.2. CRITERIO PARA EL ESTADO CRÍTICO DE FLUJO 29
3.6.3. FENÓMENOS LOCALES 30
3.6.4. EL FLUJO CRÍTICO 31

3.7. RÉGIMEN PERMANENTE Y UNIFORME 32
3.7.1. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO UNIFORME 32
3.7.2. EXPRESIÓN DE LA VELOCIDAD EN FLUJO UNIFORME 34
3.7.3. ECUACIÓN DE MANNING 35
3.8. ESCORRENTÍA 39
3.9. MÉTODO RACIONAL 39
3.9.1. INTENSIDAD DE LLUVIA 40
3.10. CANAL DE PANTALLAS DEFLECTORAS 42

4. MATERIALES Y METODOS 44

4.1. MATERIALES 44
4.2. MÉTODOS 44
4.3. DE CAMPO 44
4.4. BIBLIOGRÁFICO 45
4.5. PROCEDIMIENTO 45

4.ANALISIS DE RESULTADOS 46

4.1. DEFINIR LAS CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS Y PLUVIOMÉTRICAS DE LA CUENCA DE ESTUDIO. 46
4.1.1. UBICACIÓN 46
4.1.2. PRECIPITACIONES 47
4.1.3. TEMPERATURA 49
4.1.4. HELIOFANIA 50
4.1.5. NUBOSIDAD 50
4.1.6. HUMEDAD RELATIVA 51
4.1.7. TABLA DE RESUMEN 52
4.2. OBJETIVO 2: DESARROLLAR UN DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL DEL SITIO DONDE SE UBICA EL RELLENO SANITARIO. 53
4.2.1. TRAZADO 53
4.2.2. CALCULO DE PENDIENTE 54
4.2.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 55
4.2.4. INTENSIDAD DE LLUVIA 55
4.2.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 56
4.2.6. CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO UTILIZANDO EL MÉTODO RACIONAL AMERICANO 59
4.2.7. CALCULO DE LAS SECCIONES DEL CANAL DEL TRAMO 1-2 61

4.3. OBJETIVO 3: ELABORAR UN PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PLANTEADO 68
4.3.1. PRESUPUESTO REFERENCIAL 68

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 69

5.1. CONCLUSIONES 69
5.2. RECOMENDACIONES 70

6. BIBLIOGRAFÍA 71

7. ANEXOS 74

Índice de Tablas

Tabla 1. Taludes apropiados para distintos tipos de materiales en el diseño de canales _____ *21*

Tabla 2. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n) para ser aplicado en su ecuación. *21*

Tabla 3 Velocidades máximas y coeficientes de rugosidad recomendados _____ *25*

Tabla 4. Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad _____ *38*

Tabla 5. Curvas IDF _____ *40*

Tabla 6 Datos de la Estación Julcuy para el tiempo de concentración _____ *47*

Tabla 7 Datos de intensidades para distintas duraciones y periodos de retorno _____ *47*

Tabla 8Datos de temperatura de estación Julcuy _____ *49*

Tabla 9 Datos de Heliofania de la Estación Julcuy _____ *50*

Tabla 10Datos de Nubosidad media de la Estación de Julcuy _____ *50*

Tabla 11 Datos de Humedad relativa de la Estación Julcuy _____ *51*

Tabla 12Tabla de resumen de los datos meteorológicos de la estación Julcuy _____ *52*

Tabla 13 Resumen del trazado del canal A1 _____ *53*

Tabla 14 Resumen del trazado del canal A2 _____ *54*

Tabla 15 Coeficientes de escorrentía según la metodología de Prevert _____ *56*

Tabla 16 Coeficientes de escorrentía según la metodología de Raws _____ *57*

Tabla 17 Calculo del coeficiente de escorrentía ponderado de la Cuenca del Relleno Sanitario de Jipijapa _____ *58*

Tabla 18 Caudal de diseño de los tramos del sistema de drenaje del Relleno Sanitario de Jipijapa _____ *60*

Tabla 19 Coeficiente de rugosidad de Manning para distintos materiales _____ *61*

Tabla 20 Secciones del sistema de drenaje del Relleno Sanitario de Jipijapa _____ *64*

Tabla 21 Espesores de recubrimiento y ceja del CPD _____ *65*

Tabla 22 Presupuesto referencial para la construcción del sistema de drenaje _____ *68*

Índice de Figuras

Figura 1. Flujo en conductos ____ *16*

Figura 2. Vista en Perfil de Sección Transversal Irregular ____ *17*

Figura 3. Vista en Planta de Sección Transversal Irregular ____ *17*

Figura 4.Canal Rectangular ____ *18*

Figura 5.Canal Prismático ____ *19*

Figura 6. Secciones artificiales transversales tipos ____ *19*

Figura 7. Elementos geométricos más importantes. ____ *20*

Figura 8. Elementos geométricos de las secciones de un canal ____ *23*

Figura 13. Energía total en una sección de un canal. ____ *26*

Figura 14. Flujo a superficie libre en un canal abierto ____ *26*

Figura 15. Curva de energía especifica. ____ *28*

Figura 16. Caída libre interpretada mediante una curva de energía especifica ____ *30*

Figura 17. Resalto Hidráulico interpretado mediante las curvas de energía específica y fuerza especifica. ____ *31*

Figura 18. Establecimiento de flujo uniforme en un canal largo ____ *33*

Figura 19 Planta del CPD ____ *42*

Figura 20 Corte del CPD ____ *43*

Figura 21 Esquema geométrico y de refuerzo estructural sugerido ____ *43*

Figura 22 Imagen Satelital del Relleno Sanitario ____ *46*

Figura 23 Curvas IDF correspondientes a la Estación Julcuy ____ *48*

1. INTRODUCCIÓN

El drenaje superficial consiste en un conjunto de técnicas que permiten eliminar cualquier exceso de agua que se presente sobre la superficie del suelo, con el objetivo de proporcionar a éstos un medio adecuado para su normal desarrollo y mantener el suelo en condiciones favorables.

En los rellenos sanitarios importante estudiar la precipitación pluvial del lugar para prever las características hidráulicas de los drenajes y las obras que se vayan a construir, a fin de desviar la escorrentía superficial y atenuar la producción de lixiviados, y por ende evitar la contaminación de las aguas. Estas obras constituyen la manera más efectiva para reducir el volumen del líquido percolado y también a mejorar las condiciones de la operación.

El presente estudio contribuye a la implementación de un sistema de drenaje exterior para el relleno sanitario de Jipijapa, ubicado en el Km 5 vía Jipijapa – Guayaquil, para de esta manera evitar que las aguas lluvias ingresen al sitio y produzca efectos erosivos o contaminantes en cuerpo del relleno sanitario.

El estudio se basa en realizar el cálculo, diseño, planos del sistema de drenaje, para dar solución a los problemas que se generan por el ingreso de las aguas lluvias al relleno sanitario y conducir este caudal de manera eficaz hacia los afluentes o quebradas naturales del sector. Se describe los parámetros hidráulicos y sus especificaciones técnicas basadas en las normativas vigentes en nuestro país.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar el estudio hidráulico del drenaje del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.

2.2. Objetivos Específicos

- Definir las características climatológicas y pluviométricas de la cuenca de estudio.
- Desarrollar un diseño hidráulico de las obras del sistema de drenaje superficial del sitio donde se ubica el relleno sanitario.
- Elaborar un presupuesto referencial del proyecto planteado.

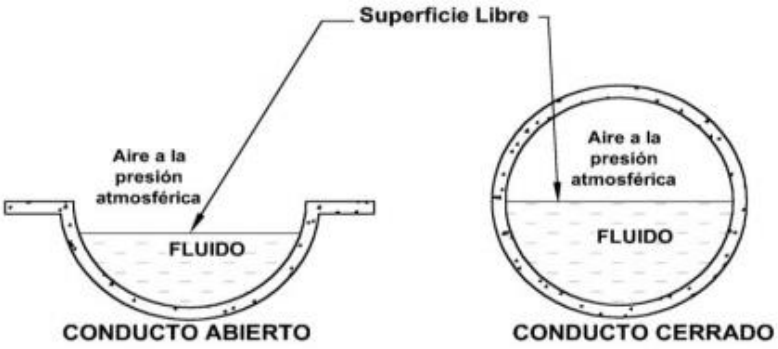
3. MARCO TEÓRICO

3.1. Principios Fundamentales de los canales

3.1.1. Generalidades

El escurrimiento o flujo de agua en un conducto puede ser un escurrimiento en canal abierto o en tubería. Las dos clases de escurrimiento son similares en muchos aspectos, pero difieren en un punto importante: El escurrimiento en canal abierto debe tener una superficie libre y fluir estrictamente por acción de la gravedad, mientras que el escurrimiento en tubería no presenta superficie libre de agua, debe llenar el conducto totalmente en su sección transversal. (Carmona González, 2009)

Figura 1. Flujo en conductos



Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

3.1.2. Clasificación de los canales

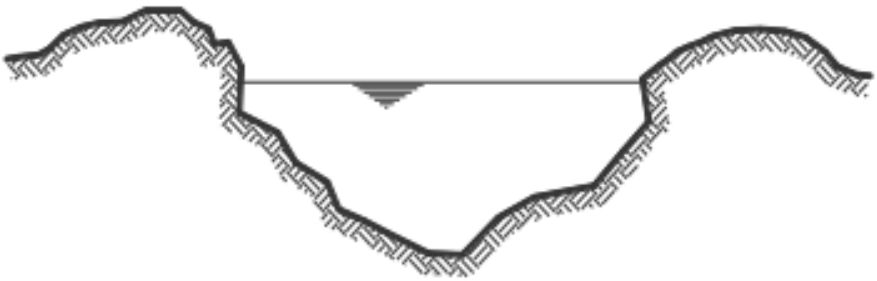
Los canales (conductos a superficie libre), se pueden utilizar en los siguientes casos:

3.1.2.1. Canales Naturales

Dentro de estos tipos de canales están incluidos todos los cursos o rutas de aguas de origen natural existente en el planeta, estos varían entre pequeños arroyuelos hasta en las zonas montañosas, hasta quebradas, ríos grandes y pequeños.

Las secciones de estos canales de origen natural son muy irregulares y varias durante todo su recorrido (Fig.2 y 3) los mismo que en sus alineaciones y aspereza del lecho.

Figura 2. Vista en Perfil de Sección Transversal Irregular



Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

Figura 3. Vista en Planta de Sección Transversal Irregular

Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

3.1.2.2. Canales Artificiales

Estos canales son aquellos desarrollados por el hombre, tales como lo son los canales de riego, los de control de inundaciones, los canales de navegación, canales de centrales hidroeléctricas, las cuentas construidas a lo largo de las carreteras etc. Los canales artificiales normalmente se los diseñan para tener una forma geométrica regular.

La sección del canal se refiere al perfil transversal tomado en dirección perpendicular al flujo que escurre por este, estas secciones son las siguientes:

Secciones Abiertas

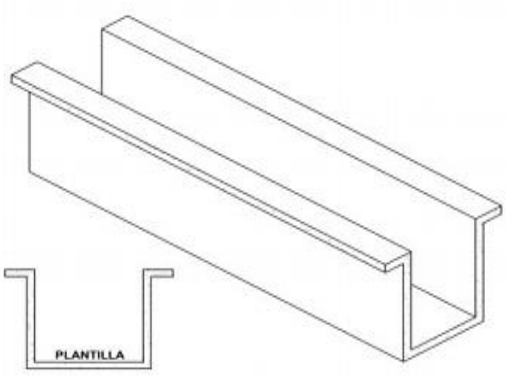
Sección trapezoidal: estas secciones normalmente se usan en canales de tierra ya que dotan de pendientes necesarias para la estabilidad del talud, y en los canales con revestimiento.

Sección rectangular: como esta sección tiene dos lados completamente verticales, se utilizan para canales construidos con materiales estables como acueductos de madera, canales excavados en roca y canales revestidos.

Sección triangular: esta sección se usa para cunetas de drenaje de las carreteras, para canales pequeños ubicados en tierra, o para drenaje superficial de las plataformas de una celda siempre y cuando estos sean revestidos.

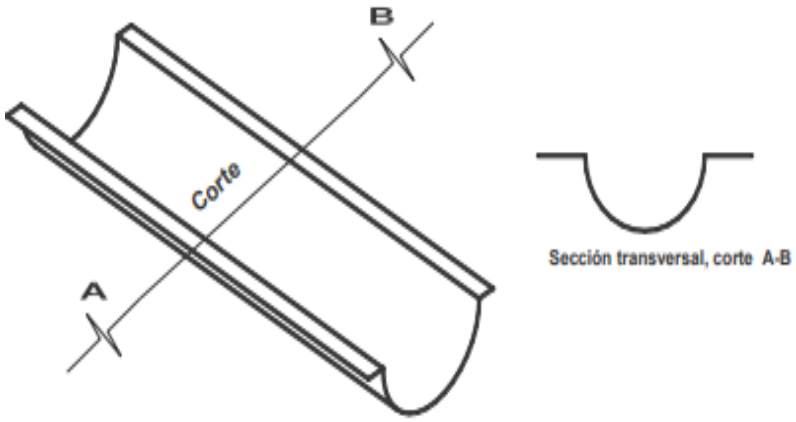
Sección parabólica: se usan en canales revestidos y esta es la forma que adoptan muchos de los canales naturales y los canales de tierra viejos.

Figura 4.Canal Rectangular



Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

Figura 5.Canal Prismático



Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

Secciones Cerradas

Sección circular: la sección circular es la más común utilizada para alcantarillados.

Sección parabólica: Se usan para estructuras hidráulicas de gran importancia.

Figura 6. Secciones artificiales transversales tipos

Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

3.2. Características geométricas de los canales

Los canales naturales incluyen todos los cursos de agua que existen naturalmente sobre la tierra, variando en tamaño y forma.

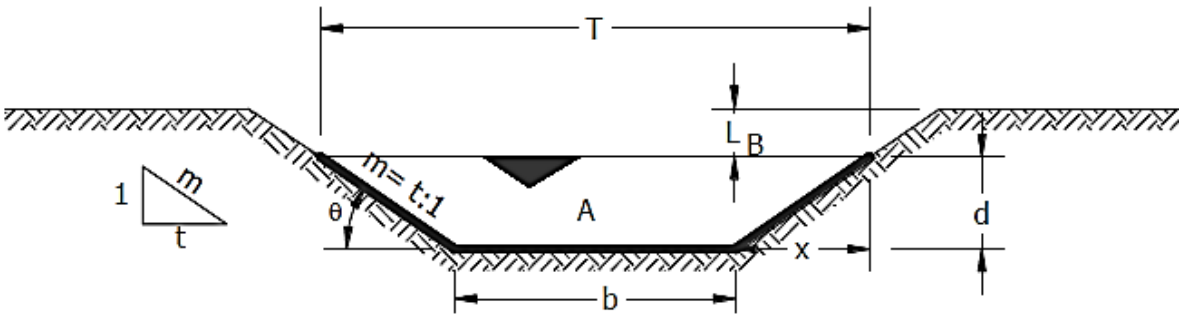
Las propiedades hidráulicas de los canales naturales son generalmente muy irregulares. En algunos casos se pueden hacer hipótesis empíricas razonablemente consistentes con las observaciones actuales y la experiencia se puede hacer de tal forma que las condiciones de flujo en estos canales sean adecuadas al tratamiento analítico de la hidráulica teórica. Un

estudio comprensivo del procedimiento del flujo en canales naturales requiere un conocimiento de otros campos, tal como hidrología, geomorfología, transporte de sedimentos, etc. (Carmona González, 2009)

3.3. Elementos geométricos de los canales

Las características geométricas de la sección del canal son definidos en su totalidad por la geometría de dicha sección y profundidad del flujo de la misma. Estos elementos son de gran importancia y se utilizan para el cálculo del flujo. Para las secciones regulares los elementos geométricos se expresan matemáticamente en términos de profundidad del flujo y de las otras dimensiones de la sección. La forma o sección transversal mayormente utilizada es la sección transversal como se muestra en la fig.7

Figura 7. Elementos geométricos más importantes.



Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

Tirante de agua o profundidad de flujo "d": esta es la distancia vertical que existe entre la parte más baja del canal hasta la superficie libre, en otras palabras, esta es la profundidad máxima que alcanza el agua en el canal.

Ancho superficial o espejo de agua "T": es la distancia horizontal de la superficie del agua en el canal. En m.

Talud "m": Es la relación de la proyección horizontal a la vertical de la pared lateral (s) llama también talud de las paredes laterales del canal). Es decir "m" es el valor de la

proyección horizontal cuando la vertical es 1, aplicando relaciones trigonométricas. Es la cotangente del ángulo de reposo del material (θ), es decir y depende del tipo $m = \frac{x}{d}$; y depende del tipo de material en que se construya el canal, a fin de evitar derrumbes (ver Tabla 1).

Tabla 1. Taludes apropiados para distintos tipos de materiales en el diseño de canales

Material	**Talud**	**Valor de θ**
Roca ligeramente alterada	0.25:1	75º 58′
Mampostería	0.4:1 y 0.75:1	68º 12′
Roca sana y tepetate duro	1:1	45º
Concreto	1:1 ó 1.25:1	45º y 38º 40′
Tierra arcillosa, arenisca, tepetate blando	1.5:1	33º
Material poco estable, arena, tierra arenisca.	2:1	26º

Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

Coeficiente de rugosidad "n": este coeficiente depende del tipo de material a utilizarse en la construcción. (ver Tabla 2).

Tabla 2. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n) para ser aplicado en su ecuación.

Tipo de Material	**Valores**		
	Mínimo	**Normal**	**Máximo**
Roca (con saliente y sinuosa)	0.035	0.040	0.050
Tepetate (liso y uniforme)	0.025	0.035	0.040
Tierra	0.017	0.020	0.025
Mampostería seca	0.025	0.030	0.033
concreto	0.013	0.017	0.020
Polietileno (PVC)	0.007	0.008	0.009

Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

Pendiente (S): es el desnivel o caída longitudinal existente en la rasante del canal

Área hidráulica (A): es la superficie que ocupa transversalmente el agua en una sección del canal. (Fig. 7), se expresada en m2.

Perímetro mojado (P): es la distancia de la línea del contorno del área mojada entre el agua y las paredes del canal, (línea resaltada Fig. 7), expresado en m.

Radio hidráulico (R): es el cociente del área hidráulica y el perímetro mojado. $R = A/P$, en m.

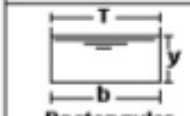
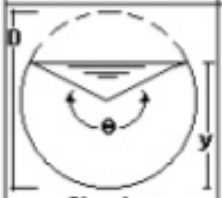
Tirante medio (dm): es el área hidráulica dividida por el ancho de la superficie libre del agua *(T)*. $dm = A/T$, se expresa m.

Libre bordo (Lb): es la distancia que hay desde la superficie libre del agua hasta la corona del bordo, se expresa en m.

Caudal (Q): es la cantidad o volumen de agua que atraviesa en una sección del canal expresado en m^3/s.

Velocidad media (V): es con la que el agua fluye en el canal, expresado en m/s (Rodriguez Ruiz, 2008).

Figura 8. Elementos geométricos de las secciones de un canal

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\,\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
Parabólica	$2/3\ Ty$	$T+\frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Fuente: (Vasquez Ramirez, 2012)

3.4. Clasificación del flujo en Canales Abiertos

El flujo en canales abiertos puede clasificarse en muchos tipos y describirse de varias maneras. La siguiente clasificación se hace de acuerdo con el cambio de los parámetros profundidad, velocidad, área etc. del flujo con respecto al tiempo y al espacio.

La clasificación del flujo en canales abiertos se resume de la siguiente manera:

A. Flujo permanente
   - Flujo variado

B. Flujo no permanente
   - Flujo uniforme no permanente (raro)

- Flujo variado no permanente

Flujo uniforme y flujo variado

Esta clasificación obedece a la utilización del espacio como variable. El flujo es uniforme si los parámetros (tirante, velocidad, área, etc.), no cambian con respecto al espacio, es decir, en cualquier sección del canal los elementos del flujo permanecen constantes.

Matemáticamente se pueden representar:

$$\frac{dd}{dl} = 0; \quad \frac{dV}{dl} = 0; \quad \frac{dA}{dl} = 0$$

Si los parámetros varían de una sección a otra, el flujo se llama no uniforme o variado, es decir:

$$\frac{dd}{dl} \neq 0; \quad \frac{dV}{dl} \neq 0; \quad \frac{dA}{dl} \neq 0$$

Un flujo uniforme puede ser permanente o no permanente, según cambie o no la profundidad con respecto al tiempo. (Basanta & Parra Loynaz, 2007)

3.4.1. Estados del flujo

El estado o comportamiento del flujo en canales abiertos está gobernado básicamente por los efectos de viscosidad y gravedad en relación con las fuerzas inerciales del flujo. La tensión superficial del agua puede afectar el comportamiento del flujo bajo ciertas circunstancias, pero no juega un papel significativo en la mayor parte de los problemas de canales abiertos que se presentan en ingeniería (Basanta & Parra Loynaz, 2007).

3.5. Velocidades admisibles

Las velocidades máximas admisibles en tuberías o colectores dependen del material de fabricación. Se recomienda usar los valores que constan en la siguiente tabla.

Tabla 3 Velocidades máximas y coeficientes de rugosidad recomendados

Material	Velocidad Máxima (m/s)	Coeficiente de Rugosidad
Hormigón Simple:		
con uniones de mortero	4	0,013
con uniones de neopreno para nivel freático alto	3,5 - 4	0,013
Asbesto cemento	4,5 - 5	0,011
Plástico	4,5	0,011

Fuente: (Secretaria del Agua, 2018)

Para tuberías de PVC tienen aprobación certificada INEN para velocidades máximas hasta 9m/s, según la recomendación de los fabricantes

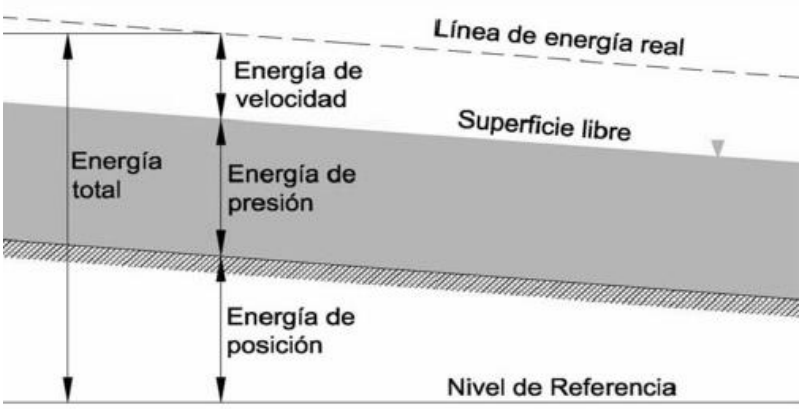
3.6. Principios de Energía

3.6.1. Energía Específica

La energía total de cualquier línea de corriente que pasa a través de una sección se define como la suma de las energías de posición, más la de presión y más la de velocidad, es decir:

ENERGIA TOTAL = Energía de posición + Energía de presión + Energía de velocidad.

Figura 9. Energía total en una sección de un canal.



Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

En general, para un canal de pendiente constante y de sección transversal cualquiera (ver Figura 16), la energía total, H, se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 1.

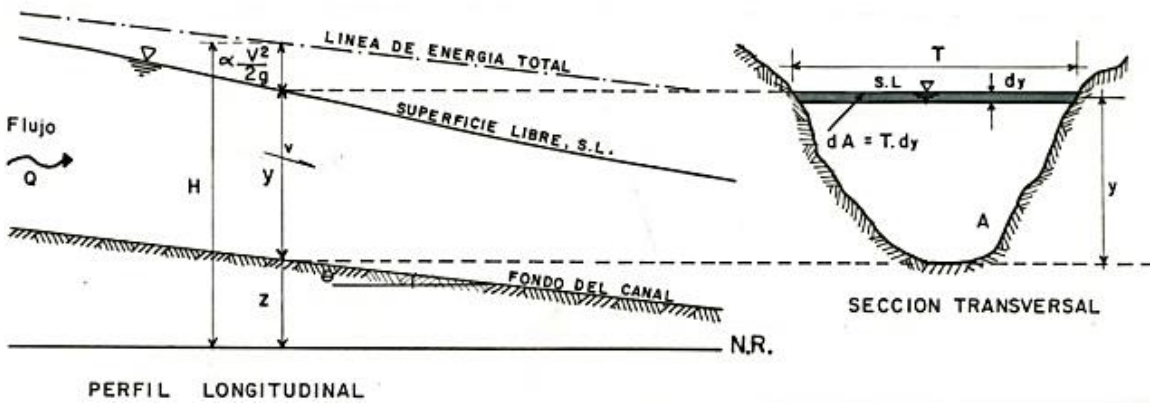
$$H = z + y\cos^2\theta + \frac{\alpha V^2}{2g}$$

Y en términos de caudal, así:

Ecuación 2.

$$H = z + y\cos^2\theta + \frac{\alpha Q^2}{2gA^2}$$

Figura 10. Flujo a superficie libre en un canal abierto



Fuente: (Marbello Pérez, 2014)

Donde, θ es el ángulo que forma el fondo del canal con la horizontal, y α es el coeficiente de corrección por distribución de velocidades no uniforme, más conocido como el coeficiente de Coriolis.

Los términos de la ecuación (4) y (5) expresan energía por unidad de peso del líquido, y tienen dimensiones de longitud. La energía total, H, se mide con respecto a un plano horizontal de referencia. (Véase la Figura 16).

A la suma z + y $\cos^2\theta$ comúnmente se le llama cota piezométrica, y obsérvese que, para todas las secciones, a lo largo del canal, dicha suma coincide con la superficie libre del flujo; por ello, a la línea que une las cotas piezométricas se le llama Línea Piezométrica o Gradiente Hidráulico. (Véase la Figura 16).

La energía específica, E, en la sección de un canal, se define como la energía que posee el flujo, por unidad de peso del agua que fluye a través de la sección, medida con respecto al fondo del canal, y se expresa así:

Ecuación 3.

$$E = y\cos^2\theta + \frac{\alpha\, Q^2}{2g}$$

Y, en función del caudal, así:

Ecuación 4.

$$E = y\cos^2\theta + \frac{\alpha\, Q^2}{2gA^2}$$

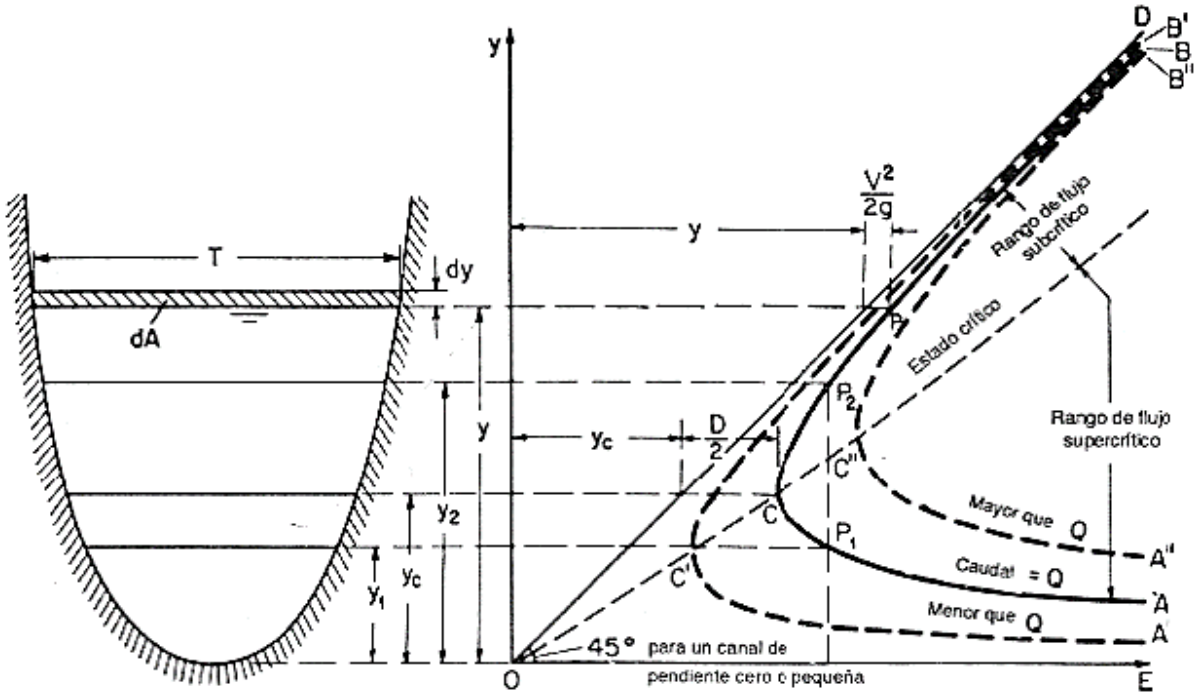
Esto equivale a la suma de la profundidad del flujo, multiplicada por $\cos^2\theta$, y la cabeza de velocidad correspondiente, aceptando que la variación de presiones con la profundidad

sigue la ley hidrostática. Suponiendo que Q es constante y A es función de la profundidad del flujo, la energía específica es función exclusiva de esta última.

La línea que representa la energía total, H, de una corriente, tiene todos sus puntos a una distancia $\boldsymbol{\alpha v^2/2g}$ sobre la superficie del agua, y se llama Línea de Energía Total o Gradiente de Energía. (Véase la Figura 16).

Para un flujo permanente, es decir, Q es invariable en el tiempo, se obtiene una curva E vs y que define las características y condiciones del flujo, y, a su vez, permite predecir cambios en el régimen de éste y en el perfil de la superficie libre. (Ver la Figura 17). (Marbello Pérez, 2014).

Figura 11. Curva de energía especifica.



Fuente: (Marín Cordova, Menjívar Leonardo, & Zavaleta Linares, 2012)

3.6.2. Criterio para el estado crítico de flujo

El estado crítico de flujo ha sido definido anteriormente como la condición para el cual el número de Froude es igual a la unidad o definición más común es el estado de flujo para el cual la energía especifica es mínima para un caudal determinado.

En el estado crítico de flujo la energía especifica es mínima, o dE/dy= 0. La anterior ecuación, por consiguiente, da:

Ecuación 5.

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{D}{2}$$

Este es el criterio para el flujo crítico, el cual establece que en el estado crítico del flujo la altura de velocidad es igual a la mitad de la profundidad hidráulica. La ecuación anterior se puede representar de la siguiente forma:

Ecuación 6.

$$\frac{V}{\sqrt{gD}} = \frac{D}{2}$$

Para un canal con un ángulo de pendiente grande y un coeficiente de energía "α", el criterio de flujo critico queda:

Ecuación 7.

$$\alpha\ \frac{V^2}{2g} = \frac{D\cos\theta}{2}$$

Donde D es la profundidad hidráulica del área mojada perpendicular al fondo del canal. En este caso, el número de Froude puede definirse como (Ven Te Chow, 2004):

Ecuación 8.

$$F = \frac{V}{\sqrt{\frac{g\ D \cos\theta}{\alpha}}}$$

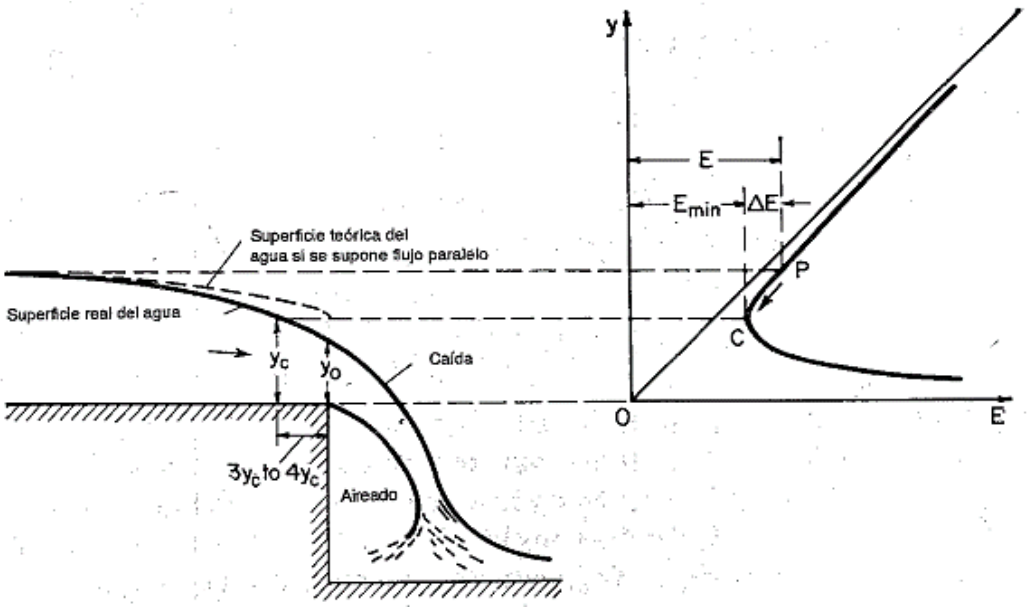
3.6.3. Fenómenos Locales

Un fenómeno local es si el cambio ocurre con rapidez a lo largo de una distancia relativamente corta y el flujo es rápidamente variado. A continuación, se describen dos fenómenos locales:

Caída Hidráulica. Un cambio rápido en la profundidad de flujo de un nivel alto a un nivel bajo resultara en una depresión abrupta de la superficie del agua, entonces caída hidráulica es un fenómeno causado por un cambio abrupto en la pendiente del canal o en la sección transversal. (Ven Te Chow, 2004)

Caída libre. Es un caso especial de la caída hidráulica, esta ocurre cuando existe una discontinuidad en el fondo de un canal plano. (Ver figura 18). (Ven Te Chow, 2004)

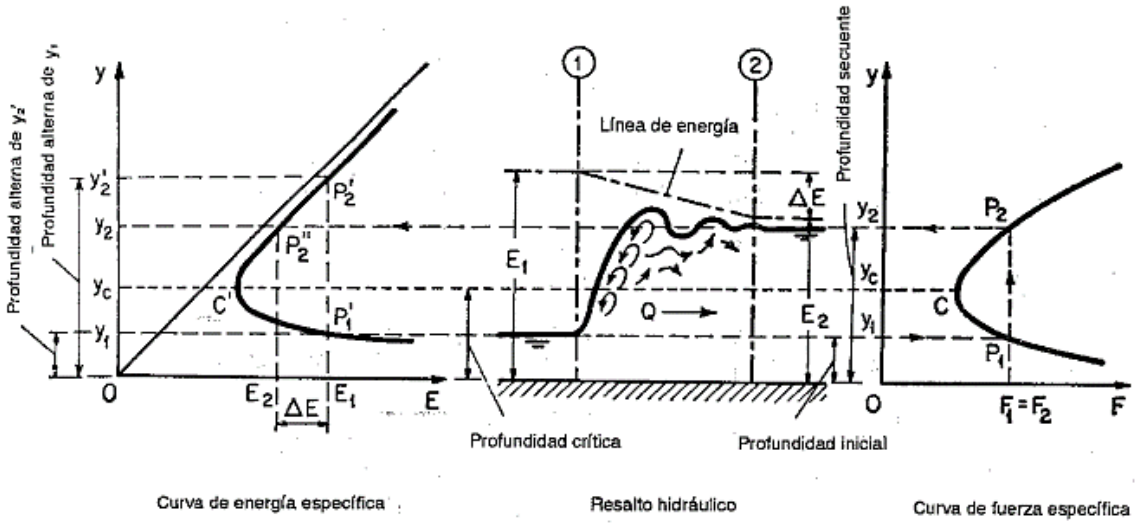
Figura 12. Caída libre interpretada mediante una curva de energía especifica



Fuente: (Ven Te Chow, 2004)

Resalto Hidráulico. Cuando el cambio rápido en la profundidad de flujo es desde un nivel bajo a un nivel alto, a menudo el resultado es una subida abrupta de la superficie del agua. (Ver figura 19). (Ven Te Chow, 2004)

Figura 13. Resalto Hidráulico interpretado mediante las curvas de energía específica y fuerza especifica.



Fuente: (Ven Te Chow, 2004)

Si el resalto es bajo, es decir, si el cambio en la profundidad es pequeño, el agua no subirá de manera abrupta, sino que pasara del nivel bajo al nivel alto a través de una serie de ondulaciones que van disminuyendo gradualmente de tamaño, a tal resalto se conoce como ***resalto ondulatorio.***

Cuando el resalto es alto, es decir, cuando el cambio en la profundidad es grande se le conoce como ***resalto directo.*** (Ven Te Chow, 2004)

3.6.4. El flujo crítico

Tal como se describió anteriormente, el estado crítico del flujo a través de una sección de canal se caracteriza por varias condiciones importantes. En resumen, estas son:

1) La energía específica es mínima para un caudal determinado.

2) El caudal es máximo para esa energía específica.

3) La carga de velocidad es igual a la mitad de la profundidad hidráulica.

4) El número de Froude es igual a la unidad.

5) La velocidad del flujo crítico en un canal rectangular, es igual a la celeridad de pequeñas ondas gravitacionales en aguas poca profundas causadas por perturbaciones locales.

$V = \sqrt{gy} = Ondas\ superficiales$, por ello las ondas generadas por la caída de una piedra en la corriente no pueden remontar el flujo crítico $V_o = V_c$.

Los análisis sobre el estado crítico de flujo se han referido principalmente a una sección particular de canal, conocida como ***sección crítica***. Si el estado crítico del flujo existe a través de toda la longitud del canal o a lo largo de un tramo de éste, el flujo en el canal es un ***flujo crítico*** (Ven Te Chow, 2004).

3.7. Régimen Permanente y Uniforme

3.7.1. Características del flujo uniforme

Se considera que el flujo uniforme tiene las siguientes características principales: 1) la profundidad, el área mojada, la velocidad y el caudal en cada sección del canal son constantes; 2) la línea de energía, la superficie del agua y el fondo del canal son paralelos; es decir, sus pendientes son todas iguales, o ***Sf = Sw = So = S.***

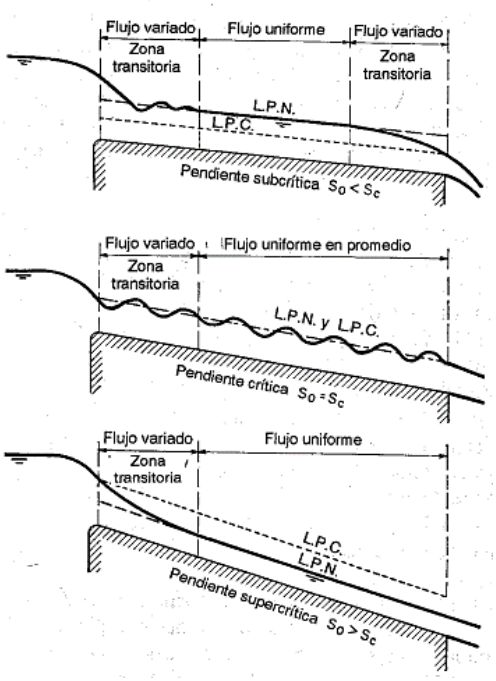
Se considera que el flujo uniforme es sólo permanente, debido a que el flujo uniforme no permanente prácticamente no existe. En corrientes naturales, aun el flujo uniforme permanente es raro, debido a que en ríos y corrientes en estado natural casi nunca se experimenta una condición estricta de flujo uniforme. A pesar de esta desviación de la realidad, a menudo se supone una condición de flujo uniforme para el cálculo de flujo en

corrientes naturales. Los resultados obtenidos a partir de esta suposición son aproximados y generales, pero ofrecen una solución relativamente simple y satisfactoria para muchos problemas prácticos. (Ven Te Chow, 2004)

Para mayor explicación, se muestra un canal largo con tres pendientes diferentes: subcrítica, crítica y supercrítica. (Figura 20). En la pendiente subcrítica (esquema superior de la figura 20) el agua en la zona de transición aparece ondulante. El flujo es uniforme en el tramo medio del canal, pero no uniforme o variado en los dos extremos. En la pendiente crítica (esquema intermedio de la figura 20) la superficie del agua del flujo crítico es inestable.

La profundidad del flujo uniforme se conoce como profundidad normal. En todas las figuras la línea de trazos largos representa la línea de profundidad normal, abreviada como L.P.N., y la línea de trazos cortos representa la línea de profundidad crítica o L.P.C (Ven Te Chow, 2004).

Figura 14. Establecimiento de flujo uniforme en un canal largo



Fuente: (Ven Te Chow, 2004)

3.7.2. Expresión de la velocidad en flujo uniforme

Para cálculos hidráulicos la mayor parte de ecuaciones prácticas de flujo uniforme pueden expresarse con la ecuación de flujo uniforme:

Ecuación 9.

$$V = C\,R^{x}\,S^{y}$$

Donde "V" es la velocidad media en pies/s, "R" es el radio hidráulico en pies, "S" es la pendiente de la energía "x" y "y" son exponentes; y "C" es un factor de resistencia al flujo, el cual varia con la velocidad media, el radio hidráulico, la rugosidad del canal, la viscosidad y muchos otros factores.

Tal como lo señalo Schneckenberg, una buena ecuación de flujo uniforme para un canal aluvial con transporte de sedimentos y flujo turbulento debería tener en cuenta todas las siguientes variables:

$\boldsymbol{A}$ el área mojada

$\boldsymbol{V}$ la velocidad media

$\boldsymbol{V_{ms}}$ la velocidad máxima en la superficie

$\boldsymbol{P}$ el perímetro mojado

$\boldsymbol{R}$ radio hidráulico

$\boldsymbol{y}$ la máxima profundidad del área mojada

$\boldsymbol{S_w}$ la pendiente de la superficie del agua

$\boldsymbol{\eta}$ un coeficiente de rugosidad del canal, conocido como *coeficiente de rugosidad*

$\boldsymbol{Q_s}$ la carga de sedimentos en suspensión

$\boldsymbol{Q_b}$ la carga de lecho

$\boldsymbol{\mu}$ viscosidad dinámica del agua

T temperatura del agua

Hay muchas ecuaciones de flujo, pero no todas cumplen con las variables antes mencionadas, pero las ecuaciones que son más utilizadas son las de Chezy y Manning. También se han deducido ecuaciones teóricas de flujo uniforme en base a distribución de velocidad teórica a través de la sección del canal (Marín Cordova, Menjívar Leonardo, & Zavaleta Linares, 2012).

3.7.3. Ecuación de Manning

Esta ecuación que en un principio fue dada en forma complicada por Manning y luego simplificada por otros, quedando dicha ecuación de la siguiente manera:

Ecuación 10.

$$V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V: velocidad media en pies/s

R: radio hidráulico en pies

S: pendiente de la línea de energía n: es el coeficiente de rugosidad de Manning.

Esta ecuación fue deducida a partir de siete ecuaciones diferentes, basada en datos experimentales de Bazin y además verificada mediante 170 observaciones. Ya que esta ecuación da resultados satisfactorios en aplicaciones prácticas y debido a su simplicidad, es la más utilizada en la práctica de cálculos de flujos de canales abiertos. Como clave para la determinación correcta del factor de rugosidad de Manning se tiene que estudiar cuatro enfoques generales, estos son:

1. Entender los factores que afectan el valor de "n", para conocer el problema y disminuir el rasgo de incertidumbre.

2. Consultar una tabla de valores comunes "n" para canales de diferentes tipos.

3. Examinar y familiarizarse con canales comunes y sus coeficientes de rugosidad.

4. Determinar "n" mediante un proceso analítico que se basa en la distribución de la velocidad teórica de la sección transversal y en los datos de medición de velocidad o rugosidad. (Marín Cordova, Menjívar Leonardo, & Zavaleta Linares, 2012)

3.7.3.1. Factores que afectan el coeficiente de rugosidad de Manning.

- *Rugosidad artificial*: Esta se representa por el tamaño, y la forma de los granos del material que forman el perímetro mojado y provocan un efecto retardador del flujo., granos fijos darán un valor pequeño de n.
- *Vegetación:* la vegetación puede considerarse como una clase de rugosidad superficial, además la vegetación, además esta puede reducir la capacidad del canal.
- *Irregularidad del canal:* esto incluye irregularidades en el perímetro mojado y variaciones en la sección transversal. En canales naturales estas irregularidades son producidas por ejemplo es presencia de barras de arena, ondas de arena; también si hay cambios abruptos de secciones pequeñas y grandes es necesario un n grande. Si el cambio de sección transversal fuera gradual no hay efectos apreciables en n.
- *Alineamiento del canal:* curvas suaves con radios grandes producirán valores de "n" relativamente bajos, pero en tantos sean curvas bruscas, su n aumentara.
- *Sedimentación y socavación:* la sedimentación puede cambiar un canal irregular en un canal relativamente uniforme y disminuir "n", en tanto la socavación hace lo contrario e incrementa el "n". Sin embargo, el efecto dominante de la socavación dependerá de la

naturaleza del material depositado. En tanto la socavación dependerá del material que conforme el perímetro mojado. Es de notar que el efecto de la socavación no es importante siempre y cuando la erosión en el lecho del canal causado por velocidades altas progrese igual e uniformemente.

- *Obstrucción:* la presencia de obstrucciones de troncos, pilas de puente y estructuras similares tienden a incrementar "n", la magnitud de este aumento dependerá de la naturaleza de las obstrucciones, de su tamaño, forma, número y distribución.
- *Tamaño y forma del canal:* un incremento en el radio hidráulico puede aumentar y disminuir "n".
- *Nivel y caudal:* en la mayor parte de las corrientes el valor de n disminuye con el aumento en el nivel y el caudal. Si el lecho y las bancas de un canal son igualmente suaves y regulares y la pendiente del fondo es uniforme, entonces el valor de "n" permanece constante para el cálculo de flujo. Esto ocurre principalmente en los canales artificiales. Cuando hay planicies de inundación "n" depende de la cubierta vegetal.

Todos los factores antes mencionados deben ser estudiados y evaluados, pero para una guía general para la buena escoriación, debe aceptarse que las condiciones que tiendan a inducir turbulencia y a causar retardo incrementaran el valor de "n", y aquellas que tiendan a reducir la turbulencia y el retardo disminuirán el valor de "n" (Marín Cordova, Menjívar Leonardo, & Zavaleta Linares, 2012).

Un científico llamado Cosan desarrollo un procedimiento para calcular n:

Ecuación 11.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$$

Donde "n_0"es un valor básico de "n" para un canal recto, "n" 1es un valor que debe de agregarse al "n_0" para corregir el efecto de las rugosidades superficiales, "n_2" es un valor para considerar las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal de canal, "n_3"es un valor para considerar las obstrucciones, "n_4"es un valor para considerar la vegetación y las condiciones de flujo, y "n_5" es un factor de corrección de los efectos por meandros en el canal.. (Ven Te Chow, 2004)

Tabla 4. Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: (Ven Te Chow, 2004)

3.8. Escorrentía

Se conoce como escorrentía "al término hidrológico que está representado como la lámina de agua que circula sobre una superficie en una cuenca de drenaje, o la altura en milímetros del agua lluvia escurrida y extendida, sobre la cuenca de drenaje" (Cuevas Gomez, 2014).

A partir del enunciado anterior el coeficiente de escorrentía se lo determina de la siguiente manera "El coeficiente de escorrentía (c) representa la fracción de agua del total de lluvia precipitada que realmente genera escorrentía superficial una vez se ha saturado el suelo por completo. Su valor depende de las características concretas del terreno que determinan la infiltración del agua en el suelo." (Ibáñez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011)

3.9. Método Racional

Este método asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña, ocurre cuando la totalidad de tal cuenca está contribuyendo al escurrimiento, y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio

El método racional es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño. Se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje urbano y rural. Y tiene la ventaja de no requerir de datos hidrométricos para la Determinación de Caudales Máximos.

La expresión utilizada por el Método Racional es:

Ecuación 12.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Dónde:

Q: Caudal máximo [m3/s]

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de la Lluvia de Diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al período de retorno seleccionado para el diseño (Curvas de I-D-F) [mm/h]

A: Área de la cuenca. [Ha]

360: factor de ajuste de unidades.

La fórmula resulta razonablemente buena si se elige adecuadamente el valor del coeficiente de escorrentía "C".

3.9.1. Intensidad de lluvia

Las Intensidades de Lluvia de Diseño, I, se obtienen mediante las Curvas IDF (Intensidad – Duración - Frecuencia). Según el RAS-2000, la obtención mínima de las curvas IDF depende del nivel de complejidad del sistema; y tal como lo plantea la Tabla 4 para un nivel de complejidad del sistema "Alto" corresponde una obtención de las curvas IDF con Información Pluviográfica Local.

Tabla 5. Curvas IDF

Nivel de complejidad del sistema	Obtención mínima de curvas IDF
Bajo y medio	Sintética
Medio alto	Información pluviográfica regional
Alto	Información pluviográfica local

Fuente: (Bolívar Cuéllar, 2012)

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los

eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno específicos. Es necesario verificar la existencia de curvas IDF para la localidad. Si existen, éstas deben ser analizadas para establecer su validez y confiabilidad para su aplicación al proyecto. Si no existen, es necesario obtenerlas a partir de información existente de lluvias.

La obtención de las curvas IDF debe realizarse con información Pluviográfica de estaciones ubicadas en la localidad, derivando las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos. La distribución de probabilidad de Gumbel se recomienda para estos análisis, aunque otras también pueden ser ajustadas. Eventualmente, es posible hacer análisis regionales de frecuencia en caso de disponer de más de una estación Pluviográfica. Si no existe información en la población, debe recurrirse a estaciones localizadas en la zona lo más cercanas a la población. Si esto no permite derivar curvas IDF aceptables para el proyecto, deben ajustarse curvas IDF por métodos sintéticos, preferencialmente derivados con información Pluviográfica ecuatoriana (Bolívar Cuéllar, 2012).

Si utilizamos un tiempo menor, no permitimos que toda la cuenca contribuya al caudal, y si utilizamos un tiempo mayor, la intensidad máxima será menor (es evidente: la intensidad, en mm/hora, de las dos horas más lluviosas siempre es menor que la intensidad de la hora más lluviosa).

Ecuación 13.

$$It = Id\left(\frac{I1}{Id}\right)^{3.5287-2.5287*t^{0.1}}$$

Dónde:

It = Intensidad media en el periodo t.

Id = intensidad media diaria = P diaria /24.

I1 = Intensidad media en la hora más lluviosa de ese día. En la fórmula introducimos el valor de I1/Id leído directamente del mapa.

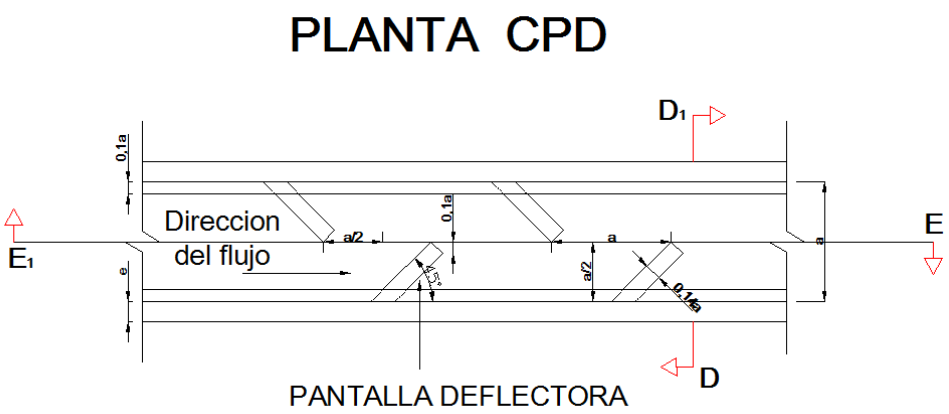
t = periodo de tiempo (horas) para el que se quiere evaluar la intensidad.

3.10. Canal de Pantallas Deflectoras

Es un canal de sección rectangular y fondo liso que incluye pantallas deflectoras alternas ubicadas a 45° con el eje del canal, las cuales cumplen el papel de elementos disipadores de energía, y pestañas longitudinales sobre los bordes de ambas paredes del canal que impiden que las estructuras rebosen (Villamarin, 2013).

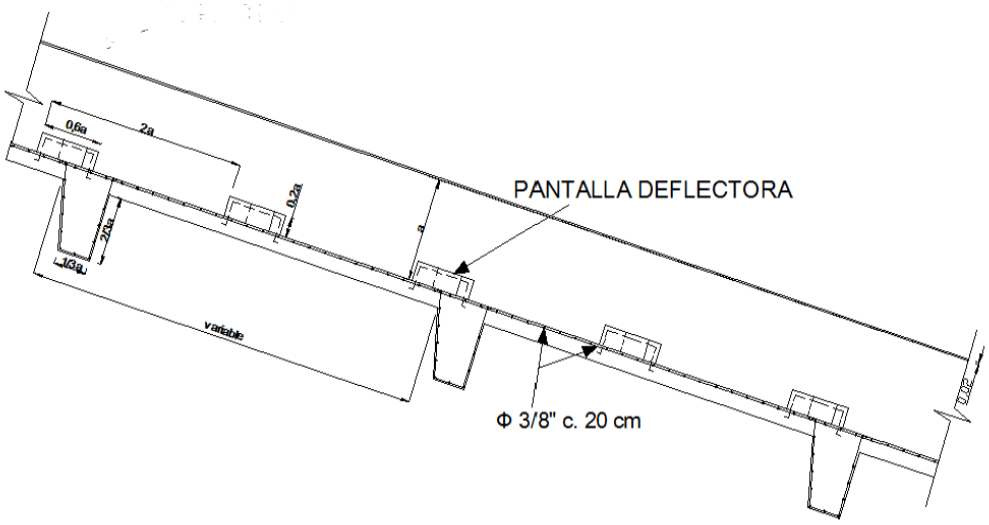
A continuación, se muestran el esquema de cómo se debe diseñar un canal de pantallas deflectoras:

Figura 15 Planta del CPD



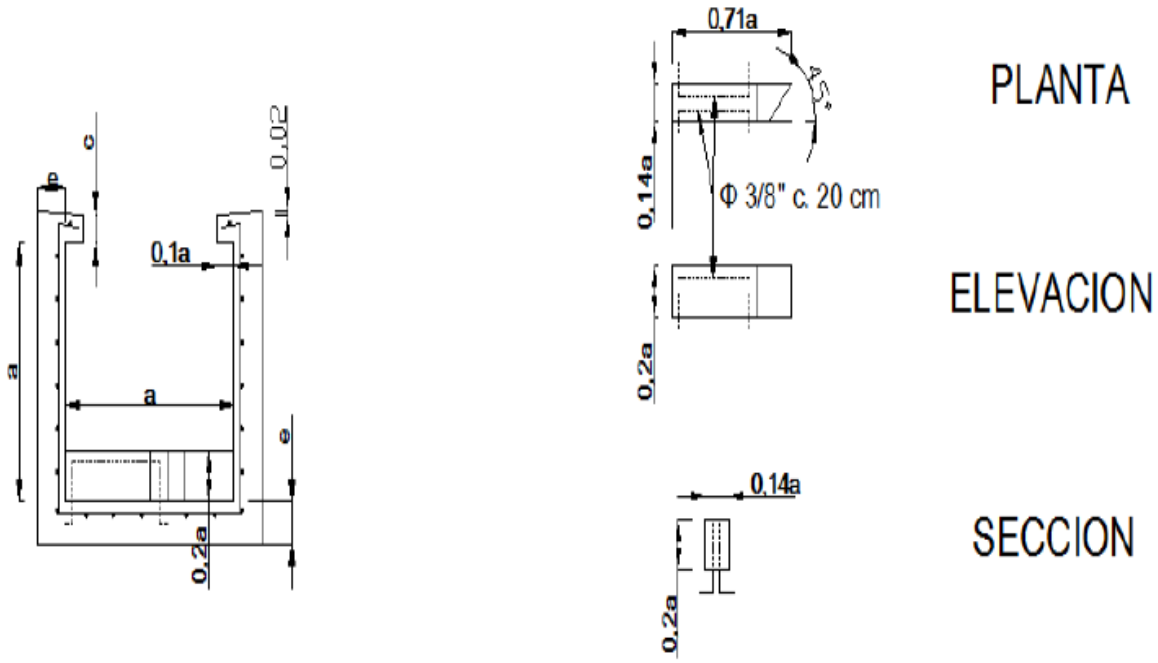
Fuente : (Villamarin, 2013)

Figura 16 Corte del CPD



Fuente : (Villamarin, 2013)

Figura 17 Esquema geométrico y de refuerzo estructural sugerido



Fuente : (Villamarin, 2013)

4. MATERIALES Y METODOS

4.1.Materiales

Los materiales utilizados en este proyecto son los siguientes:

- Excel
- AutoCAD
- CivilCAD 3D
- Google Earth

4.2.Métodos

Para el presente estudio se utilizará un método de análisis y síntesis con bases en datos pluviométricos y condiciones de suelo de la cuenca de estudio.

Según el análisis de información, el trabajo es de investigación descriptiva ya que se describen datos que pueden influenciar en la funcionalidad y seguridad del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.

De acuerdo con las técnicas de obtención de datos, el estudio pertenece a la investigación proyectiva ya que se encuentra orientada en obtener respuestas acertadas sobre la gestión de riesgos por inundaciones, estando fundamentada en información del comportamiento hidrológico del área de estudio.

4.3.De Campo

Se llevará cabo la inspección del sitio de estudio para de esta manera determinar los equipos necesarios para realizar los trabajos de campo.

4.4.Bibliográfico

Se utilizarán una serie de datos pluviométricos provenientes de la estación Julcuy y se investigara de diferentes fuentes válidas las metodologías que proponen para poder realizar el cálculo del sistema de drenaje.

4.5.Procedimiento

La metodología usada en el estudio consiste en recolectar datos de las estaciones pluviométricas cercanas a el área de estudio para un periodo de retorno de 10 años, en conjunto con la determinación del coeficiente de escorrentía y los perfiles del terreno para obtener el caudal de diseño utilizando el Método Racional Americano.

El estudio en sus distintas etapas comprende:

- Trabajo de campo
- Recolección de datos
- Calculo de caudales de la cuenca de estudio para periodos de retoro de 10 años
- Diseño hidráulico del sistema de drenaje del relleno sanitario de la Ciudad de Jipijapa
- Análisis y síntesis de resultados

4. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. Objetivo 1: Definir las características climatológicas y pluviométricas de la cuenca de estudio.

4.1.1. Ubicación

El relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa se encuentra ubicado en el km 5 de la vía Jipijapa – Guayaquil, al costado derecho de la vía, se encuentra a una altitud de 283 m.s.n.m.

En la siguiente imagen se muestra una foto satelital del relleno sanitario ubicado en el Cantón Jipijapa, provincia de Manabí.

Figura 18 Imagen Satelital del Relleno Sanitario

Fuente: (Google Earth, 2019)

4.1.2. Precipitaciones

Los datos de precipitaciones se obtuvieron del Informe emitido por el INAMHI en el año 2015, el cual detalla las curvas IDF y las ecuaciones para cada una de sus estaciones, para los datos correspondientes a la zona del relleno sanitario se procedió a ubicar la estación más cercana siendo esta la estación Julcuy con numeración M0169, los datos de esta estación son los siguientes:

Tabla 6 Datos de la Estación Julcuy para el tiempo de concentración

Estacion		Intervalos de Tiempo (minutos)	Ecuaciones	R	R^2
Codigo	Nombre				
M0169	JULCUY	5<30	$I = 161{,}6041 * T^{0{,}2087} * t^{-0{,}4192}$	0,9841	0,9684
		30<120	$I = 302{,}5648 * T^{0{,}2098} * t^{-0{,}6122}$	0,9906	0,9813
		120<1440	$I = 1043{,}3208 * T^{0{,}2669} * t^{-0{,}8892}$	0,994	0,9881

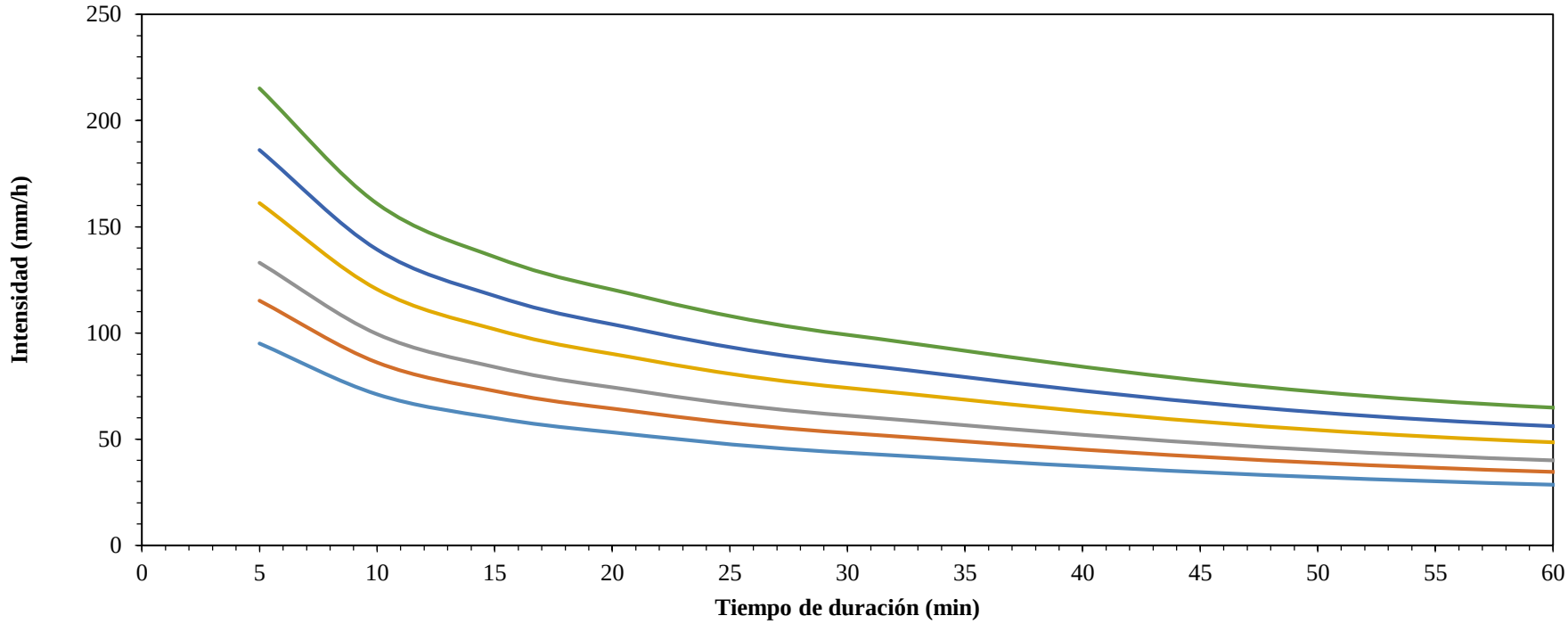
Fuente: (INAMHI, 2015)

Tabla 7 Datos de intensidades para distintas duraciones y periodos de retorno

Tabla de intensidades - Tiempo de duración									
Frecuencia (años)	Duración en minutos								
	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
2	95,10	71,10	60,00	53,20	43,60	28,50	17,80	6,70	2,00
5	115,20	86,10	72,70	64,40	52,90	34,60	22,70	8,50	2,50
10	133,10	99,50	84,00	74,40	61,10	40,00	27,30	10,30	3,00
25	161,10	120,50	101,70	90,10	74,10	48,50	34,90	13,10	3,80
50	186,20	139,30	117,50	104,10	85,70	56,10	42,00	15,80	4,60
100	215,20	160,90	135,80	120,40	99,10	64,80	50,50	19,00	5,50

Fuente: (INAMHI, 2015)

Figura 19 Curvas IDF correspondientes a la Estación Julcuy



Fuente: (INAMHI, 2015)

4.1.3. Temperatura

Los datos de la Temperatura se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 8 Datos de temperatura de estación Julcuy

TEMPERATURA °C				
Mes	**2015**	**2014**	**2013**	**2012**
ENERO	25,7	24,5	24,7	24,7
FEBRERO	25,8	25,2	25,3	25
MARZO	25,7	25,9	25,4	25,7
ABRIL	25,8	25,9	25,2	25,9
MAYO	25,7	25,5	24,3	25,7
JUNIO	25,6	25,5	23,6	24,8
JULIO	25,4	25,5	23,4	24,4
AGOSTO	25	25,2	23,8	24,1
SEPTIEMBRE	25,5	24,9	24,2	24,9
OCTUBRE	25,6	25,1	23,8	24,4
NOVIEMBRE	25,4	24,9	24	24,5
DICIEMBRE	26	25,7	24,3	24,9
PROMEDIO MES	**25,6**	**25,3**	**24,3**	**24,9**

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia)

Como se observa en el cuadro la temperatura varia en el rango de 24,3°C a 25,6°C para la estación de Julcuy.

4.1.4. Heliofania

Tabla 9 Datos de Heliofania de la Estación Julcuy

HELIOFANIA (HORAS)				
MES	**2015**	**2014**	**2013**	**2012**
ENERO	65,2	40,8	35,7	34,8
FEBRERO	72,3	51	72,7	60,2
MARZO	111,4	135,5	70,9	130,7
ABRIL	135,5	46	84	149,2
MAYO	98,8	71,7	96,5	123,5
JUNIO	113,1	72	78,7	92,6
JULIO	85,2	137,3	108,9	105,5
AGOSTO	131,3	134,3	189	135,5
SEPTIEMBRE		146,4	195,2	168,7
OCTUBRE		145,8	132,3	137,8
NOVIEMBRE		120	136,9	145,6
DICIEMBRE		120,7	143,8	137,7
VALOR ANUAL	**101,6**	**101,8**	**112,1**	**118,5**

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia)

4.1.5. Nubosidad

Tabla 10 Datos de Nubosidad media de la Estación de Julcuy

NUBOSIDAD MEDIA (OCTAS)				
MES	**2015**	**2014**	**2013**	**2012**
ENERO	7	7	7	7
FEBRERO	7	7	7	7
MARZO	7	7	6	7
ABRIL	7	7	6	7
MAYO	7	7	7	7
JUNIO	7	7	7	7
JULIO	7	7	7	7
AGOSTO	7	7	7	7
SEPTIEMBRE	7	7	6	7
OCTUBRE	7	7	7	7
NOVIEMBRE	7	7	7	7
DICIEMBRE	7	7	7	6
PROMEDIO MES	**7**	**7**	**7**	**7**

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia)

4.1.6. Humedad Relativa

.

Tabla 11 Datos de Humedad relativa de la Estación Julcuy

HUMEDAD RELATIVA (%)													
MES	**1990**	**1991**	**1992**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2008**	**2009**	**2010**	**MED**	**TRIMESTRE**
ENERO	87%	89%	85%	91%	89%	84%	84%	83%	85%	81%	86%	86%	
FEBRERO	88%	90%	90%	92%	89%	88%	87%	87%	86%	84%	94%	89%	
MARZO	85%	88%	91%	95%	88%	88%	87%	84%	85%	83%	92%	88%	87%
ABRIL	86%	87%	90%	96%	87%	89%	87%	87%	80%	77%	94%	87%	
MAYO	87%	90%	92%	96%	86%	90%	86%	87%	80%	78%	93%	88%	
JUNIO	87%	90%	92%	94%	88%	89%	87%	84%	83%	81%	90%	88%	88%
JULIO	88%	91%	92%	93%	88%	88%	87%	83%	79%	80%	91%	87%	
AGOSTO	87%	90%	91%	92%	87%	87%	86%	81%	80%	81%	89%	86%	
SEPTIEMBRE	87%	90%	91%	91%	86%	86%	87%	82%	80%	79%	90%	86%	87%
OCTUBRE	88%	90%	91%	90%	86%	86%	86%	83%	80%	82%	82%	86%	
NOVIEMBRE	89%	90%	92%	87%	85%	85%	88%	82%	77%	85%	85%	86%	
DICIEMBRE	88%	84%	91%	87%	85%	85%	86%	78%	77%	83%	88%	85%	85%

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia)

4.1.7. Tabla de resumen

A continuación, se muestra la tabla de resumen de los datos meteorológicos correspondientes a la estación Julcuy:

Tabla 12Tabla de resumen de los datos meteorológicos de la estación Julcuy

Resumen de los Datos Meteorológicos de la estación Julcuy				
Mes	**Heliofania (horas)**	**Temperatura (°C)**	**Nubosidad Media (Octas)**	**Humedad Relativa (%)**
ENERO	44,1	24,9	7	86%
FEBRERO	64,1	25,3	7	89%
MARZO	112,1	25,7	6,8	88%
ABRIL	103,7	25,7	6,8	87%
MAYO	97,6	25,3	7	88%
JUNIO	89,1	24,9	7	88%
JULIO	109,2	24,7	7	87%
AGOSTO	147,5	24,5	7	86%
SEPTIEMBRE	170,1	24,9	6,8	86%
OCTUBRE	138,6	24,7	7	86%
NOVIEMBRE	134,2	24,7	7	86%
DICIEMBRE	134,1	25,2	6,8	85%
PROMEDIO MES	112	25	6,9	
VALOR MAXIMO	170,1	25,7	7	
VALOR MINIMO	44,1	24,5	6,8	
PROMEDIO INVIERNO	84,3	25,4	6,9	
PROMEDIO VERANO	131,8	24,8	6,9	

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia)

4.2.Objetivo 2: Desarrollar un diseño hidráulico de las obras del sistema de drenaje superficial del sitio donde se ubica el relleno sanitario.

4.2.1. Trazado

Para trazar la ruta por donde se construirá el sistema de drenaje exterior se utilizó los datos de la topografía para obtener las cotas de inicio y fin de cada tramo, de igual manera, la longitud y la pendiente es estos.

Tabla 13 Resumen del trazado del canal A1

CANAL A1						
Tramo		**Cotas**		**Altura**	**Longitud**	**Pendiente**
		m.s.n.m	**m.s.n.m**	**m**	**m**	**%**
1	2	279,24	278,25	0,99	71	1,40%
2	3	278,25	276,25	2	62	3,20%
3	4	276,25	273,97	2,28	44	5,20%
4	5	273,97	270,89	3,08	45	6,80%
5	6	270,89	267,83	3,06	50	6,10%
6	7	267,83	264,95	2,88	70	4,10%
7	8	264,95	263,55	1,4	98	1,40%
8	9	263,55	262,42	1,13	38	3,00%
9	10	262,42	261,29	1,13	25	4,50%
10	11	261,29	260,17	1,12	45	2,50%
11	12	260,17	257,44	2,73	57	4,80%
12	13	257,44	256,84	0,6	18	3,30%
13	14	256,84	255,82	1,02	25	4,10%
14	15	255,82	253,39	2,43	48	5,10%
15	16	253,39	252,45	0,94	20	4,70%

Fuente: (Arias, J. 2019)

Tabla 14 Resumen del trazado del canal A2

CANAL A2						
Tramo		**Cotas**		**Altura**	**Longitud**	**Pendiente**
		m.s.n.m	**m.s.n.m**	**m**	**m**	**%**
17	18	286,71	285,88	0,83	47	1,80%
18	19	285,88	284,57	1,31	52	2,50%
19	20	284,57	281,97	2,6	75	3,50%
20	21	281,97	279,83	2,14	49	4,40%
21	22	279,83	278,95	0,88	44	2,00%
22	23	278,95	277,04	1,91	80	2,40%
23	24	277,04	254,93	22,11	65	34,00%
24	25	254,93	253,65	1,28	22	5,80%

Fuente: (Arias, J. 2019)

En los tramos cuyas pendientes exceden el 10% se procederá a diseñar una obra de disipación de energía.

A continuación, se detalla el ejemplo de cálculo del tramo 1 – 2.

Datos:

Cota inicial = 279,24 m.s.n.m.

Cota final = 278,25 m.s.n.m.

Longitud = 71 m

Desnivel = 0,99 m

4.2.2. Calculo de pendiente

$$S = \frac{D}{L} * 100$$

$$S = \frac{0{,}99}{71} * 100$$

$$S = 1{,}40\ \%$$

4.2.3. Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración se define como el tiempo que tarda una gota en recorrer desde el extremo más alejado de la cuenta hasta la salida, el cálculo se lo realizo utilizando la metodología de Kirpich.

Datos:

L = 716 m

S = 0,037416201 m/m

$$Tc = 0{,}02 * L^{0{,}77} * S^{-0{,}385}$$

$$Tc = 0{,}02 * 716^{0{,}77} * 0{,}037416201^{-0{,}385}$$

$$Tc = 11{,}19\ min$$

4.2.4. Intensidad de Lluvia

Para el cálculo de la intensidad de lluvia se utilizó la ecuación propuesta por el INAMHI.

Datos:

T = 10 años

t = 11,19 min

$$I = 161{,}6041 * T^{0{,}2087} * t^{-0{,}4192}$$

$$I = 161{,}6041 * 10^{0{,}2087} * 11{,}19^{-0{,}4192}$$

$$I = 94{,}947\ mm/hr$$

4.2.5. Coeficiente de Escorrentía

Para determinar el coeficiente de escorrentía ponderado de todas las áreas aportantes de los tramos del sistema de drenaje se utilizaron los métodos de Prevert y de Raws, que usan como datos el tipo de cobertura vegetal y la pendiente, a continuación, se muestra el cálculo del coeficiente de escorrentía para el tramo 1 – 2:

Datos:

Área aportante = 1696,42 m2

Pendiente = 13 %

Vegetación = 80% pastizal – 20% arbustos

Tipo de suelo = limoso – arcilloso

Tabla 15 Coeficientes de escorrentía según la metodología de Prevert

TABLA DE PREVERT				
Uso de Suelo	**Pendiente (%)**	**Textura del Suelo**		
		Arenoso - Limoso	**Limoso**	**Arcilloso**
		Limoso - Arenoso	**Limoso - Arcilloso**	
Bosque	0 - 5	0,10	0,30	0,40
	5 - 10	0,25	0,35	0,50
	10 - 30	0,30	0,40	0,60
	> 30	0,32	0,42	0,63
Pastizal	0 - 5	0,15	0,35	0,45
	5 - 10	0,30	0,40	0,55
	10 - 30	0,35	0,45	0,65
	> 30	0,37	0,47	0,68
Cultivo Agrícola	0 - 5	0,30	0,50	0,60
	5 - 10	0,40	0,66	0,70
	10 - 30	0,50	0,70	0,80
	> 30	0,53	0,74	0,84

Fuente: (Ibáñez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011)

Valor seleccionado 0,45

Tabla 16 Coeficientes de escorrentía según la metodología de Raws

TABLA DE RAWS	
Cubierta Vegetal	**C**
Bosque. Relieve ondulado	0,18
Bosque. Relieve quebrado	0,21
Pasto. Relieve ondulado	0,36
Pasto. Relieve quebrado	0,42
Cultivos. Relieve ondulado	0,6
Cultivos. Relieve quebrado	0,72

(Ibáñez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011)

Valor seleccionado 0,36

Promedio

$$p = \frac{C1 * C2}{2}$$

$$p = \frac{0{,}45 * 0{,}36}{2}$$

$$p = 0{,}41$$

Este valor de coeficiente de escorrentía de 0,41 es parcial ya que se determinó el coeficiente ponderado de todas las áreas aportantes el cual es 0,37, a continuación, se muestra la tabla correspondiente a todos los tramos de la red:

Tabla 17 Calculo del coeficiente de escorrentía ponderado de la Cuenca del Relleno Sanitario de Jipijapa

Coeficiente de Escorrentía									
Tramo		**Área (m2)**	**Área (Ha)**	**Pendiente (%)**	**Vegetación**	**Coef. Escorrentía**		**Promd.**	**A * C**
De	**A**					**Prevert**	**Raws**		
1	2	1696,42	0,169642	13	80% Pastizal - 20% arbustos	0,45	0,36	0,41	695,5322
2	3	1750,47	0,175047	11	70% Pastizal - 30% arbustos	0,45	0,36	0,41	717,6927
3	4	1799,85	0,179985	14	35% Pastizal - 65% arbustos	0,45	0,36	0,41	737,9385
4	5	2922,24	0,292224	16	55% Pastizal - 45 % arbustos	0,45	0,36	0,41	1198,1184
5	6	3163,13	0,316313	21	Pastizal	0,45	0,42	0,44	1391,7772
6	7	4035,09	0,403509	23	55% Pastizal - 45 % arbustos	0,45	0,42	0,44	1775,4396
7	8	6533,28	0,653328	20	Bosque Natural	0,40	0,18	0,29	1894,6512
8	9	2359,64	0,235964	21	Bosque Natural	0,40	0,21	0,31	731,4884
9	10	3390,46	0,339046	22	65% Pastizal - 35% arbustos	0,45	0,42	0,44	1491,8024
10	11	5932,44	0,593244	18	70% Pastizal - 30% arbustos	0,45	0,36	0,41	2432,3004
11	12	4218,85	0,421885	14	65% Pastizal - 35% arbustos	0,45	0,36	0,41	1729,7285
12	13	2578,83	0,257883	16	55% Pastizal - 45% arbustos	0,45	0,36	0,41	1057,3203
13	14	3788,7	0,37887	18	60% Pastizal - 40% arbustos	0,45	0,36	0,41	1553,367
14	15	2346,75	0,234675	19	75% Pastizal - 25% arbustos	0,45	0,36	0,41	962,1675
15	16	0	0	0		0,00	0	0	0
17	18	1401,78	0,140178	9	Bosque Natural	0,30	0,18	0,24	336,4272
18	19	880,92	0,088092	24	Bosque Natural	0,45	0,21	0,33	290,7036
19	20	2971,12	0,297112	28	Bosque Natural	0,45	0,21	0,33	980,4696
20	21	4312,31	0,431231	22	Bosque Natural	0,45	0,21	0,33	1423,0623
21	22	3968,63	0,396863	26	Bosque Natural	0,45	0,21	0,33	1309,6479
22	23	6740,28	0,674028	19	Bosque Natural	0,45	0,18	0,32	2156,8896
23	24	CDP							
24	25	0	0	0		0	0	0	0
		66791,19					**Σ C*A**		24866,5245
							Σ A		66791,19
							C.e		**0,37**

Fuente: (Arias, J. 2019)

4.2.6. Calculo del caudal de diseño utilizando el Método Racional Americano

Datos:

C = 0,37

I = 94,947 mm/hr

A = 0,17 Ha

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = \frac{0{,}37 * 94{,}947 * 0{,}17}{360}$$

$$Q = \ 0{,}02\ m3/s$$

El caudal con el cual se diseñará este tramo de la red es de 0,02 m3/s

A continuación, se muestra la tabla de resumen del cálculo de caudales de todos los tramos de la red:

Tabla 18 Caudal de diseño de los tramos del sistema de drenaje del Relleno Sanitario de Jipijapa

Caudal de Diseño											
Tramo		**Cotas**		**Desnivel**	**Longitud**	**Área (m2)**	**Área Ha**	**Área Acumulada**	**C. Escorrentía**	**I. de Lluvia**	**Caudal (m3/s)**
De	**A**	**Inicia**	**Finaliza**								
1	2	279,24	278,25	0,99	71,00	1696,42	0,17	0,17	0,37	94,947	**0,02**
2	3	278,25	276,25	2,00	62,00	1750,47	0,18	0,35	0,37	94,947	**0,03**
3	4	276,25	273,97	2,28	44,00	1799,85	0,18	0,53	0,37	94,947	**0,05**
4	5	273,97	270,89	3,08	45,00	2922,24	0,29	0,82	0,37	94,947	**0,08**
5	6	270,89	267,83	3,06	50,00	3163,13	0,32	1,14	0,37	94,947	**0,11**
6	7	267,83	264,95	2,88	70,00	4035,09	0,4	1,54	0,37	94,947	**0,15**
7	8	264,95	263,55	1,40	98,00	6533,28	0,65	2,19	0,37	94,947	**0,21**
8	9	263,55	262,42	1,13	38,00	2359,64	0,24	2,43	0,37	94,947	**0,24**
9	10	262,42	261,29	1,13	25,00	3390,46	0,34	2,77	0,37	94,947	**0,27**
10	11	261,29	260,17	1,12	45,00	5932,44	0,59	3,36	0,37	94,947	**0,33**
11	12	260,17	257,44	2,73	57,00	4218,85	0,42	3,78	0,37	94,947	**0,37**
12	13	257,44	256,84	0,60	18,00	2578,83	0,26	4,04	0,37	94,947	**0,39**
13	14	256,84	255,82	1,02	25,00	3788,7	0,38	4,42	0,37	94,947	**0,43**
14	15	255,82	253,39	2,43	48,00	2346,75	0,23	4,65	0,37	94,947	**0,45**
15	16	253,39	252,45	0,94	20,00	0	0	4,65	0,37	94,947	**0,45**
17	18	286,71	285,88	0,83	47,00	1401,78	0,14	0,14	0,37	94,947	**0,01**
18	19	285,88	284,57	1,31	52,00	880,92	0,09	0,23	0,37	94,947	**0,02**
19	20	284,57	281,97	2,60	75,00	2971,12	0,3	0,53	0,37	94,947	**0,05**
20	21	281,97	279,83	2,14	49,00	4312,31	0,43	0,96	0,37	94,947	**0,09**
21	22	279,83	278,95	0,88	44,00	3968,63	0,4	1,36	0,37	94,947	**0,13**
22	23	278,95	277,04	1,91	80,00	6740,28	0,67	2,03	0,37	94,947	**0,20**
23	24	277,04	254,93	22,11	65,00	0	0	2,03	0,37	94,947	**0,20**
24	25	254,93	253,65	1,28	22,00	0	0	2,03	0,37	94,947	**0,20**

Fuente: (Arias, J. 2019)

4.2.7. Calculo de las secciones del canal del tramo 1-2

Secciones propuestas:

H = 0,20 m

b = 0,40 m

y = 0,15 m

Coeficiente de rugosidad de Manning

Tabla 19 Coeficiente de rugosidad de Manning para distintos materiales

TIPO DE MATERIAL	Valores		
	Mínimo	Normal	Máximo
ROCA (con saliente y sinuosa)	0,035	0,04	0,050
TEPETATE (liso y uniforme)	0,025	0,035	0,040
TIERRA	0,017	0,02	0,025
MAMPOSTERIA SECA	0,025	0,03	0,033
CONCRETO	0,013	0,017	0,020
POLIETILENO (PVC)	0,007	0,008	0,009

Fuente: (Rodriguez Ruiz, 2008)

El valor escogido es de 0,017

Área Hidráulica

$$\boldsymbol{A = b * y}$$

$$\boldsymbol{A = 0,40 * 0,15}$$

$$\boldsymbol{A = 0,060\ m2}$$

Perímetro Mojado

$$\boldsymbol{P = b + 2y}$$

$$\boldsymbol{P = 0,40 + 2 * 0,15}$$

$$\boldsymbol{P = 0,70\ m}$$

Radio Hidráulico

$$\boldsymbol{R = \frac{by}{b + 2y}}$$

$$\boldsymbol{R = \frac{0,40 * 0,15}{0,40 + 2 * 0,15}}$$

$$\boldsymbol{R = \ 0,085714\ m}$$

Pendiente

$$\boldsymbol{I = \frac{cot.mayor - cot.menor}{L} * 100}$$

$$\boldsymbol{I = \frac{279,24 - 278,25}{71} * 100}$$

$$\boldsymbol{I = 1,4\%}$$

Calculo del caudal utilizando la ecuación de Manning para canales abiertos

$$\boldsymbol{Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}$$

$$\boldsymbol{Q = \frac{1}{0,017} * 0,060 * 0,085714^{\frac{2}{3}} * 0,0014^{1/2}}$$

$$Q = 0,03\ m3/s$$

Relacionamos

$$Q_{CIA} < Q_{MANNING}$$

$$0,02 < 0,03$$

OK

Ya que la relación ha sido correcta se continua con el cálculo de velocidad

Velocidad del tramo

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,017} * 0,085714^{\frac{2}{3}} * 0,0014^{1/2}$$

$$V = 1,35\ m/s$$

Se encuentra dentro del rango de velocidades admisibles.

A continuación, se muestra la tabla de resumen del cálculo de secciones de los tramos de la red:

Tabla 20 Secciones del sistema de drenaje del Relleno Sanitario de Jipijapa

Secciones												
H (m)	**b (m)**	**y (m)**	**ϕ (m)**	**n**	**A (m2)**	**P (m)**	**R (m)**	**I (%)**	**Q (m^3/s)**	**V (m/s)**	**TIPO**	**Diseño**
0,20	0,40	0,15		0,017	0,060	0,70	0,085714	1,4%	**0,03**	1,35	Rectangular	**SI**
0,20	0,40	0,15		0,017	0,060	0,70	0,085714	3,2%	**0,04**	2,05	Rectangular	**SI**
0,20	0,40	0,15		0,017	0,060	0,70	0,085714	5,2%	**0,05**	2,61	Rectangular	**SI**
0,30	0,40	0,25		0,017	0,100	0,90	0,111111	6,8%	**0,11**	3,55	Rectangular	**SI**
0,35	0,40	0,30		0,017	0,120	1,00	0,120000	6,1%	**0,13**	3,54	Rectangular	**SI**
0,45	0,40	0,40		0,017	0,160	1,20	0,133333	4,1%	**0,16**	3,11	Rectangular	**SI**
0,85	0,40	0,80		0,017	0,320	2,00	0,160000	1,4%	**0,21**	2,05	Rectangular	**SI**
0,70	0,40	0,65		0,017	0,260	1,70	0,152941	3,0%	**0,24**	2,91	Rectangular	**SI**
0,65	0,40	0,60		0,017	0,240	1,60	0,150000	4,5%	**0,27**	3,52	Rectangular	**SI**
1,00	0,40	0,95		0,017	0,380	2,30	0,165217	2,5%	**0,34**	2,80	Rectangular	**SI**
0,85	0,40	0,80		0,017	0,320	2,00	0,160000	4,8%	**0,38**	3,80	Rectangular	**SI**
1,00	0,40	0,95		0,017	0,380	2,30	0,165217	3,3%	**0,39**	3,22	Rectangular	**SI**
1,00	0,40	0,95		0,017	0,380	2,30	0,165217	4,1%	**0,43**	3,59	Rectangular	**SI**
0,95	0,40	0,90		0,017	0,360	2,20	0,163636	5,1%	**0,45**	3,97	Rectangular	**SI**
			0,40	0,010	0,11	1,07	0,100000	4,7%	**0,50**	4,67	Tubería PVC	**SI**
0,15	0,40	0,10		0,017	0,040	0,60	0,066667	1,8%	**0,02**	1,30	Rectangular	**SI**
0,20	0,40	0,15		0,017	0,060	0,70	0,085714	2,5%	**0,03**	1,81	Rectangular	**SI**
0,25	0,40	0,20		0,017	0,080	0,80	0,100000	3,5%	**0,06**	2,37	Rectangular	**SI**
0,30	0,40	0,25		0,017	0,100	0,90	0,111111	4,4%	**0,09**	2,85	Rectangular	**SI**
0,50	0,40	0,45		0,017	0,180	1,30	0,138462	2,0%	**0,13**	2,23	Rectangular	**SI**
0,65	0,40	0,60		0,017	0,240	1,60	0,150000	2,4%	**0,20**	2,57	Rectangular	**SI**
CPD												
			0,30	0,010	0,06	0,80	0,075000	5,8%	**0,26**	4,28	Tubería PVC	**SI**

Fuente: (Arias, J. 2019)

Diseño del canal de pantallas deflectoras del tramo 23 - 24

Para el diseño del canal de pantallas deflectoras se utiliza como dato la base del canal aportante a este, ya que todo el sistema la base es de 0,40 m estas secciones servirán para los demás tramos en los que se necesite una obra de disipación.

Calculo de la velocidad del CPD.

Se recomienda calcular para la condición más desfavorable, suponiendo que este tramo tuviera una pendiente del 50% se utiliza la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{V = 5,328.Q^{0,2}}$$

$$\boldsymbol{V = 5,328.0,16^{0,2}}$$

$$\boldsymbol{V = 3,69\ m/s}$$

Ya que este valor no supera los 10 m/s que establece la metodología se puede continuar con el cálculo

Altura de la rápida = 0,40 m

Base de la rápida = 0,40 m

Espesor del recubrimiento del canal y espesor de la ceja del canal

Tabla 21 Espesores de recubrimiento y ceja del CPD

A (m)	E (m)	C (m)
a<0,75	12	10
0,75 <a< 0,95	15	10
a > 0,95	20	13

Fuente: (Villamarin, 2013)

Ya que a (base del canal) es menor a 0,75 se tomaron los valores de 0,12 m como el espesor del recubrimiento del canal y 0,10 m como el espesor de la ceja.

Cimentación

A (base del canal) = 0,40 m

Altura

$$\boldsymbol{h = \frac{2}{3} * a}$$

$$\boldsymbol{h = \frac{2}{3} * 0,40}$$

$$\boldsymbol{h = 0,27\ m}$$

base

$$\boldsymbol{B = \frac{1}{3} * a}$$

$$\boldsymbol{B = \frac{1}{3} * 0,40}$$

$$\boldsymbol{B = 0,13}$$

Diseño de las pantallas deflectoras

A (base del canal) = 0,40 m

Longitud

$$\boldsymbol{l = 0,71 * a}$$

$$\boldsymbol{l = 0,71 * 0,40}$$

$$l = 0,28\ m$$

Altura

$$h = 0,2 * a$$

$$h = 0,2 * 0,40$$

$$h = 0,08\ m$$

Base

$$b = 0,14 * a$$

$$b = 0,14 * 0,40$$

$$b = 0,06\ m$$

Separación entre pantallas

$$s = 2 * a$$

$$s = 2 * 0,40$$

$$s = 0,80\ m$$

4.2.8. Planos de construcción (ver Anexo B)

4.3. Objetivo 3: Elaborar un presupuesto referencial del proyecto planteado

4.3.1. Presupuesto referencial

Tabla 22 Presupuesto referencial para la construcción del sistema de drenaje

PRESUPUESTO					
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
ITEM	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
				USD	USD
1	Limpieza y desbroce	m2	1150,00	1,44	1656,00
2	Replanteo y Nivelación	m2	1150,00	2,13	2449,50
3	Excavación Manual desde H= 0,00 hasta 1,07m	m3	7656,31	6,87	52598,82
4	Relleno compactado con material del sitio	m3	135,28	4,5	608,76
5	H.S. f'c= 210 kg/cm2 para canales y Canal de pantallas deflectoras	m3	88,63	284,67	25231,16
6	H.S. f'c= 210 kg/cm2 para pozos disipadores	m3	51,66	284,67	14706,05
7	H.S. f'c= 210 kg/cm2 para descargas de canales	m3	14,00	284,67	3985,38
8	H.S. f'c= 140 kg/cm2 para Replantillo	m3	31,50	199,64	6288,66
9	Acero de refuerzo	Kg	4102,01	2,20	9024,42
10	Suministro e instalación de tubo PVC de 300 mm	m	22,00	54,85	1206,70
11	Suministro e instalación de tubo PVC de 400 mm	m	20,00	83,68	1673,60
	COSTO TOTAL:				**$ 119.429,05**

Fuente: (Arias, J. 2019)

4.3.2. Análisis de precios unitarios (ver anexo A)

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, se puede concluir lo siguiente:

- La cuenca hidrográfica en estudio, tiene un área de drenaje de 21,92 Ha, que permitió obtener un caudal de escorrentía máximo para el canal A1 de 0,45 m3/S y para el canal A2 de 0,20 m3/s. Se determinó que el coeficiente de escorrentía para el tipo de suelo, de cobertura y pendientes sería igual C= 0,37 y la precipitación máxima para un tiempo de retorno de 10 años es de 94,95 mm/hr.
- El diseño hidráulico de la red de drenaje superficial exterior del relleno sanitario se desarrolló utilizando el método de Manning, el modelo pudo determinar que las velocidades están en un rango de 1,35 m/s y 3,97m/s para los canales revestidos en hormigón y velocidades entre 4,28 m/s y 4,67 m/s para los tramos con tuberías de PVC, observando de que los valores son admisibles de acuerdo a los rangos establecidos en la norma ecuatoriana.
- El presupuesto referencial de la obra asciende a $ 119.425,05 dólares, este se deberá adjuntar al presupuesto general de la construcción del relleno sanitario de Jipijapa ya que es una obra fundamental para su correcta operabilidad.

5.2.Recomendaciones

- Se recomienda que el coeficiente de escorrentía se defina mediante un trabajo de campo para determinar con pruebas hidrométricas su valor.
- Es recomendable comparar los valores obtenidos en el diseño hidráulico con un modelo en SEWERCAD, el cual realiza un análisis en régimen no uniforme del fluido.
- El rubro más costoso dentro de la obra es el movimiento de tierras, en este se debe excavar 7656,31 m3, según lo calculado, este valor podría variar ya que la topografía se la realizo con dron y esta toma como puntos de referencia los picos más altos o copas de los árboles del sitio en donde se toma la ortofoto, se recomienda ajustar el modelo de la topografía para obtener un valor más real del movimiento de tierras.
- Es recomendable que en todos los nodos de la red y en la descarga donde existen velocidades altas se coloquen estructuras de disipación de energía para evitar erosión de las soleras o socavación, para lo cual se deberán realizar los análisis estructurales y estudios de suelo correspondientes.

6. BIBLIOGRAFÍA

Arias, C. A. (2017). *Caracterizacion Hidrogeologica de la Subcuenca Cantagallo-Jipijapa mediante la aplicacion de sondeos electricos verticales.* Quito: Universidad Central del Ecuadoren linea http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8187/1/T-UCE-0012-6.pdf.

Basanta, J. G., & Parra Loynaz, G. (2007). *Análisis Técnico y Económico comparativo de caídas verticales y rápidos, en canales para Riego y Denaje.* Caracas.

Bolívar Cuéllar, A. M. (2012). *Diseño Hidráulico Canal de Aguas Lluvias y Formulación Estructura de Pavimento.* Cúcuta.

Carmona González, E. A. (2009). *Hidráulica de Canales Abiertos - Compendio.* México: Instituto Politécnico Nacional ESIA.

Chereque Morán, W. (1993). *Estructuras Hidráulicas en Canales.* Perú.

CLIMATE-DATA-ORG. (S/F). *CLIMA: JIPIJAPA.* JIPIJAPA: https://es.climate-data.org/location/25410/.

Cuevas Gomez, S. (2014). *DETERMINACIÓN DE LA ESCORRENTIA PICO PARA LA SUBCUENCA DEL DRENAJE S/N TRIBUTARIO DEL RÍO ACACIAS CON AYUDA DEL SOFTWARE ILWIS.* Bogota: Universidad Catolica de Colombia.

Gobierno Provincial de la Provincia de Manabi. (2016). *Datos geograficos de Jipijapa.* Portoviejo: http://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos.

Google Earth. (2019). *Ubicacion de Jipijapa.* Jipijapa: https://earth.google.com/web/@-1.38686452,-80.57729696,282.09865953a,1149.59937907d,35y,347.79130495h,0t,0r.

Guzman, L. F. (2012). *Topografia.* Quito: Red tercer milenio, recuperado de http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/ingenieria/Topografia.pdf.

Ibáñez Asensio, S., Moreno Ramón, H., & Gisbert Blanquer, J. M. (2011). *Metodos para la determinacion del coeficiente de escorrentia (c).* España: Universidad Politecnica de Valencia.

INAMHI. (2015). *Determinacion de Ecuaciones para el Calculo de Intesidades Maximas de Precipitacion.* Quito - Ecuador: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf.

Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia. (s.f.). *Anuario Meteorologico.* Quito: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.

Marbello Pérez, R. (2014). *Energía Específica y Flujo Crítico.* Medellín.

Marín Cordova, C., Menjívar Leonardo, M., & Zavaleta Linares, J. (2012). *Diseño y Construcción de un Canal Hidráulico de Pendiente Variable para uso Didactico de Investigación.* Salvador.

OpenCourseWare. (2010). *Principios de la Hidráulica.* Obtenido de Universidad de Sevilla: http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%201.Principios%20de%20Hidraulica/tutorial_05.htm

Rodriguez Ruiz, P. (2008). *Hidráulica II - Hidráulica de Canales.* Oaxaca de Juarez.

Ruiz Romera, E., & Martínez Santos, M. (2012). *Hidrología Aplicada "Escorrentía".* Bilbao.

Secretaria del Agua. (2018). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA.* Quito, Ecuador: https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf.

Vasquez Ramirez, L. (2012). *Canales.* Cajamarca.

Ven Te Chow. (2004). *Hidráulica de Canales Abiertos.* Ilinois: Nomos S.A.

Villamarin, S. (2013). *Manual Basico de diseño de esctructuras de disipacion de energia hidraulica.* Sangolqui: Escuela Politecnica del Ejercito.

WASA-GN. (s/n). *Determinación de Caudales de Diseño - Método Racional.* Obtenido de Water Assessment & Advisory Global Network: http://www.wasa-gn.net/private/admin/ficheiros/uploads/47ac6decaf84e70811097da22ddab634.pdf

7. ANEXOS

Anexo A

Análisis de Precios Unitarios

Rubro :	1				
Descripción:	Limpieza y desbroce			**Unidad:**	M2
				Rendimiento	0,320
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000		0,057
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**0,057**
MANO DE OBRA					
Descripción	Hr/Hombre	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
PEON	1	3,580	3,580	0,320	1,146
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**1,146**
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**0,000**
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
MATERIAL DESBROZADO		GLOB	0,01	0,3600	0,002
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**0,000**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 1,203
INDIRECTOS %	10%	0,120
UTILIDAD %	10%	0,120
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,443
PRECIO OFERTADO		**1,440**

Rubro :	2				
Descripción:	Replanteo y Nivelacion			**Unidad:**	M2
				Rendimiento	0,067
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000		0,062
EQUIPO TOPOGRAFICO	1	6,520	6,520	0,067	0,437
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**0,499**
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
TOPOGRAFO 2	1	4,010	4,010	0,067	0,269
CADENERO	1	3,620	3,620	0,067	0,243
PEON (EST. OCUP. E2)	3	3,580	10,740	0,067	0,720
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**1,232**
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
CLAVO D= 2 1/2"		LB	0,030	0,860	0,026
CUARTONES		U	0,010	1,750	0,018
TIRAS		U	0,001	1,000	0,001
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**0,045**
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
					0,000
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**0,000**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 1,776
INDIRECTOS %	10%	0,178
UTILIDAD %	10%	0,178
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,132
PRECIO OFERTADO		**2,130**

Rubro :	3				
Descripción:	Excavacion Manual desde H= 0,00 hasta 1,07m			**Unidad:**	M3
				Rendimiento	0,8
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	0,000	0,411
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**0,411**
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
ALBAÑIL (EST.OCUP.D2)	1	3,620	3,620	0,800	2,896
PEON (EST. OCUP. E2)	2	3,580	3,580	0,800	2,864
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**5,760**
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**0,000**
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
MATERIAL EXCAVADO		M3	1,30	0,5400	0,702
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**0,702**
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				(Q) 6,873
	INDIRECTOS %		10%		0,000
	UTILIDAD %		10%		0,000
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				6,873
	PRECIO OFERTADO				**6,870**

Rubro :	4				
Descripción:	Relleno compactado con material del sitio			**Unidad:**	M3
				Rendimiento	0,333
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	0,333	0,119
COMPACTADOR TIPO RANA	1	2,750	2,750	0,333	0,916
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**1,035**
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
PEON	2	3,580	7,160	0,333	2,384
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**2,384**
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
MATERIAL DE RELLENO DEL SITIO		M3	1,200	0,150	0,180
AGUA		M3	0,150	1,000	0,150
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**0,330**
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**0,000**
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				(Q) 3,749
	INDIRECTOS %			10%	0,375
	UTILIDAD %			10%	0,375
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				4,499
	PRECIO OFERTADO				**4,500**

Rubro :	5				
Descripción:	H.S. f'c= 210 kg/cm2 para canales y Canal de pantallas deflectoras			**Unidad:**	M3
				Rendimiento	2,222
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	2,222	5,232
CONCRETERA DE 1 SACO	1	3,550	3,550	2,222	7,888
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**13,120**
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
MAESTRO DE OBRA	1	4,010	4,010	2,222	8,910
ALBAÑIL	3	3,620	10,860	2,222	24,131
PEON	9	3,580	32,220	2,222	71,593
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**104,634**
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
CEMENTO		KG	360,500	0,160	57,680
ARENA		M3	0,530	20,000	10,600
PIEDRA CHISPA		M3	1,020	20,000	20,400
AGUA		M3	0,250	3,125	0,781
ENCOFRADO TIRA		GLOB	1,000	15,520	15,520
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**104,981**
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
CEMENTO		KG	360,500	0,0050	1,803
ARENA (LA BOCA)		M3	0,530	6,3000	3,339
PIEDRA CHISPA (CANT. URUZCA)		M3	1,020	7,2000	7,344
ENCOFRADO		GLOB	1,000	2,0000	2,000
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**14,486**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 237,221
INDIRECTOS %	10%	23,722
UTILIDAD %	10%	23,722
COSTO TOTAL DEL RUBRO		284,665
PRECIO OFERTADO		**284,670**

Rubro : 6

Descripción: H.S. f'c= 210 kg/cm2 para pozos disipadores **Unidad:** M3

Rendimiento 2,222

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	2,222	5,232
CONCRETERA DE 1 SACO	1	3,550	3,550	2,222	7,888
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**13,120**

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
MAESTRO DE OBRA	1	4,010	4,010	2,222	8,910
ALBAÑIL	3	3,620	10,860	2,222	24,131
PEON	9	3,580	32,220	2,222	71,593
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**104,634**

MATERIALES

Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
CEMENTO		KG	360,500	0,160	57,680
ARENA		M3	0,530	20,000	10,600
PIEDRA CHISPA		M3	1,020	20,000	20,400
AGUA		M3	0,250	3,125	0,781
ENCOFRADO TIRA		GLOB	1,000	15,520	15,520
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**104,981**

TRANSPORTE

Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
CEMENTO		KG	360,500	0,0050	1,803
ARENA (LA BOCA)		M3	0,530	6,3000	3,339
PIEDRA CHISPA (CANT. URUZCA)		M3	1,020	7,2000	7,344
ENCOFRADO		GLOB	1,000	2,0000	2,000
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**14,486**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 237,221
INDIRECTOS %	10%	23,722
UTILIDAD %	10%	23,722
COSTO TOTAL DEL RUBRO		284,665
PRECIO OFERTADO		**284,670**

Rubro : 7

Descripción: H.S. f'c= 210 kg/cm2 para descargas de canales **Unidad:** M3

Rendimiento 2,222

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	2,222	5,232
CONCRETERA DE 1 SACO	1	3,550	3,550	2,222	7,888
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**13,120**
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
MAESTRO DE OBRA	1	4,010	4,010	2,222	8,910
ALBAÑIL	3	3,620	10,860	2,222	24,131
PEON	9	3,580	32,220	2,222	71,593
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**104,634**
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
CEMENTO		KG	360,500	0,160	57,680
ARENA		M3	0,530	20,000	10,600
PIEDRA CHISPA		M3	1,020	20,000	20,400
AGUA		M3	0,250	3,125	0,781
ENCOFRADO TIRA		GLOB	1,000	15,520	15,520
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**104,981**
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
CEMENTO		KG	360,500	0,0050	1,803
ARENA (LA BOCA)		M3	0,530	6,3000	3,339
PIEDRA CHISPA (CANT. URUZCA)		M3	1,020	7,2000	7,344
ENCOFRADO		GLOB	1,000	2,0000	2,000
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**14,486**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 237,221
INDIRECTOS %	10%	23,722
UTILIDAD %	10%	23,722
COSTO TOTAL DEL RUBRO		284,665
PRECIO OFERTADO		**284,670**

Rubro : 8

Descripción: H.S. f'c= 140 kg/cm2 para Replantillo **Unidad:** M3

Rendimiento 1,667

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	1,667	3,623
CONCRETERA	1	3,550	3,550	1,667	5,918
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**9,541**

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
MAESTRO DE OBRA	1	4,010	4,010	1,667	6,685
ALBAÑIL	2	3,620	7,240	1,667	12,069
PEON	9	3,580	32,220	1,667	53,711
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**72,465**

MATERIALES

Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
CEMENTO		SACO	5,500	8,000	44,000
ARENA		M3	0,630	20,000	12,600
PIEDRA BOLA		M3	1,000	15,000	15,000
AGUA		M3	0,250	2,500	0,625
ENCOFRADO		GLOB	1,000	1,000	1,000
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**73,225**

TRANSPORTE

Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
CEMENTO		KG	5,50	0,0050	0,028
ARENA (LA BOCA)		M3	0,630	6,2000	3,906
PIEDRA CHISPA (Cat. JOA)		M3	1,000	7,2000	7,200
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**11,134**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 166,365
INDIRECTOS %	10%	16,637
UTILIDAD %	10%	16,637
COSTO TOTAL DEL RUBRO		199,639
PRECIO OFERTADO		**199,640**

Rubro :	9				
Descripción:	Acero de resfuerzo			**Unidad:**	Kg
				Rendimiento	0,02

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	0,020	0,014
CORTADORA - DOBLADORA	0,5	0,500	0,250	0,020	0,005
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**0,019**

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
PEON	1	3,580	3,580	0,020	0,072
FIERRRO	2	3,620	7,240	0,020	0,145
ALBAÑIL	1	3,620	3,620	0,020	0,072
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**0,289**

MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
ACERO			1,050	1,400	1,470
ALAMBRE			0,032	1,750	0,056
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**1,526**

TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**0,000**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 1,834
INDIRECTOS %	10%	0,183
UTILIDAD %	10%	0,183
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,200
PRECIO OFERTADO		**2,200**

Rubro :	10				
Descripción:	Suministro e instalacion de tubo PVC de 300 mm			**Unidad:**	m
				Rendimiento	0,571
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	0,571	0,638
RETROEXCAVADORA	1	28,000	28,000	0,571	15,988
COMPACTADOR TIPO RANA	1	2,750	2,750	0,571	1,570
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**18,196**
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
PEON	4	3,580	14,320	0,571	8,177
MAESTRO	1	4,010	4,010	0,571	2,290
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	1	4,010	4,010	0,571	2,290
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**12,757**
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
TUBERIA PVC DE 300 MM		M	1,050	14,050	14,753
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**14,753**
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**0,000**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 45,706
INDIRECTOS %	10%	4,571
UTILIDAD %	10%	4,571
COSTO TOTAL DEL RUBRO		54,847
PRECIO OFERTADO		**54,850**

Rubro :	11				
Descripción:	Suministro e instalacion de tubo PVC de 400 mm			**Unidad:**	m
				Rendimiento	0,762
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
T	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Td)**
HERRAMIENTAS MANUALES 5% M. O.			0,000	0,762	0,851
RETROEXCAVADORA	1	28,000	28,000	0,762	21,336
COMPACTADOR TIPO RANA	1	2,750	2,750	0,762	2,096
SUBTOTAL EQUIPOS (M)					**24,283**
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	**Costo**
X	A	B	C=A*B	R	**D=C*R (Xd)**
PEON	4	3,580	14,320	0,762	10,912
MAESTRO	1	4,010	4,010	0,762	3,056
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	1	4,010	4,010	0,762	3,056
SUBTOTAL MANO DE OBRA (N)			0,000		**17,024**
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	**Costo**
Y			A	B	**C=A*B (Yd)**
TUBERIA PVC DE 400 MM		M	1,050	27,070	28,424
SUBTOTAL MATERIALES (O)					**28,424**
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	**Costo**
Z			A	B	**C=A*B (Zd)**
SUBTOTAL TRANSPORTE (P)					**0,000**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		(Q) 69,730
INDIRECTOS %	10%	6,973
UTILIDAD %	10%	6,973
COSTO TOTAL DEL RUBRO		83,676
PRECIO OFERTADO		**83,680**

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document:	javier urkund.pdf (D54154271)
Submitted:	6/26/2019 2:19:00 AM
Submitted By:	javii.err313@gmail.com
Significance:	9 %

Sources included in the report:

hidraulica.docx (D38809092)
https://caraugpertov.jimdo.com/2015/06/19/comparaci%C3%B3n-entre-flujo-en-tuber%C3%ADas-y-flujo-en-canales-abiertos/
http://hidraulicaucentral.blogspot.com/
https://www.slideshare.net/3duardoJose/2-energa-especfica
69651bd1-7e85-48d1-8d30-c3ae3b90a4f1

Instances where selected sources appear:

10