UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE TITULACION

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

NUCLEO EXTRUCTURANTE: HIDRAULICA

TEMA

”EVALUACIÓN HIDROLÓGICA –HIDRÁULICA DE INUNDACIONES EN 2015 Y PROPUESTA DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE CONTROL PARA EL SECTOR DE DAULAR.”

AUTOR

JESSICA ALEXANDRA TIGRE RIVERA

TUTOR

MSC. ING. MANUEL GÓMEZ DE LA TORRE

2015-2016

GUAYAQUIL – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por la vida, por regalarme el Don de Sabiduría y Entendimiento, por todas sus bendiciones recibidas.

Le doy gracias por enviarme a mis guías mis Padres Leticia Rivera y Arcesio Tigre, de quienes recibo todo el apoyo, consejos y amor para llegar a lograr mis objetivos como Ing. Civil, a mis hermanos que son amigos incondicionales y son el regalo más preciado que la vida me dio Elsa Jhoana, Robert Stalin y Elvis Adrian.

Gracias a cada uno de mis catedráticos por compartir sus conocimientos, de manera especial a nuestro Tutor Ing. Manuel Gómez, a mi compañero Bryan Vite León por tu apoyo y amistad para lograr culminar nuestro trabajo con éxitos, Dios guie tu camino siempre; y a mi ayuda incondicional mi Amor Daniel Vera M, gracias por cada experiencia y ayuda en este proceso de titulación.

A cada una de mis colegas y a mis amigos: Jessica Pérez; Gabriela M; Jacqueline S. y Arturo P. gracias por cada sonrisa, consejo y amistad.

DEDICATORIA

A DIOS por poner en mi FE y VIDA.

Dedicado a mis padres Arcesio y Leticia que confían en mi capacidad, mis sueños, por ser mí ejemplo a seguir y por sembrar en mi valor, ética y una sonrisa en cada despertar.

A mis hermanos Elsa, Robert, Elvis, les dedico mi esfuerzo, y porque muy pronto celebrare los éxitos de ustedes.

A cada uno de mis familiares, en especial a mis Papitos por su amor Dora y Alfonso, Hilda y desde el cielo Manuel, y a quien se que está orgullosa allá junto al Creador Mamita Carmen.

A mis amigos y a usted Daniel porque siempre me has enseñado que no hay momento difícil, sino de lucha constante.

A TODOS les dedico mi felicidad y mi nuevo reto a seguir como profesional, Dios les bendiga por ser parte de MÍ.

LOS AMO…..Jessica Alexandra Tigre Rivera.

TRIBUNAL DE GRADUACION

ING. EDUARDO SANTOS B.	**MSC. ING. MANUEL GOMEZ**
DECANO	**TUTOR**
ING. PATRICIA CARDENAS	**ING. ALFREDO SILVA**
VOCAL	**VOCAL**

DECLARACION EXPRESA

De conformidad con el Articulo XI del Reglamento de Graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad del contenido de este trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual a la Universidad de Guayaquil.

JESSICA ALEXANDRA TIGRE RIVERA

0927001107

INDICE GENERAL

CAPÌTULO I

INTRODUCCION

1.1 HIDROLOGÍA 1

1.1.2 HIDRÁULICA 1

1.2 CONDICIONES GENERALES DEL SITIO 2

1.2.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS 2

1.2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 5

1.3 OBJETIVOS 7

1.3.1 OBJETIVO GENERAL: 7

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS: 8

CAPITULO II

INUNDACIONES

2.1 CAUSAS DE LAS INUNDACIONES 9

2.2 EFECTOS DEL FENOMENO DEL NIÑO 10

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 HIDROLOGIA 12

3.1.1 PRECIPITACION 12

3.1.1 LLUVIA 13

3.1.2 ISOYETAS 14

3.1.3 MEDIDA DE LAS PRECIPITACIONES 14

3.1.4 CURVAS CARACTERISTICAS 16

3.1.4.1 PRECIPITACIONES MAXIMAS ACUMULADAS 16

3.1.4.2 HIETOGRAMAS 17

3.1.4.3 CURVA INTENSIDAD, DURACION, FRECUENCIA 17

3.1.5 CUENCA HIDROGRÁFICA 18

3.1.6 LLUVIA MEDIA EN UNA ZONA 22

3.1.6.1 MEDIA ARITMETICA 22

3.1.6.2 METODO POLIGONOS DE THIESSEN 23

3.6.3 METODO DE LAS ISOYETAS 23

3.1.7 AGUA SUBSUPERFICIAL 24

3.7.1 FLUJO NO SATURADO 24

3.2 HIDRAULICA 26

3.2.1 MEDIDA DE CAUDALES 26

3.2.2 RELACIÓN NIVEL – CAUDAL 28

3.2.4 CANALES ABIERTO Y SU CLASIFICACIÓN..... 29

3.2.5 DISEÑO HIDRÁULICO 30

CAPITULO IV

REGIÓN HIDROGRÁFICA-PRECIPITACIÒN

4.1 CUENCA HIODROGRAFICA 33

4.2 PRECIPITACIÒN 34

4.2.1. PRECIPITACION MEDIANTE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN EL SECTOR DE DAULAR..... 34

4.2.2 CALCULO DE VOLUMEN DE INUNDACIÓN DE LA ZONA 37

4.3 PRECIPITACION MEDIANTE HIDROLOGIA 44

4.3.1 REGISTRO DE PRECIPITACIONES. 44

4.3.2 MÉTODO DEL SCS (1972) PARA ABSTRACCIONES..... 45

4.3.3 CALCULO DEL FACTOR CN (Numero de Curva) 50

4.3.4 CALCULO DE ESCORRENTIA MEDIANTE EL NUMERO DE CURVA: 52

4.4 CALCULO DEL CAUDAL PROMEDIO PARA UN MES: 53

4.5 CALCULO DEL CAUDAL PROMEDIO PARA UN DIA:..... 54

CAPITULO V

TORMENTA DE DISEÑO

5.1 RELACIÓN INTENSIDAD, DURACIÓN, FRECUENCIA 56

5.1.1 ECUACIONES PARA LAS CURVAS IDF 57

5.2 HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN DE DISEÑO UTILIZANDO LAS RELACIONES IDF, UTILIZANDO EL MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO. 59

CAPITULO VI

EVALUACION HIDRAULICA

6.1 CARACTERISTICAS DEL CANAL EN LA ACTUALIDAD 63

6.2 ANALISIS DEL CANAL (RIO), Y EVALUACION DE POSIBLE SOLUCIONES. ... 68

6.3 TRANSITO DE LA AVENIDA 72

6.3.1 CALCULO DE CAUDALES DE ENTRADA 72

6.3.2 COMPARACION VOLUMEN DE ENTRADA-SALIDA-ALMACENAMIENTO 75

CONCLUSIONES 77

RECOMENDACIONES 78

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 INUNDACIÓN SECTOR DAULAR ENERO 2015 – FUENTE DIARIO LA HORA 3

IMAGEN 2B NIVEL DE AGUA EN LAS VIVIENDAS AFECTADAS 4

IMAGEN 3 DAÑOS OCURRIDOS EN LA VÍA DE ACCESO A LA COMUNA DAULAR. 5

IMAGEN 4 UBICACIÓN DEL PROYECTO – COMUNA DAULAR 6

IMAGEN 5 VÍAS DE ACCESO Y SISTEMAS DE ALCANTARILLADO ACTUALMENTE EN LA COMUNA DAULAR. 7

IMAGEN 6 INUNDACIONES PRODUCIDAS POR TALA DE ÁRBOLES 9

IMAGEN 7 MAPA DE RIESGO DE INUNDACIONES 10

IMAGEN 8 FENÓMENO DEL NIÑO (1997-1998) FUENTE: NOA. 11

IMAGEN 9 PLUVIÓMETRO. 14

IMAGEN 10PLUVIÓGRAFOS. 15

IMAGEN 11 CUENCA HIDROGRÁFICA. 19

IMAGEN 12 UBICACIÓN DEL BM EN EL SECTOR DE DAULAR. 35

IMAGEN 14 TOMA DE PUNTOS EN EL BORDE LATERAL DERECHO DEL RIO DAULAR. 36

IMAGEN 13 TRAMO DEL RIO DAULAR EN VERANO 36

IMAGEN 15 CURVAS DE NIVEL DEL SECTOR DAULAR. 37

IMAGEN 16 LONGITUD DE CANAL PROPUESTO 68

IMAGEN 17COMUNA DAULAR, INICIO DE CANAL PROPUESTO 69

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 FORMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS NUBES 12

FIGURA 2 MAPA DE ISOYETAS 14

FIGURA 3 PRECIPITACIONES MÁXIMAS ACUMULADAS. 16

FIGURA 4 HIETOGRAMA. 17

FIGURA 5 CURVA INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA. 18

FIGURA 6 POLÍGONO THIESSEN. 23

FIGURA 7 MÉTODO DE LAS ISOYETAS. 24

FIGURA 8 ZONA Y PROCESO DE AGUA SUPERFICIAL. 25

FIGURA 9 ESCALA LIMNIMETRICA ESCALONADA. 26

FIGURA 10 LIMNIGRAFOS. 27

FIGURA 11 CURVA DE CALIBRACIÓN. 28

FIGURA 12. FLUJO EN CANALES ABIERTOS Y SU CLASIFICACIÓN. 30

FIGURA 13MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA, ACUACULTURA Y PESCA 33

FIGURA 14 CURVA DE ALMACENAMIENTO. 43

FIGURA 15 DISTRIBUCIÓN PRECIPITACIÓN MENSUAL. 45

FIGURA 16 HIETOGRAMA –MÉTODO DE BLOQUE ALTERNO. 61

FIGURA 17 SECCIÓN DEL CANAL –VOLUMEN CALCULADO 67

FIGURA 18 SECCIÓN DEL CANAL PROPUESTO EN LA EVALUACIÓN 71

FIGURA 19 HIDROGRAMA DE ENTRADA (ANÁLISIS PARA UN DÍA) 73

FIGURA 20 HIDROGRAMA DE ENTRADA (ANÁLISIS PARA UN MES) 74

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. VALORES DE COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING. 31

TABLA 2 RANGO DE VELOCIDADES. 32

TABLA 3 VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (M/SEG) EN CANALES NO REVESTIDOS. 32

TABLA 4 CALCULO DE ÁREAS ENTRE CURVAS DE NIVEL. 38

TABLA 5 CALCULO DE VOLUMEN DE AGUA ENTRE CURVAS. 41

TABLA 6 VOLUMEN ACUMULADO. 42

TABLA 7 REGISTRO DE PRECIPITACIONES AÑO 1998. 44

TABLA 8 NUMERO DE CURVA SEGÚN EL USO DE SUELO 49

TABLA 9 VALORES DE CN SEGÚN EL USO DE SUELO EN EL SECTOR DAULAR 51

TABLA 10COEFICIENTES CORRESPONDIENTES A LA CURVA IDF. 57

TABLA 11 INTENSIDADES CALCULADAS ANEXO. 58

TABLA 12 HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN DE DISEÑO, REALIZADO EN INCREMENTO DE 2 HORAS, UTILIZANDO EL MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO (CHOW V. Y., 1994) 61

TABLA 13 CARACTERÍSTICAS DEL CANAL EN LA ACTUALIDAD 64

TABLA 14 EVALUACIÓN DEL CAUDAL A DIFERENTES COTAS 66

TABLA 15 CALCULO DEL CAUDAL DEL CANAL PROPUESTO 70

TABLA 16 TRANSITO DE LA AVENIDA ANÁLISIS PARA UN DÍA. 72

TABLA 17 TRANSITO DE LA AVENIDA ANÁLISIS PARA UN MES 73

TABLA 18 TRANSITO DE AVENIDA 75

CAPÌTULO I

INTRODUCCIÒN

1.1 HIDROLOGÍA

Es aquella disciplina que se ocupa especialmente de estudiar la distribución espacio temporal, las propiedades de las aguas subterráneas y las del continente.

Dentro de este vasto objeto de estudiar al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, se incluye las diferentes precipitaciones, escorrentía, humedad del suelo, evapotranspiración entre otros.

La investigación hidrológica es importante para el desarrollo, gestión, y control de los recursos de agua. Las diferentes aplicaciones tal como desarrollo de sistema de irrigación, control de inundaciones y erosión del suelo eliminación y tratamiento de aguas usadas, disminución de la contaminación, conservación de los peces, entre otros.

Su aplicación es importante para el diseño de obras hidráulicas ya que se fundamenta en un estudio previo hidrológico.

1.1.2 HIDRÁULICA

Se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos en ingeniería, rama de la física por lo que implica la aplicación de secciones hidráulicas para obras de drenaje.

1.2 CONDICIONES GENERALES DEL SITIO

Los efectos de invierno por las fuertes lluvias, ha provocado así inundaciones en la zona poblada.

Afectando al 90% del sector de Daular, especialmente en la zona baja donde se asienta la población, alcanzando los (1,50-2) metros de altura, dejando a la población completamente inundada (Ver Anexo A; Foto 1-4).

Según estudios que se han realizado el pueblo de Daular queda muy bajo, siendo un inconveniente cuando existes altas precipitaciones.

Los problemas aumentan por la poca capacidad de evacuación y desfogue, a pesar que la Autoridad competente, realice trabajos de limpieza continuamente en épocas de elevadas precipitaciones, el problema cada vez es mayor para controlar las inundaciones.

Es por ello que se realiza la Evaluación Hidrológica - Hidráulica y soluciones constructivas con el afán de dar una propuesta emergente, a las situaciones que la población de Daular, sabiendo la situación en la que se encuentran, aún más la zozobra con la espera de un Fenómeno del El Niño, temen lo peor tanto para sus familias, viviendas, animales y cultivos

1.2.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS

Con el fin de evaluar las inundaciones durante el periodo de Enero a Mayo del año 2015 en la Comuna Daular y tomar decisiones para la atención de avenidas en el sector o áreas de producción; resulta necesario contar con previsiones de atención de emergencia, por lo que es necesario la previsión de datos de las cotas inundables, y un estudio de las posibles soluciones emprendidas para ayuda en este sector

Imagen 1 Inundación Sector Daular Enero 2015 – Fuente Diario La Hora

Fuente: Diario La Hora

De igual manera contar con datos referente a las últimas inundaciones, huellas de las avenidas, daños que se produjeron, sistemas de abastecimiento de agua potable, obras de protección fluvial y contra inundaciones en el caso de existir, son datos necesarios(Anexo A ;Figura 5-6-7-8-9-10).

De igual manera se realizó una inspección del sector encontrando datos referentes a las últimas inundaciones, se observó huellas de las avenidas, según indagaciones hechas a varios moradores del poblado en conjunto con el Presidente de la comuna Sr. Julio Preciado indicaron que el nivel de agua alcanzo la altura de 1,50-2,0 metros, ellos inmediatamente tuvieron que salir de sus viviendas y ponerse a buen recaudo.

Imagen 2a Sr Julio Preciado Presidente de la Comuna Daular.

Imagen 2b Nivel de Agua en las Viviendas Afectadas

Los daños que se produjeron fueron de gran magnitud al límite de destruir uno de los puentes de acceso arrastrando consigo la vía.

Toda la información antes mencionada, antes mencionada se verifico en el sitio, aún más en los lugares potencialmente inundables.

Imagen 3 Daños Ocurridos en la Vía de Acceso a La Comuna Daular.

(Lluvia Ocurrida Sábado 4 de Abril del 2015)

Fuente: El Comercio

1.2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La Evaluación Hidrológica - Hidráulica de Inundaciones en el 2015 y la Propuesta de Soluciones Constructivas de Control para el Sector de Daular, Parroquia Chongon, Se efectuara en la zona rural del oeste de Guayaquil, Km 33 Vía a la Costa

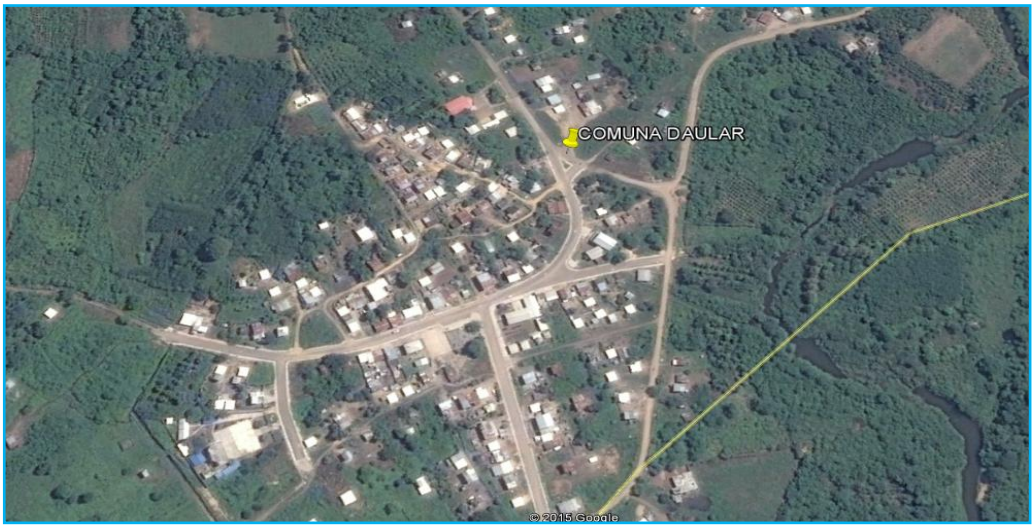
La comuna Daular fue fundada el 1ro de septiembre de 1930, según acuerdo ministerial N-109, registro oficial N-0423 de Octubre 20 de 1970.

Adicional contar con un software (Google Earth) que permita la ubicación ge referencial de las estructuras existentes, ríos, asentamientos, necesarios para efectuar nuestra evaluación.

Según INEN el último censo poblacional del año 2010, el Sector cuenta con 1200 habitantes.

El área a evaluar es aproximadamente de 204605.033 m2, correspondiente a 20.46 Ha:

Imagen 4 Ubicación del Proyecto – Comuna Daular



Fuente: Google Earth

En este sector sus habitantes se dedican a la cría de ganado vacuno, aves, al igual que a la producción de banano, cacao, y otros productos de ciclo corto.

En Daular los moradores indican que en los últimos años han incorporado servicios que antes no tenía el lugar, como agua potable, alcantarillado, y la planta de tratamiento de aguas servidas.

En el sector se han hecho diferentes peticiones tanto al gobierno, municipalidad de Guayaquil, Prefectura del Guayas, para dar una atención a las necesidades de los pobladores.

Se indicó y se constató la construcción de alcantarillas y varias vías, como la reconstrucción de vía que está totalmente destruida por la última lluvia.

Imagen 5 Vías de Acceso y Sistemas de Alcantarillado actualmente en la Comuna Daular.

Fuente: Propia

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

El objetivo general del proyecto es implementar un sistema integral de medidas de ingeniería para evaluación Hidrológica –Hidráulica de Inundaciones en el 2015 y Propuesta de Soluciones Constructivas, de Control para el Sector de Daular.

La evaluación mitigara los riesgos ambientales que generan las precipitaciones en sector de Daular, de la Provincia del Guayas.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

La evaluación está encaminada a proporcionar las características Hidrológicas - Hidráulicas así como las condiciones del flujo de la cuenca del Rio Daular, en el cual se implementara una variedad de obras hidráulicas.

Proponer posible soluciones en la determinación de los parámetros climáticos.

Según la evaluación y soluciones permitirá el desarrollo social y económico de la región y facilitara fomentar mecanismos que demanda la conservación y remediación ambiental dados los conflictos o riesgos de desastres naturales que se desarrollan en rio Daular.

CAPITULO II

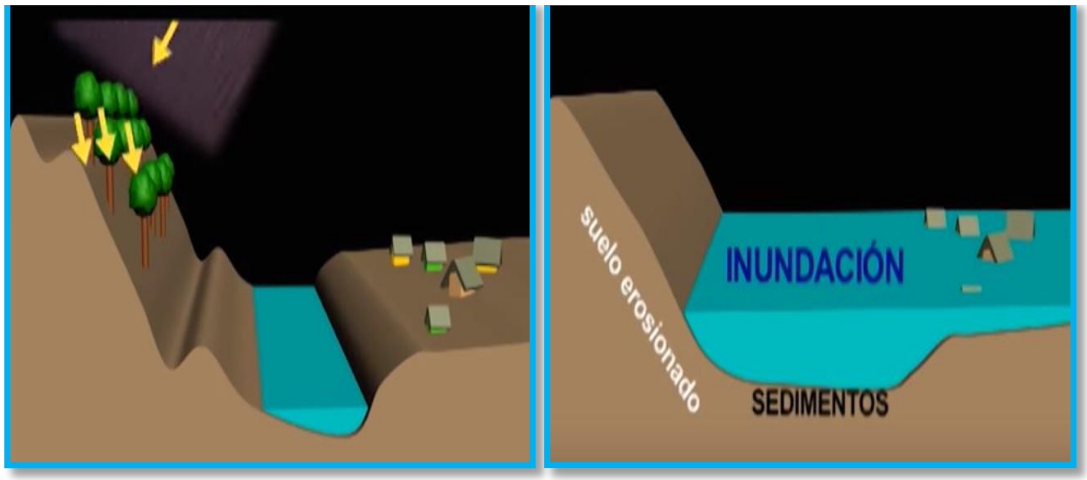
INUNDACIONES

2.1 CAUSAS DE LAS INUNDACIONES

Todos los años en Ecuador y el mundo las inundaciones se producen por un cambio producido por un factor determinante :

Tala de Arboles.- Normalmente cuando llueve en las montañas los bosques filtran y retienen el agua permitiendo que una cantidad dosificada de liquido llegue a los rios que crecerian de manera proporcionada, esto ha venido sucediendo por millones de años en nuestro planeta ,sin embargo a cortar los arboles y desforestar las montañas el agua de lluvia erosiona el suelo arrastrando y depositando los sedimentos en los rios como la lluvia ya no es retenida por los bosques toda el agua llega al rio y se producen los debordamientos y inudaciones

Imagen 6 Inundaciones Producidas por Tala de Árboles



Fuente: Protege la Televisión Ecuador.

2.2 EFECTOS DEL FENOMENO DEL NIÑO

El Niño un fenomeno metereologico,es un evento ciclico, no se ha podido determinar sus plazos concretos ,si es que los tiene.

Causando asi por el cambio de las corrientes marinas que en las aguas del Pacifico paises como Peru,Ecuador y Colombia en la zona costera irrumpan en corrientes de aguas mas frias causando anomalias a escala global,la principal, aunque no ùnica responsable de este fenomeno es la propia oscilacion en la rotacion de la Tierra. (WASHINGTON)

En el presente mapa representa la zonificacion de Ecuador generada por el taponamiemnto del drenaje,inundaciones durante el fenomeno El niño 1982-1983 y 1997-1998. (WASHINGTON)

Imagen 7 Mapa de Riesgo de Inundaciones

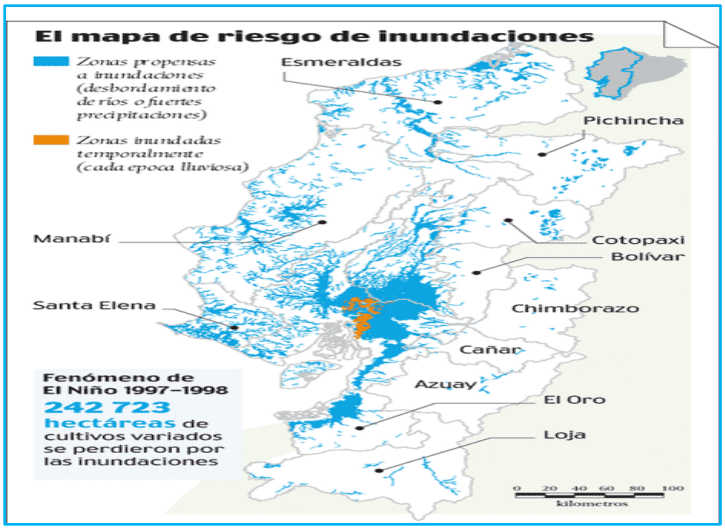
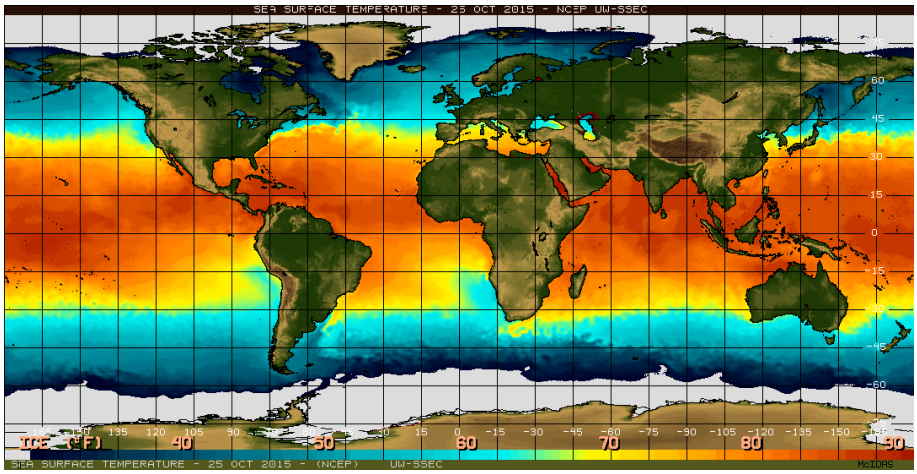


Imagen 8 Fenómeno Del Niño (1997-1998) Fuente: NOA.



Fuente: NOA

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 HIDROLOGIA

3.1.1 PRECIPITACION

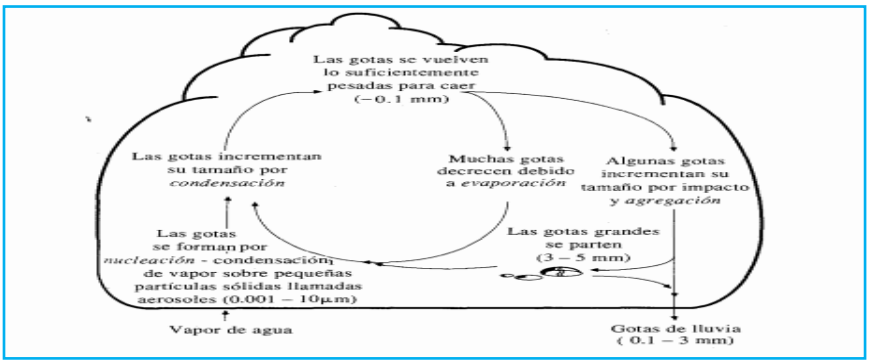
Se define como precipitación al proceso mediante el cual el agua cae a la superficie terrestre y estos depende del tipo de nube, temperatura y humedad.

Siendo el agua el componente más abundante en la tierra, que según la temperatura esta puede ser solida, liquida o gaseosa concentrándose cualquiera de estas formas en la atmosfera.

La cantidad de agua que se acumula en la atmosfera proviene de los cálidos océanos, ya que entre más alta es la temperatura, esta se evapora con mayor rapidez.

Las gotas de agua crecen mediante la condensación y se mueven por la turbulencia del aire hasta que son muy grandes y con la fuerza de la gravedad empiezan a caer. (CHOW V. Y., 1994).

Figura 1 Formación de la Precipitación en las Nubes



Fuente: Hidrología de Ven Te Chow.

3.1.1 LLUVIA

La lluvia se presenta por la condensación de vapor de agua contenida en las nubes, las mismas que presentan gran variación en espacio y tiempo.

Según sus intensidades pueden distinguirse:

-Ligera para tasas de caída de hasta 2.5 mm/h

-Moderada desde 2.5 hasta 7.52 mm/h

-Fuerte por encima de 7.5 mm/h

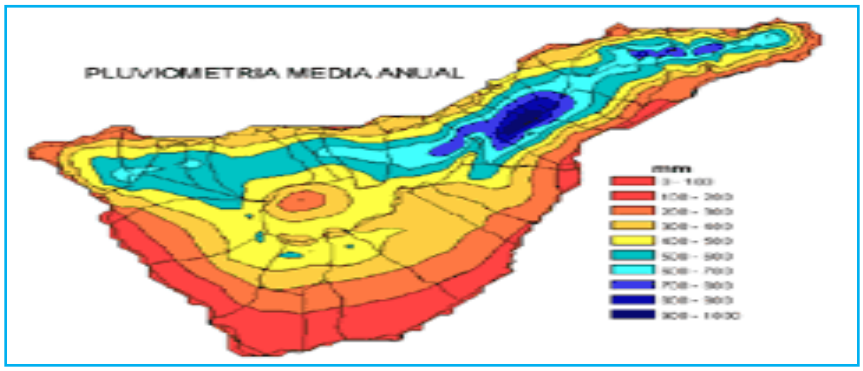
Se considera lluvia cuando el diámetro de la gota que cae es mayor a 0, 5 mm, si el agua no alcanza la superficie se le llama virga y si es menor se llama llovizna.

La lluvia se representa mediante isoyetas, en el que consta un mapa de lluvia constante.

3.1.2 ISOYETAS

Se generan con información de Pluviógrafos, interpolando información de lluvias.

Figura 2 Mapa de Isoyetas



Fuente: www.aguastenerife.org

3.1.3 MEDIDA DE LAS PRECIPITACIONES

Para medir las precipitaciones la realizamos con los siguientes instrumentos:

-PLUVIÓMETRO.- Registra la cantidad de agua de una lluvia en lugar durante un tiempo determinado, su medida es en mm (milímetros) de altura (o equivalente en litro por metros cuadrados. (CHOW V. Y., 1994)

Imagen 9 Pluviómetro.

Fuente: teleformacion .edu.aytolacoruna.es

La lectura se realiza cada 12 horas, pero no indica las horas que han caído o si lo ha hecho con mucha o poca intensidad, entonces decimos que el pluviómetro es un aparato que nos permite medir la cantidad de lluvia que ha caído en su totalidad.

-PLUVIÓGRAFO.- Registra automáticamente las precipitaciones, consta de una banda en las cuales se registra gráficamente en un cierto intervalo de tiempo la cantidad de lluvia que ha caído, en una tira especial de papel cuadriculado.

Imagen 10Pluviógrafos.

Fuente: teleformacion.edu.aytolacoruna.es

3.1.4 CURVAS CARACTERISTICAS

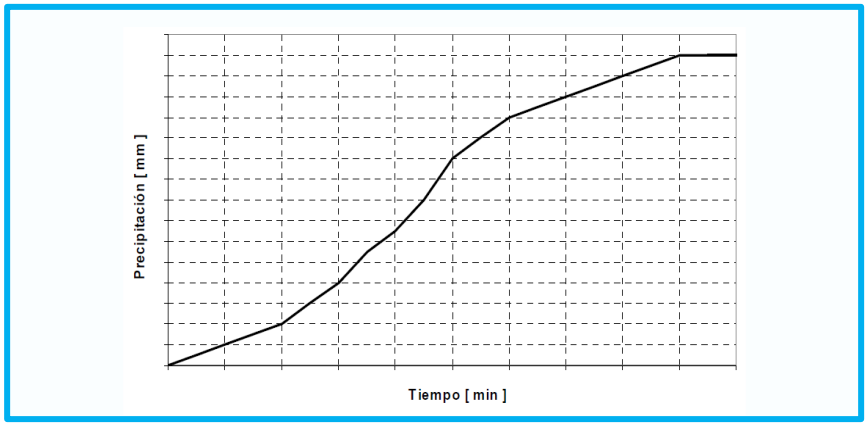
3.1.4.1 PRECIPITACIONES MAXIMAS ACUMULADAS

Se la conoce como la curva de precipitación acumulada en un determinado tiempo, en base a los registros de los pluviógrafos.

Se grafica en las abscisas los valores de tiempo y en las ordenadas las precipitaciones acumuladas.

En la siguiente curva de masa se observa claramente la intensidad y la variación con el tiempo, la pendiente que se obtiene trazando una recta entre los puntos extremos de la curva nos indica la intensidad media de la precipitación producida por la tormenta, en un determinado tiempo correspondiente a la duración de la lluvia. (CHOW V. Y., 1994)

Figura 3 Precipitaciones Máximas Acumuladas.

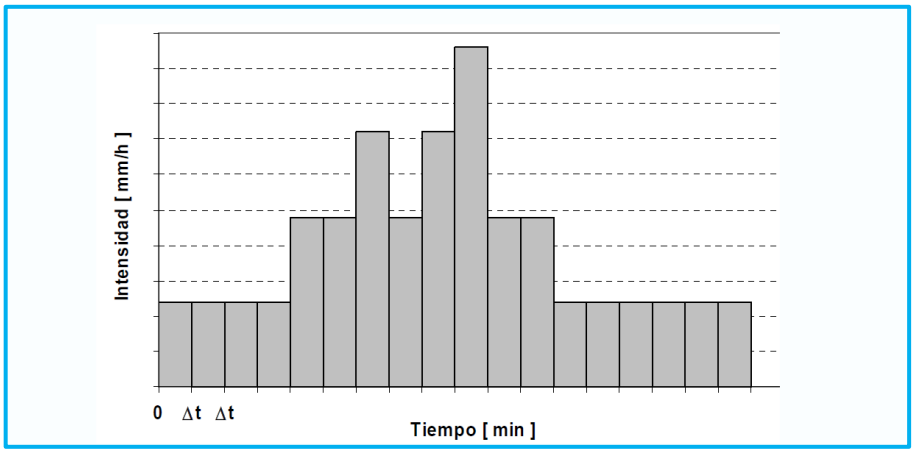


Fuente: Ing. Carlos D. Segerer

3.1.4.2 HIETOGRAMAS

Se denomina yeto grama (pluviógrama o hietograma) a la gráfica que representa en un determinado tiempo ya sea en horas o minutos en las abscisas ,ubicando las intensidades de precipitación en las ordenadas, dando como resultado la precipitación efectuada en una tormenta. (CHOW V. Y., 1994)

Figura 4 Hietograma.



Fuente: Ing. Carlos D Segerer

3.1.4.3 CURVA INTENSIDAD, DURACION, FRECUENCIA

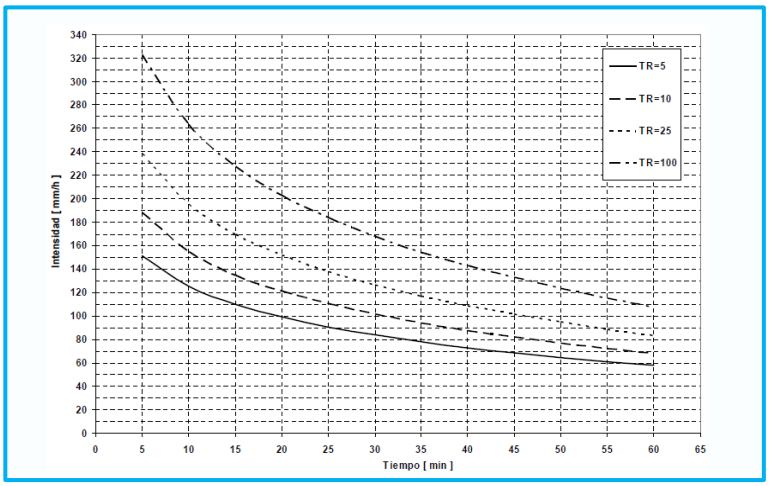
Estas graficas se representan como una familia de curvas, se trabaja con datos de precipitación de una estación meteorológica, como de cuatro estaciones meteorológicas.

Se la elabora con una expresión matemática, en la cual intervienen intensidad, periodo, tiempo.

Permite generalizar resultados con la combinación de valores para analizar planos de isoyetas de tormentas registradas en una cuenca.

Aplicada en hidrografía, a partir de datos de estaciones pluviométricos, en los que se encuentran los resultados de las intensidades en función del periodo de retorno y duración de la precipitación (CHOW V. Y., 1994).

Figura 5 Curva Intensidad-Duración-Frecuencia.



Fuente: Carlos D Segerer

3.1.5 CUENCA HIDROGRÁFICA

Las cuencas hidrográficas son el sector geográfico donde se colecta el agua.

Una cuenca hidrográfica es importante porque es proveedora de agua para consumo de humano, turismo, agricultura y para los animales importante entonces que tenga un buen uso en el suelo, en manejo de agua para el consumo humano, mantener espacios de conservación pozos naturales, paramos; para que el ciclo hidrológico se mantenga y pueda proveerse de agua para todos los usos de la cuenca.

El Ecuador se divide en 31 sistemas hidrográficos conformado por 79 cuencas.

Imagen 11 Cuenca Hidrográfica.

Fuente: es.slidesher.net

Partes de una cuenca tiene tres partes:

-Cuenca alta, que corresponde a la zona donde nace el río, el cual se desplaza por una gran pendiente.

-Cuenca media, la parte de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.

-Cuenca baja, la parte de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección.

Tipos de cuencas

Existen tres tipos de cuencas:

Exorreicas: las aguas llegan a desaguar en los océanos cada uno de manera independiente o a través de un colector común.

Endorreicas: cuando los ríos no tienen salida hacia los mares, terminan perdiéndose en la parte continental.

Arreicas: ocurre cuando a pesar de existir un cauce que permite la llegada de las aguas del rio hacia el mar estas no llegan por que se filtran o evaporan en el trayecto

El relieve de la cuenca

El relieve de una cuenca consta de los valles principales y secundarios, con las formas de relieve mayores y menores y la red fluvial que conforma una cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.

Funciones de las cuencas hidrográficas

Función hidrológica

Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.

Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.

Descarga del agua como escurrimiento.

Función ecológica

Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.

Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.

Función ambiental

Constituyen sumideros de CO2.

Alberga bancos de germoplasma.

Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.

Conserva la biodiversidad.

Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos

Función socioeconómica

Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que

Dan sustento a la población.

Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad.

División de la cuenca

Sub cuenca: es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca.

Varias subcuentas pueden conformar una cuenca.

Micro cuenca: es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una sub cuenca.

Varios micros cuencas pueden conformar una sub cuenca.

Quebradas: es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de un micro cuenca.

Varias quebradas pueden conformar un micro cuenca.

3.1.6 LLUVIA MEDIA EN UNA ZONA

3.1.6.1 MEDIA ARITMETICA

El siguiente método provee una buena estimación, cuando las estaciones pluviométricas están distribuidas uniformemente en nuestra cuenca de estudio, cuando el área es plana y la variación de las precipitaciones entre las estaciones es pequeña.

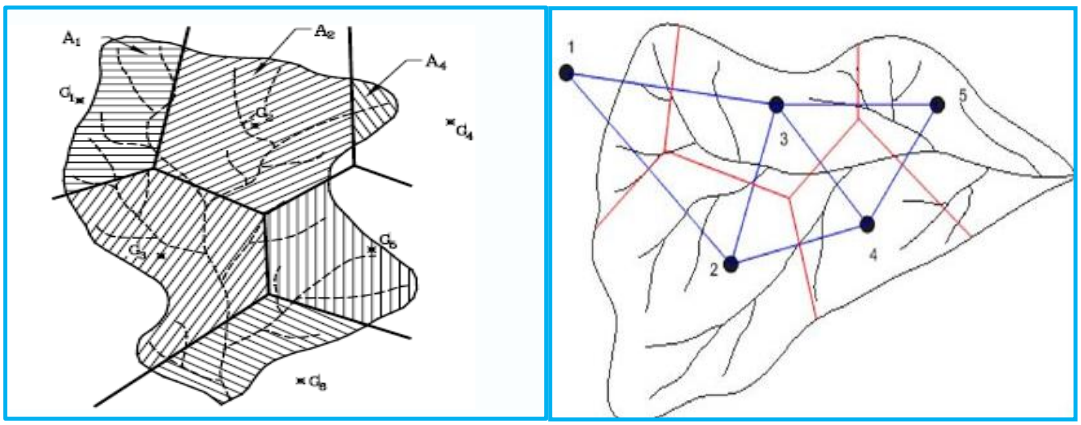
Se calcula con la siguiente fórmula:

$$PA: \frac{\sum_{i=1}^{n} P}{n}$$

3.1.6.2 METODO POLIGONOS DE THIESSEN

El método siguiente se utiliza para la distribución no uniforme de estaciones pluviométricas, nos indica resultados más concretos con un área de cuenca aproximadamente plana, este método no considera influencias orográficas. (CARLOS D.SEGERER ING, 2006).

Figura 6 Polígono Thiessen.



Fuente: Ing. Carlos D Segerer.

Este método es el más exacto que el método de la media aritmética, pero es inflexible, puesto que se tiene que reconstruir una nueva red, cada que haya un cambio en la red de pluviómetros, de igual manera ocurre cuando falta un dato de uno de ellos.

3.6.3 METODO DE LAS ISOYETAS

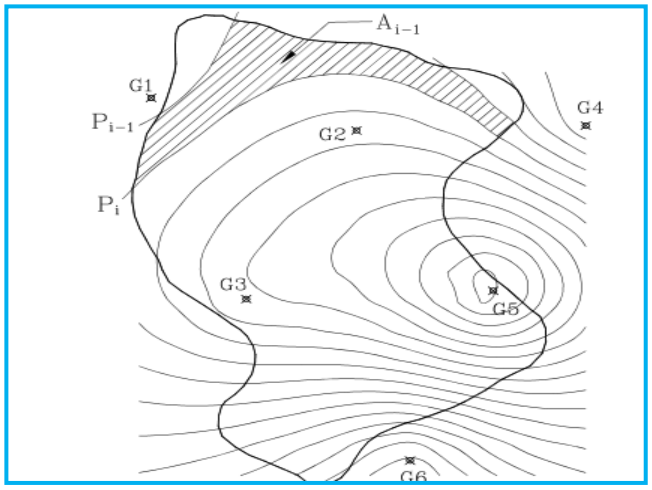
Utiliza profundidades que se obtienen en los pluviómetros e interpolando entre pluviómetros adyacentes.

Cuando obtenemos un mapa de isoyetas, determinamos el área entre cada par de isoyetas y multiplicamos por el promedio de las profundidades de lluvia de las dos isoyetas adyacentes para calcular la precipitación promedio sobre el área. (CARLOS D.SEGERER ING, 2006)

Este método es flexible, la precipitación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1}{A}\sum_{j=0}^{J} \text{Aj Pj}$$

Figura 7 Método de las Isoyetas.



Fuente: Ing. Carlos D Segerer

3.1.7 AGUA SUBSUPERFICIAL

El concepto de agua su superficial, consiste en que fluye por debajo de la superficie terrestre.

3.7.1 FLUJO NO SATURADO

El proceso y las zonas en que ocurre el flujo sub superficial se divide en tres clasificaciones importantes:

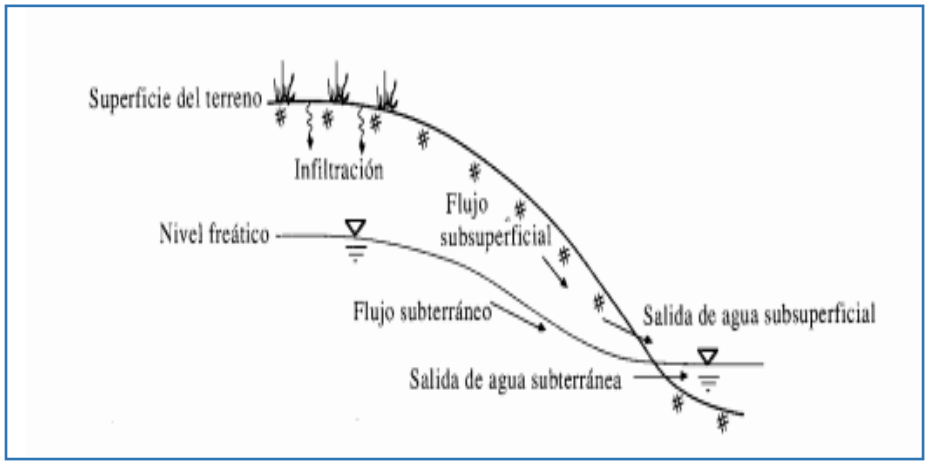
-INFILTRACION.-Capacidad del agua superficial para convertirse en humedad en el suelo.

-FLUJO SUBSUPERFICIAL.-O flujo no saturado, posee vacios de aire en el medio poroso

-FLUJO DE AGUA SUBTERRANEA.- o flujo saturado a través de los estratos de suelo y roca, este a su vez tiene los vacios llenos de agua.

Nivel freático.-es el nivel superior del agua localizada en la denominada zona saturada de las aguas subterráneas, se lo puede encontrar a centímetros del suelo como a metros de profundidad en el suelo. (CHOW V. Y., 1994).

Figura 8 Zona y Proceso de Agua Superficial.



Fuente: Hidrología Aplicada de Ven Te Chow

3.2 HIDRAULICA

3.2.1 MEDIDA DE CAUDALES

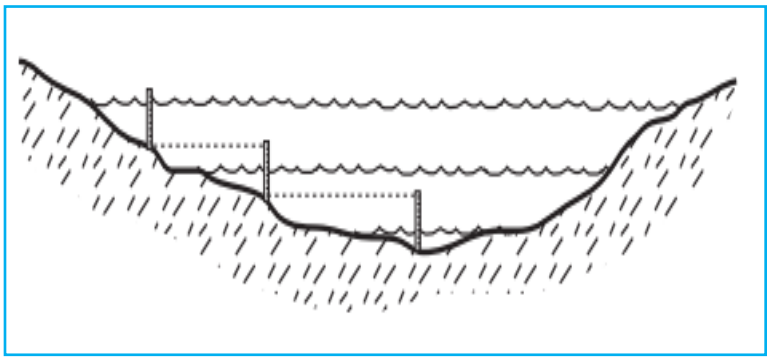
La medida de caudales se lo realiza con un aforo, necesario para medir pequeños caudales o grandes ríos con caudales de miles de m3/s, se menciona los siguientes tipos de aforo:

-**Aforo directo**.- se realiza la medición directamente del caudal con un aparato y procedimiento

-**Aforo indirecto**.- se mide el nivel de agua de un cauce, y a partir de este procedimiento estimamos el caudal, se lo realiza con el siguiente instrumento:

Limnìmetro.-es una escala graduada en centímetros a veces adosadas al pilar de un puente, puede ser de madera o de metal, se debe colocar en el mismo sitio cada vez que se realicen las lecturas y su extremidad inferior siempre debe estar sumergida en el agua. (SÀNCHEZ SAN ROMAN).

Figura 9 Escala Limnimetrica Escalonada.



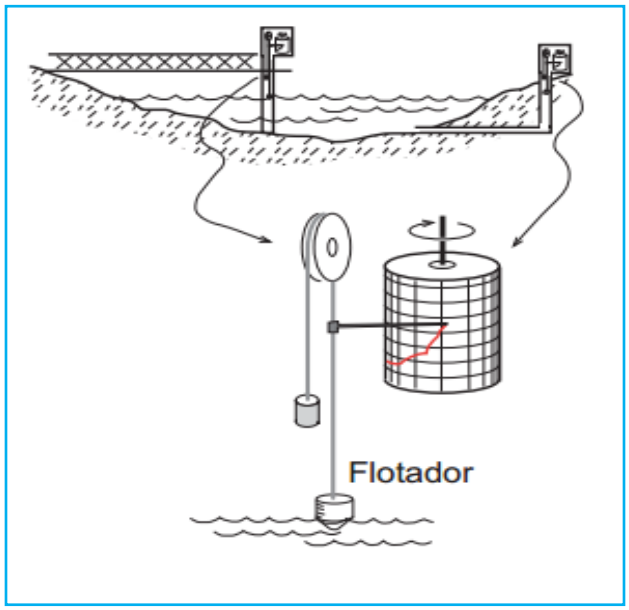
Fuente: hidrología.usal.es

Limnìgrafos.- este instrumento mide el nivel guardando un registro grafico o digital del mismo a lo largo del tiempo.

Es así logramos una gráfica llamada limnigrama en la que se observa la altura del agua en función del tiempo.

Los equipos más modernos almacenan los niveles del flotador digitalmente, para luego receptarlo en un ordenador, o bien los envían instantáneamente al organismo de control. (SÀNCHEZ SAN ROMAN).

Figura 10 Limnigrafos.



Fuente: hidrología.usal.es

3.2.2 RELACIÓN NIVEL – CAUDAL

Para efectuar esta relación necesitamos una ecuación que transforme el nivel de agua que se obtiene por la escala limnimetra en caudal.

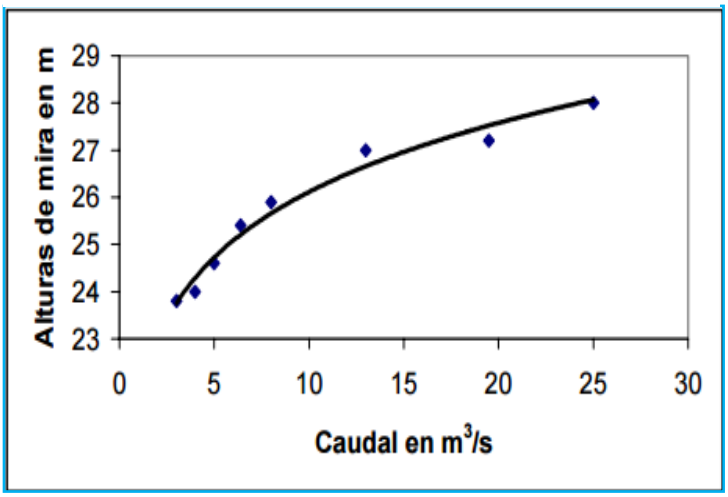
Al realizar el aforo de una corriente, durante varias épocas del año en una sección determinada, su objetivo es determinar la curva de calibración de la sección.

La misma que se efectúa con aforos durante un largo periodo, de tal manera que se obtengan niveles elevados como bajos del rio.

Por medio de esta curva obtenemos los hidrógramas o graficas variaciones del caudal contra el tiempo en una sección determinada.

Esta relación hay que actualizar periódicamente ya que la sección del cauce puede sufrir variaciones ya sea por erosión o acumulación de sedimentos. (SÀNCHEZ SAN ROMAN).

Figura 11 Curva de Calibración.



Fuente: hidrología.usal.es

3.2.4 CANALES ABIERTO Y SU CLASIFICACIÓN

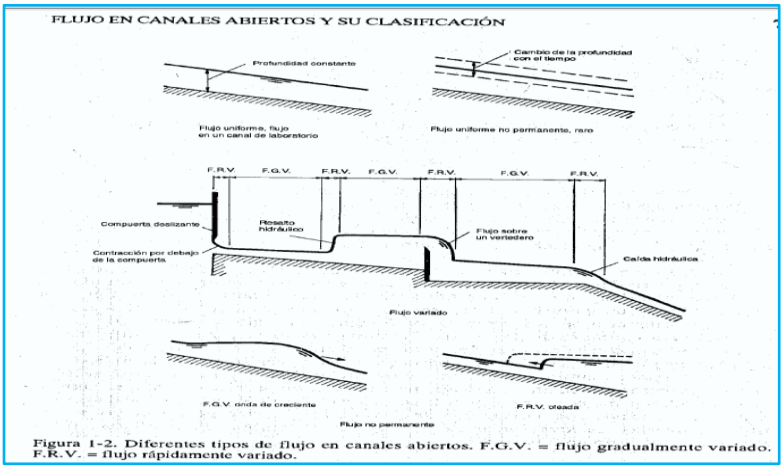
- **FLUJO EN CANAL ABIERTO**.- Posee una superficie libre, sometida a la presión atmosférica.
- **FLUJO EN CANAL CERRADO**.-No posee superficie libre ya que es un canal cerrado y el agua debe llenar completamente el conducto, en este caso al estar confinado, está sometido a la presión hidráulica (CHOW V. Y., 1994).

Tipos de flujos debido al cambio en la profundidad del flujo con respecto al tiempo y espacio en canales abiertos:

- Flujo Permanente: en un canal abierto es el flujo permanente si la profundidad del flujo no cambia o puede suponerse constante durante el intervalo del tiempo en consideración.

- Flujo no Permanente: en un canal abierto el flujo es no permanente si la profundidad cambia con el tiempo.

Figura 12. Flujo en Canales Abiertos y su Clasificación.



Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos de Ven Te Chow.

3.2.5 DISEÑO HIDRÁULICO

El cálculo hidráulico es indispensable para establecer las dimensiones a nuestra solución constructiva a proyectarse.

Se estableció la fórmula de Robert Manning para canales abiertos, la cual es de fácil aplicación permite así obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme: (CHOW & D, 2000) (INTERIOR)

$$V = \frac{(R) \wedge 2 / 3\ (S) \wedge 1 / 2}{n} \quad ; \quad R = \frac{A}{P} \quad ; Q = V \times A$$

Donde:

Q= Caudal (m^3/s)

V=velocidad media del flujo (m/s)

A= área (m^2)

P=perímetro mojado (m)

R= radio hidráulico (m)

S=Pendiente de fondo (m/m)

n=Coeficiente de Nanning.

Tabla 1. Valores de Coeficientes de Rugosidad de Manning.

TABLA N° 09: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)

TIPO DE CANAL			MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A.CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido	0.009	0.010	0.013
		b. Acero			
		soldado	0.010	0.012	0.014
		con remaches	0.013	0.016	0.017
		c. Metal corrugado			
		sub - dren	0.017	0.019	0.021
		dren para aguas lluvias	0.021	0.024	0.030
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto	0.010	0.011	0.013
		tubo recto y libre de basuras	0.011	0.013	0.014
		tubo con curvas, conexiones	0.011	0.012	0.014
		afinado	0.013	0.015	0.017
		tubo de alcantarillado con cámaras, entradas.	0.012	0.013	0.014
		Tubo con moldaje de acero.	0.012	0.014	0.016
		Tubo de moldaje madera cepillada	0.015	0.017	0.020
		Tubo con moldaje madera en bruto			
		b. Madera	0.010	0.012	0.014
		duelas	0.015	0.017	0.020
		laminada y tratada	0.018	0.025	0.030
		c. Albañilería de piedra.			
B.CANALES REVESTIDOS	B.1 METAL	a. Acero liso	0.011	0.012	0.014
		sin pintar	0.012	0.013	0.017
		pintado	0.021	0.025	0.030
		b. Corrugado			
	B.2 NO METÁLICO	a. Madera	0.010	0.012	0.014
		Sin tratamiento	0.011	0.012	0.015
		Tratada	0.012	0.015	0.018
		Planchas			
		b. Concreto	0.011	0.013	0.015
		afinado con plana	0.015	0.017	0.020
		afinado con fondo de grava	0.014	0.017	0.020
		sin afinar	0.017	0.020	
		excavado en roca de buena calidad	0.022	0.027	
		excavado en roca descompuesta			
		c. Albañilería	0.017	0.025	0.030
		piedra con mortero	0.023	0.032	0.035
		piedra sola			
C. EXCAVADO		a. Tierra, recto y uniforme	0.016	0.018	0.020
		nuevo	0.022	0.025	0.030
		grava	0.022	0.027	0.033
		con algo de vegetación			
		b. Tierra, sinuoso	0.023	0.025	0.030
		sin vegetación	0.025	0.030	0.033
		con malezas y pasto	0.030	0.035	0.040
		maleza tupida, plantas	0.025	0.035	0.040
		fondo pedregoso - malezas.			
		c. Roca	0.025	0.035	0.040
		suave y uniforme	0.035	0.040	0.050
		irregular			
		d. Canales sin mantención	0.050	0.080	0.120
		maleza tupida	0.040	0.050	0.080
		Fondo limpio, bordes con vegetación			

Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos de Ven Te Chow.

TABLA Nº 10: Velocidades máximas admisibles (m/s) en conductos revestidos

TIPO DE REVESTIMIENTO	VELOCIDAD (M/S)
Concreto	3.0 – 6.0
Ladrillo con concreto	2.5 – 3.5
Mampostería de piedra y concreto	2.0

Fuente: HCANALES, Máximo Villon B.

Tabla 2 Rango de Velocidades.

Se recomienda una velocidad mínima de 0.25m/s, con esta velocidad se lograra que no produzca sedimentos que puedan incidir en una reducción de su capacidad hidráulica.

Tabla 3 Velocidades Máximas Admisibles (m/seg) en Canales no Revestidos.

TABLA Nº 11: Velocidades máximas admisibles (m/s) en canales no revestidos

TIPO DE TERRENO	FLUJO INTERMITENTE (M/S)	FLUJO PERMANENTE (M/S)
Arena fina (no coloidal)	0.75	0.75
Arcilla arenosa (no coloidal)	0.75	0.75
Arcilla limosa (no coloidal)	0.90	0.90
Arcilla fina	1.00	1.00
Ceniza volcánica	1.20	1.00
Grava fina	1.50	1.20
Arcilla dura (coloidal)	1.80	1.40
Material graduado (no coloidal)		
Desde arcilla a grava	2.00	1.50
Desde limo a grava	2.10	1.70
Grava	2.30	1.80
Grava gruesa	2.40	2.00
Desde grava a piedras (< 15 cm)	2.70	2.10
Desde grava a piedras (> 20 cm)	3.00	2.40

Fuente: Manual de Carreteras de California

Fuente: Manual de Carreteras de California.

CAPITULO IV

REGIÓN HIDROGRÁFICA-PRECIPITACIÒN

4.1 CUENCA HIODROGRAFICA

Se limita un área definida topográficamente con la ayuda cartografía del territorio nacional realizada por el Instituto Geográfico Militar, uso en escalas 1:25000 con el sistema Sirgas y geo-referenciado con el sistema (WGS84).

En efecto se realiza la delimitación del parte aguas de la cuenca hidrográfica con la ayuda de hojas adyacentes de los sectores Limoncito, El Consuelo, Daular, con la asesoría técnica del software informáticos que faciliten la delimitación.

La cuenca delimitada tiene un área de 43800 Ha.

Figura 13Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

4.2 PRECIPITACIÒN

4.2.1. PRECIPITACION MEDIANTE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO EN EL SECTOR DE DAULAR

Con este procedimiento se verifica la cota de inundación, y se procede a calcular el área inundada con los datos de precipitaciones de una estación meteorológica más cercana al sector de Daular.

La placa más cercana a nuestro sitio de evaluación, según el Instituto Geográfico Militar se encuentra ubica cada en el sector de Chongon, las cuales tiene coordenadas a continuación descritas, tomando como referencia el sistema WGS-84

Placa Chongon:

X (Abscisa): 602717.905

Y (Ordenada):9752679.139

Z (Cota):41.592

Se procedió a geo-referenciar unos puntos a partir de la placa GPS CHONGON, ubicada en la cabecera parroquial de Chongon –Cantón Guayaquil-Provincia del Guayas, indicamos que tomamos como referencia el punto BM referencial proporcionada por la consultora CONSUL INCI CLTDA(Ver Anexo B ; Tabla 1;Foto 11-16)

X (Abscisa): 595959.420

Y (Ordenada):9748233.301

Z (Cota):29.981

Longitud de arrastre: 14.4 KM (Recorrido línea verde)

Una vez obtenida esta información, la cual nos sirve como punto de inicio en nuestro levantamiento, que parte del BM referencial hasta la comuna.

Longitud de levantamiento: 7.60 KM (Recorrido línea naranja).

Imagen 12 Ubicación del BM en el Sector de Daular.

A partir de este BM Ubicado al ingreso de la Comuna Daular con coordenadas:

X (Abscisa): 593875 Z (Cota): 10,247

Y (Ordenada):9741678

Se contó con dos niveles y dos grupos de tres personas, para que seguidamente se culmine la toma de puntos tanto en el pueblo como en los linderos del Rio Daular.

Imagen 13 Toma de Puntos en el Borde Lateral Derecho del Rio Daular.

Fuente: Propia

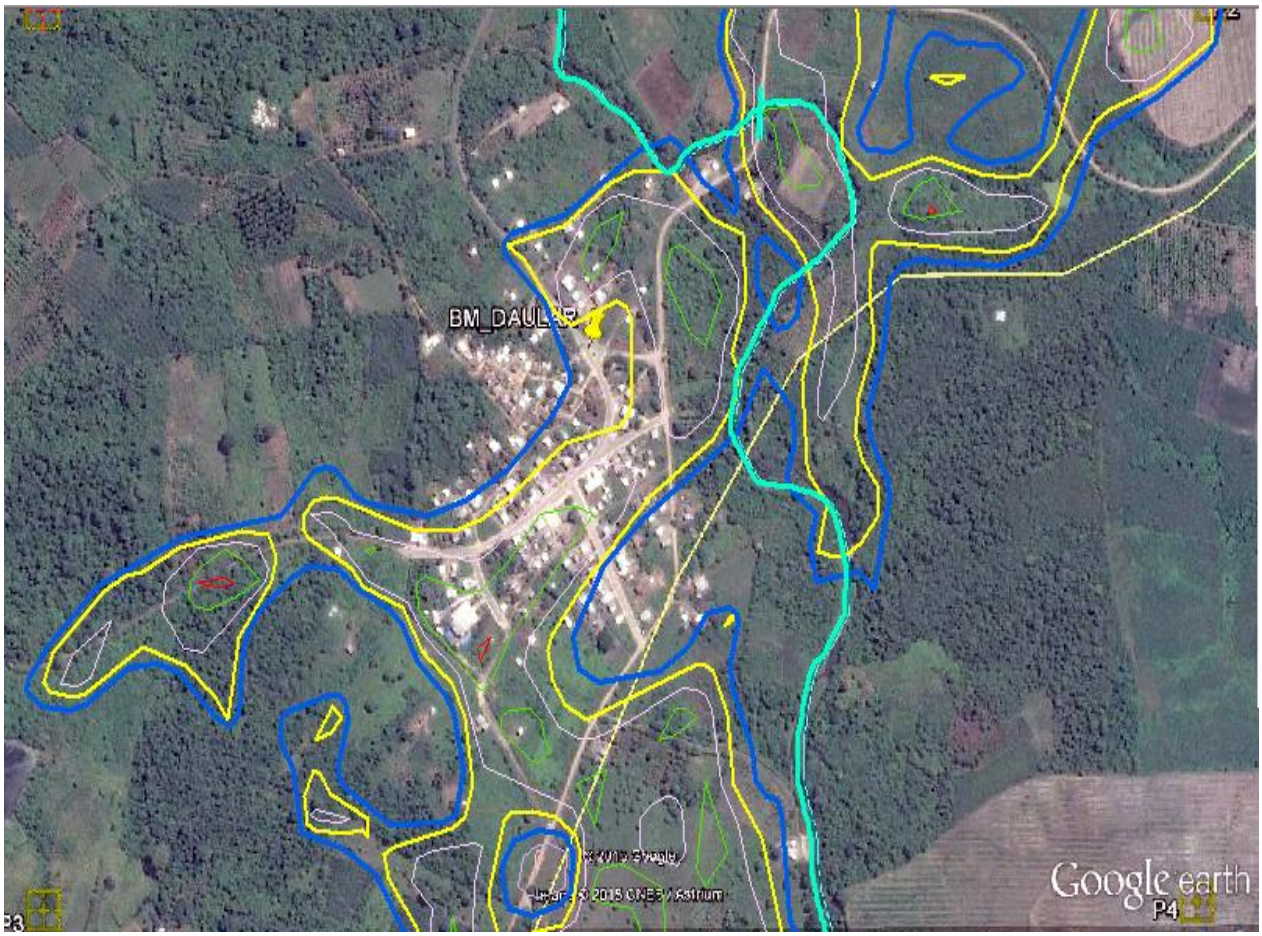
Imagen 14 Tramo del Rio Daular en Verano

4.2.2 CALCULO DE VOLUMEN DE INUNDACIÓN DE LA ZONA

Para el cálculo del volumen de inundación partimos de la topografía del sector que tenemos como área de trabajo, (Ver Anexo B; Tabla 1).

Según los datos obtenidos en sitio, tenemos que la cota más baja es 6 metros y siendo la cota de inundación 10 metros, lo cual procedemos a clasificar en intervalos de un metro.

Imagen 15 Curvas de Nivel del Sector Daular.



Fuente: Propia

Observamos en la imagen la línea de color azul que corresponde a la cota 10 que en nuestro caso es la cota de inundación, la que alcanza un volumen acumulado de 1354783.57 m3 tal como se detalla en la tabla 6

Una vez obtenida la topografía en el sitio se procede a ordenar en forma ascendente con sus respectivas áreas (tabla 4).

Tabla 4 Calculo de Áreas entre Curvas de Nivel.

curvas/ cota	COTA	AREA	
1	6	106.37	
2	6	40.98	
3	6	270.38	1144.791
4	6	169.001	
5	6	558.06	
1	7	2204.93	
2	7	1867.88	
3	7	2098.27	
4	7	3261.99	
5	7	1940.82	
6	7	4982.37	62429.39
7	7	3875.68	
8	7	49.2	
9	7	17577.13	
10	7	878.84	
11	7	2529.39	

12	7	1092.11	
13	7	2507.01	
14	7	5075.7	
15	7	389.89	
16	7	904.97	
17	7	3902.41	
18	7	7290.8	
1	8	1853.7	
2	8	2438.98	
3	8	519.95	
4	8	2553.66	
5	8	522.79	
6	8	8975.16	
7	8	9392.84	274584.79
8	8	10559.85	
9	8	30243.27	
10	8	34279.68	
11	8	11420.73	
12	8	433.79	
13	8	3827.62	
14	8	157562.77	
1	9	1636.78	
2	9	17616.48	567171.15
3	9	541.02	
4	9	1629.32	

5	9	3218.9	
6	9	6259.88	
7	9	678.7	
8	9	1023.51	
9	9	16741.39	
10	9	2202.38	
11	9	225.03	
12	9	156923.23	
13	9	33125.49	
14	9	532.02	
15	9	3351.71	
16	9	35.17	
17	9	378.14	
18	9	13908.64	
19	9	307143.36	
1	10	7334.48	900051.68
2	10	4277.17	
3	10	888440.03	

Fuente: Autores

Se obtiene el área total y el volumen entre curvas del mismo nivel mediante la siguiente fórmula:

$$Volumen = \frac{A_n + A_{n+1}}{2} * (C_n + C_{n+1})$$

Dónde:

A: Área entre curva de nivel

C: Cota de curva de nivel

Tabulando los datos se obtiene:

Tabla 5 Calculo de Volumen de Agua entre Curvas.

COTA	elevación	AREA(m2)	VOLUMEN(m3)
6	0	1144.79	
7	1	62429.39	31787.09
8	1	274584.79	168507.09
9	1	567171.15	420877.97
10	1	900051.68	733611.42

Fuente: Autores

Una vez obtenidos los volúmenes, procedemos a graficar la curva de almacenamiento con los volúmenes acumulados en cada cota, que tiene en el eje de las abscisas como variable independiente (VOLUMEN),y en el eje de las ordenadas la variable dependiente (COTA).

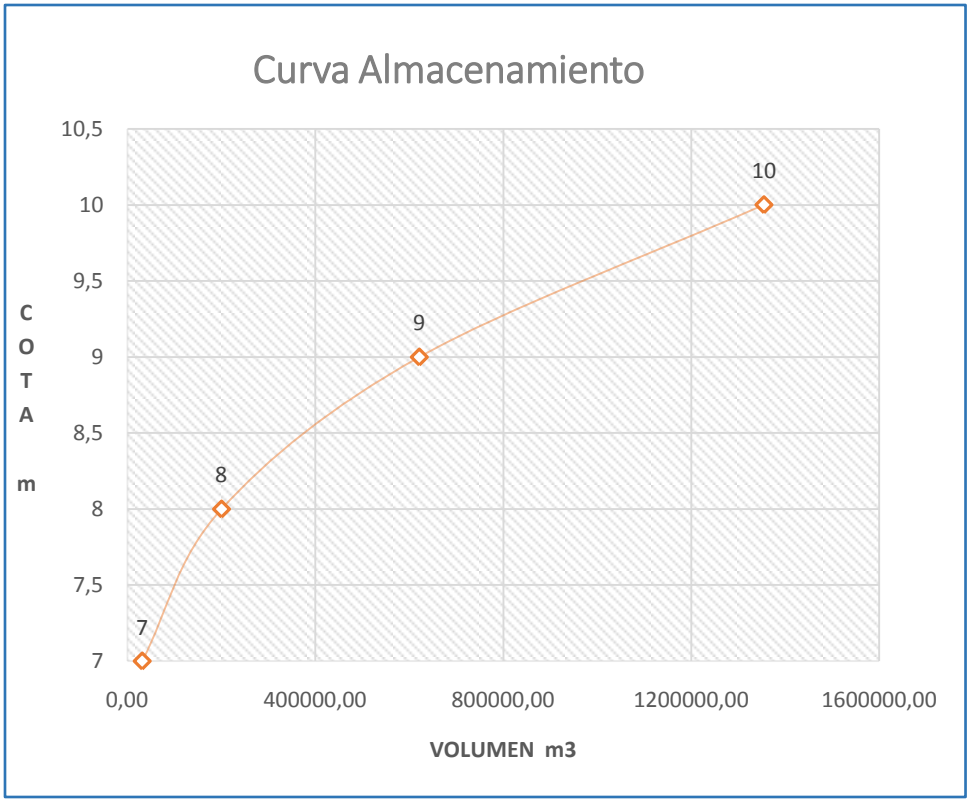
Partiendo desde la cota 6 hasta la cota 10, que es nuestra cota de inundación, obtuvimos un volumen acumulado de (Tabla 6):

Tabla 6 Volumen Acumulado.

volumen	volumen acumulado	cota
31787.09	31787.09	7
168507.09	200294.18	8
420877.97	621172.15	9
733611.42	1354783.57	10

Fuente: Autores

Figura 14 Curva de Almacenamiento.



Fuente: Autores

4.3 PRECIPITACION MEDIANTE HIDROLOGIA

4.3.1 REGISTRO DE PRECIPITACIONES.

Para poder realizar la evaluación Hidrológica en el Sector de Daular, se ha optado por analizar lo que sucede en los siguientes casos:

- CASO I: En un día de lluvia
- CASO II: En un mes de lluvia

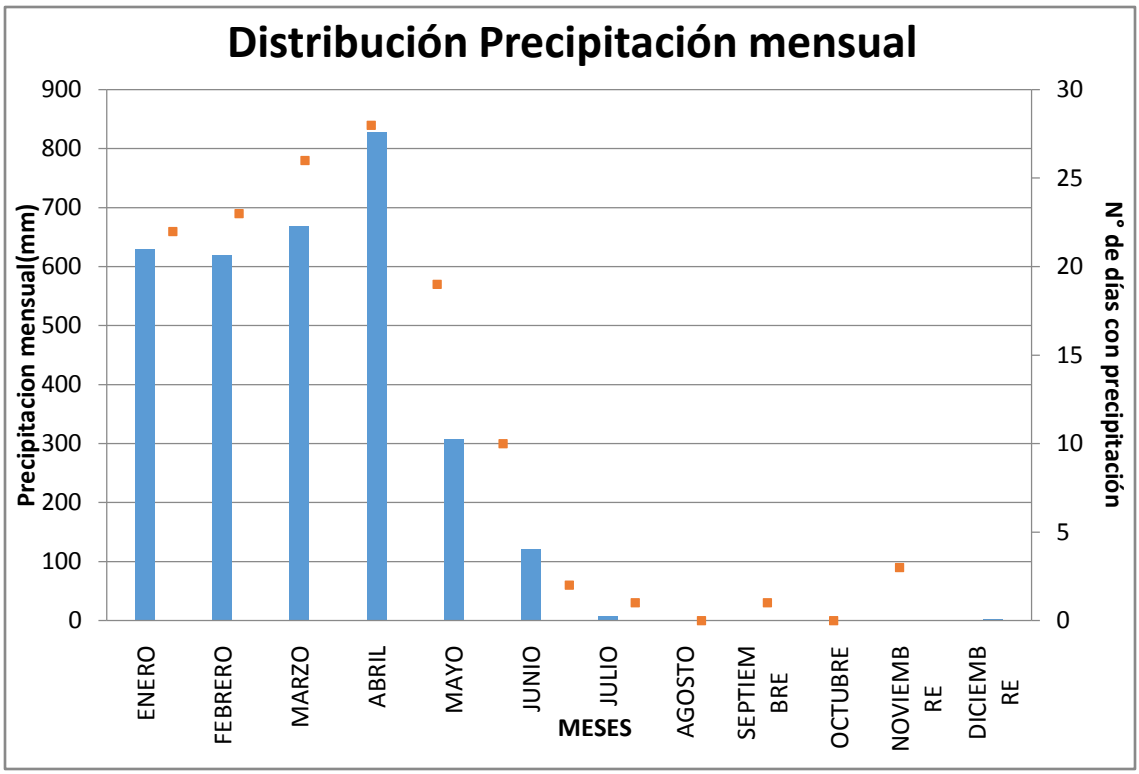
Para esta evaluación, se trabajó con los datos registrados por el INOCAR, de los años 1997-1998.

Tabla 7 Registro de Precipitaciones Año 1998.

	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitaciones.
	Suma	máxima en		
	mensual	24 hr.	día	
ENERO	630,1	135,6	21	22
FEBRERO	619,9	76,4	8	23
MARZO	669,5	100,9	19	26
ABRIL	827,8	133,6	18	28
MAYO	307,6	57	26	19
JUNIO	121,7	38	2	10
JULIO	8	6,8	9	2
AGOSTO	0,2	0,2	5	1
SEPTIEMBRE	0	0	1	0
OCTUBRE	0,2	0,2	28	1
NOVIEMBRE	0	0	1	0
DICIEMBRE	2,5	1,2	15	3
	3187,5	**549,9**		

Fuente: INOCAR (VER ANEXO B; FOTO 17)

Figura 15 Distribución Precipitación Mensual.



Fuente: Autores

4.3.2 MÉTODO DEL SCS (1972) PARA ABSTRACCIONES.

En nuestra Práctica, para el cálculo de las pérdidas o abstracciones, se pueden presentar casos en que contemos con datos de precipitaciones y caudales, o bien, que tengamos información solo de precipitaciones (que será en la mayoría de los casos) (Leonardo S. Nania 2003).

En caso que tengamos datos de precipitación y caudales, puede usarse métodos de programación no lineal o el método del índice Ø.

En el segundo caso en donde solo tenemos datos de precipitaciones se pueden usar métodos basados en las ecuaciones de infiltración ,o bien, el del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS), que es el método que utilizaremos para nuestra evaluación ya que no se cuanta con información suficiente . (INTERIOR)

El Soil Conservation Service, desarrolla un método para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta.

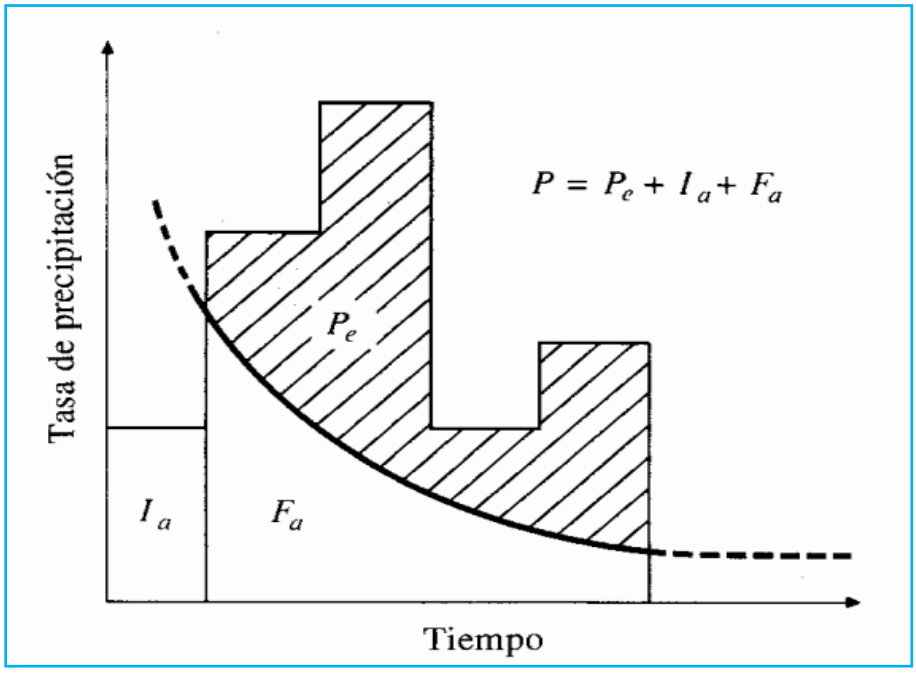
Según este método para el estudio de una tormenta en forma general,, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directiva **Pe** es siempre menor o igual ala profundidad de precipitación **P**;de manera similar después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca **Fa** es menor o igual a alguna retención potencial máxima **S.** (CHOW V. Y., 1994)

Existe una cierta cantidad de precipitación la (abstracción inicial antes del encharcamiento) para lo cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es **P-la**.

La hipótesis del método SCS consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales (Referencia; Ven Te Chow) (CHOW V. Y., 1994).

$$\frac{Fa}{S} = \frac{\mathrm{Pe}}{\mathrm{P} - \mathrm{la}}$$

Figura16 Variables en el Método de Abstracciones de Precipitaciones del SCS.



Fuente: Ven Te Chow

Solución:

la: abstracción inicial

Pe: exceso de precipitación

Fa: abstracción continuada

P: precipitación total

Principio de continuidad:

P=Pe +la +Fa

Al relacionar la hipótesis del método SCS, y el principio de la continuidad tenemos:

$$\boldsymbol{Pe} = \frac{(\mathbf{P} - \mathbf{la})^2}{\mathbf{P} - \mathbf{la} + \mathbf{S}}$$

Al estudiar los resultados obtenidos de muchas cuencas experimentales, el SCS, encontró que **la: 0,2 S**, para nuestro estudio se evalúa mediante la ecuación básica para el cálculo de profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa, utilizando una relación empírica (VEN TE CHOW) con lo cual:

$$\boldsymbol{Pe} = \frac{(\mathbf{P} - \mathbf{0,2\ S})^2}{\mathbf{P} - \mathbf{0,8\ S}}$$

Calculo de S en función de CN (Numero de curva):

$$\boldsymbol{S} = \frac{\mathbf{25400}}{\mathbf{CN}} - \mathbf{254}\ \ (\mathbf{mm})$$

Los CN están tabulados por el Soil Conservation Service, en la siguiente tabla según el tipo de suelo y el uso de la tierra, se divide en 4 grupos hidrológicos de suelo:

-GRUPO A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados

-GRUPO B: Suelo poco profundo depositados por el viento, marga arenosa.

-GRUPO C: Marga arcillosa, marga arenosa poco profunda, suelo con alto contenido de arcilla.

-GRUPO D: Suelos expansivos, arcillas altamente plásticas.

Tabla 8 Numero de Curva según el Uso de Suelo

Uso del Suelo			*Grupo Hidrológico del Suelo*			
			A	B	C	D
Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación		72	81	88	91
	sin tratamiento de conservación		62	71	78	81
Pastizales	Condición pobre		68	79	86	89
	Condición buena		39	61	74	80
Praderas			30	58	71	78
Bosques	Cubierta pobre		45	66	77	83
	Cubierta buena		25	55	70	77
Espacios abiertos: con césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.	Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área		39	61	74	80
	Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área		49	69	79	84
Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable)			89	92	94	95
Zonas industriales (75% impermeable)			81	88	91	93
Zonas Residenciales	Tamaño medio de la parcela (m^2)	Promedio de % impermeable				
	500	65	77	85	90	92
	1000	38	61	75	83	87
	1350	30	57	72	81	86
	2000	25	54	70	80	85
	4000	20	51	68	79	84
Tejados, parkings, superficies impermeables en general			98	98	98	98
Calles y carreteras	Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta		98	98	98	98
	De grava		76	85	89	91
	De tierra		72	82	87	89

Fuente: Soil Conservation Service 1972

4.3.3 CALCULO DEL FACTOR CN (Numero de Curva).

En el sector de Daular, se debe calcular la escorrentía de lluvia bruta tomando como referencia el Fenómeno de El Niño 1997-1998, siendo la precipitación máxima de 827.8mm (En la sección 4.2.3),y un área de cuenca igual a 438 Km2 (Sección 4.1).

Según los datos obtenidos en el estudio de suelo proporcionado por el laboratorio LEMCO (VER ANEXO B; Tabla 2), y varias observaciones en el sitio, se llegó a la conclusión que el 30% del suelo pertenece al grupo C (Manga arcillosa de poca profundidad), y el 70% corresponde al grupo de (Suelo expansivo-Limo), los cuales se encuentran distribuidos en toda la cuenca.

Según el levantamiento visual, se puede definir el uso del suelo, teniendo este de mayor porcentaje tierras cultivadas con tratamiento de conservación con un 80%,el 7% corresponde a zona residencial con parcelas con una superficie alrededor de los 500m2, las carreteras de acceso al lugar son pavimentadas de tierra (lastradas) con un 6%,también existe en el sitio bosques de cubierta buena con un 5%, y por ultimo definimos calles pavimentadas con bordillos 2%, con esta información proporcionada debemos calcular el factor CN (Numero de curva).

Tabla 9 Valores de CN según el uso de Suelo en el Sector Daular

USO DE SUELO	GRUPO HIDROLOGICO DE SUELO					
	C (30%)			D (70%)		
	%	CN	Producto	%	CN	Producto
Tierras cultivadas con tratamiento de conservación	24	88	2112	56	91	5096
Zona residencial con parcelas con una superficie de 500m2	2.1	90	189	4.9	92	450.8
Carreteras de acceso, pavimentadas de tierra (lastradas)	1.8	87	156.6	4.2	89	373.8
Bosques de cubierta buena	1.5	70	105	3.5	77	269.5
Calles pavimentadas con bordillos	0.6	98	58.8	1.4	98	137.2
Total	30		2621.4	70		6327.3

Calculando Número de Curva Ponderado (CNp):

$$CNp = \frac{\text{CN } 30\% + \text{CN}70\%}{100}$$

$$CNp = \frac{2621.4 + 6327.3}{100} = 89.487$$

$$\boldsymbol{CNp = 89}$$

4.3.4 CALCULO DE ESCORRENTIA MEDIANTE EL NUMERO DE CURVA:

Calculo de S (retención potencial máxima) CN (Numero de curva):

$$S = \frac{25400}{\text{NC}} - 254 \ \ (\text{mm})$$

$$S = \frac{25400}{89} - 254 \ \ (\text{mm})$$

$$\boldsymbol{S = 31.39 \ \ (\text{mm})}$$

CASO I CALCULO PARA UN MES

4.4 CALCULO DEL CAUDAL PROMEDIO PARA UN MES:

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

De donde:

Coeficiente de Escorrentía(C):

$$C = \frac{(\mathrm{P} - 0{,}2\ \mathrm{S})^2}{(\mathrm{P}^2\ + 0.8 * \mathrm{S} * \mathrm{P})}$$

$$C = \frac{(827.80 - 0{,}2\ (31.39))^2}{((827.80)^2\ + 0.8 * 31.39 * 827.80)}$$

$$\boldsymbol{C = 0.96}$$

Calculando la intensidad de lluvia diaria del mes de Abril del año 1998 (I):

$$Intensidad = \frac{\mathrm{P}}{30 * 24}\ \ (\mathrm{mm/horas})$$

$$Intensidad = \frac{827.80}{30 * 24}\ \ (\mathrm{mm/horas})$$

$$\boldsymbol{Intensidad = 1.15\ (mm/horas)}$$

Área de la Cuenca: 438 km2=43800 Hectáreas

Solución:

De esta manera obtenemos el caudal máximo promedio del mes:

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

$$Q = \frac{0.96 * 1.15 * 43800}{360}$$

$$\boldsymbol{Q = 133.71\ \mathrm{m}^3/\mathrm{s}}$$

CASO II CÁLCULO PARA UN DIA

4.5 CALCULO DEL CAUDAL PROMEDIO PARA UN DIA:

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

De donde:

Coeficiente de Escorrentía(C):

$$C = \frac{(\mathrm{P} - 0{,}2\ \mathrm{S})^2}{(\mathrm{P}^2 + 0.8 * \mathrm{S} * \mathrm{P})}$$

$$C = \frac{(135{,}60 - 0{,}2\ (31.39))^2}{((135{,}60)^2 + 0.8 * 31.39 * 135{,}60)}$$

$$\boldsymbol{C = 0.77}$$

Calculando la intensidad de lluvia diaria del día 18 de Abril del año 1998 (I):

$$Intensidad = \frac{\mathrm{P}}{30 * 24} \ \ (\mathrm{mm/horas})$$

$$Intensidad = \frac{135{,}60}{24} \ \ (\mathrm{mm/horas})$$

$$\boldsymbol{Intensidad = 5,65\ (mm/horas)}$$

Área de la Cuenca: 438 km2=43800 Hectáreas

Solución:

De esta manera obtenemos el caudal máximo promedio del mes:

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

$$Q = \frac{0.77 * 5{,}65 * 43800}{360}$$

$$\boldsymbol{Q = 527,53\ m^3/s}$$

CAPITULO V

TORMENTA DE DISEÑO

5.1 RELACIÓN INTENSIDAD, DURACIÓN, FRECUENCIA

En varios proyectos de diseño o evaluación hidrológica, se utiliza una tormenta de diseño o un evento que involucre intensidad de lluvia(o profundidad), la duración, y la frecuencia apropiada para obra y el sitio.

Para este caso existen curvas estándar de intensidad-duración-frecuencia (IDF) disponibles en INTERAGUA. (Ver Anexo C; Grafico 1).

La profundidad por unidad de tiempo (mm/h), puede ser la intensidad instantánea promedio sobre la duración de la lluvia; tenemos así que (CHOW V. Y., 1994):

$$i = \frac{\mathrm{P}}{Td}$$

De donde:

P: profundidad de lluvia (mm)

Td: Duración (horas)

5.1.1 ECUACIONES PARA LAS CURVAS IDF

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, también se pueden expresarse como ecuaciones, con el fin de evitar la lectura de la intensidad de diseño.

Wenzel (1982), dedujo la siguiente ecuación:

$$i = \frac{c}{Td^{e} + f}$$

De donde:

i: intensidad de lluvia de diseño (mm/h)

Td: tiempo de duración (min)

c, e, f: son coeficientes que varían con el lugar y el periodo de retorno.

Tabla 10Coeficientes Correspondientes a la Curva IDF.

Parámetros para Tr= 3 años		
c	=	638,80
e	=	0,56
f	=	3,55

CALCULOS:

$$\mathrm{i} = \frac{\mathrm{c}}{Td^{e} + f}$$

$$\mathrm{i} = \frac{638.80}{(5)^{0.56} + 3.55}$$

$$\mathrm{i} = 106.2\ \mathrm{mm/h}$$

Se calcula para diferentes intervalos de tiempo

Tabla 11 Intensidades Calculadas Anexo.

	min						
	5	**10**	**20**	**30**	**60**	**120**	**1440**
intensidad	124.2	103.2	83.3	72.5	56.1	42.5	14.0

5.2 HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN DE DISEÑO UTILIZANDO LAS RELACIONES IDF, UTILIZANDO EL MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNO.

El método bloque alterno es una forma simple para desarrollar un histograma de diseño, con la ayuda de las curvas IDF.

En el histograma desarrollado por este método especifica la profundidad de precipitación que ocurre en intervalos de tiempo sucesivos de duración **Δ t** sobre una duración total de **Td= n Δ t** (CHOW V. Y., 1994)**.**

Después de seleccionar el periodo de retorno en nuestra evaluación se efectuara para 10 años, se procede a calcular las intensidades, para cada una de las duraciones, y la profundidad de la precipitación correspondiente se calcula mediante el producto de la intensidad y el tiempo de duración.

Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo. Estos incrementos o bloques se ordenan en una secuencia temporal de tal manera que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida Td y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para así formar el hietograma de diseño. (CHOW V. Y., 1994).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

-Se calcula con las ecuaciones (tabla 12) con c= 570.75, e=0.50, f=2.35, para una duración de 24 horas, este cálculo da como resultado la intensidad.

-La multiplicación de la intensidad y duración, da así la correspondiente profundidad de precipitación.

-La profundidad acumulada se incrementa con la duración, hasta el límite de un día, 24 horas.

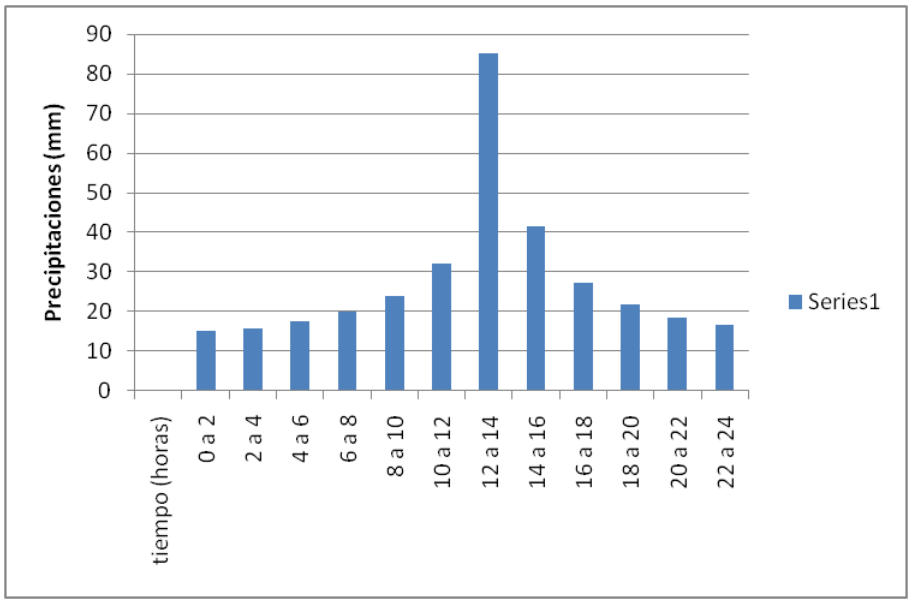
-La profundidad de precipitación de 2 horas (120 minutos) es de 89.047 mm comparada con 126,15 mm para 4 horas (240 minutos), 126.615-85.047=41.568 mm caerán en las dos horas siguientes.

-En la última columna están ordenadas las profundidades de precipitación, de tal manera que el bloque máximo (85.047mm), se localiza en el intervalo (12-14 hrs.);el segundo mayor bloque(41.568mm) se lo localiza a la derecha del bloque máximo en el intervalo (14-16 hrs);(usando una intensidad de (126.615mm) entre los intervalos (14-16 hrs), tal como se requiere), en el tercer bloque(32.133 mm) se localiza a la izquierda del bloque máximo (10-12 hrs) y así sucesivamente. Los resultados se encuentran graficados en la Tabla 14, en donde puede verse el orden descendente de los bloques a la izquierda y a la derecha del bloque máximo.

Tabla 12 Hietograma de precipitación de diseño, realizado en incremento de 2 horas, utilizando el método del bloque alterno (CHOW V. Y., 1994)

	Duracion	Intensidad	rofundidad acumulac	fundidad increme	Tiempo (min)	Precipitacion
t (min)	(horas)	I (mm/hr)	P. acum. (mm)	P. incr. (mm)	tiempo (horas)	(mm)
120	2	42,524	85,047	85,047	0 a 2	15,015
240	4	31,654	126,615	41,568	2 a 4	15,714
360	6	26,458	158,748	32,133	4 a 6	17,462
480	8	23,240	185,918	27,170	6 a 8	19,961
600	10	20,989	209,892	23,974	8 a 10	23,974
720	12	19,299	231,586	21,694	10 a 12	32,133
840	14	17,968	251,547	19,961	12 a 14	85,047
960	16	16,883	270,134	18,587	14 a 16	41,568
1080	18	15,978	287,595	17,462	16 a 18	27,170
1200	20	15,206	304,114	16,519	18 a 20	21,694
1320	22	14,538	319,828	15,714	20 a 22	18,587
1440	24	13,952	334,843	15,015	22 a 24	16,519

Figura 16 Hietograma –Método de bloque alterno



Un hietograma de diseño construido en esta forma, representa un evento de 5 años tanto para una duración de 24 horas como cualquier otro periodo dentro de esta duración centrado en el bloque máximo.

CAPITULO VI

EVALUACION HIDRAULICA

6.1 CARACTERISTICAS DEL CANAL EN LA ACTUALIDAD

El canal a estudiar es el canal del Rio Daular, al realizar un levantamiento en el lugar se obtuvo los siguientes resultados, en las que nos basaremos para determinar las características hidráulicas del cauce.

Al tener una base en el fondo del canal de cota 3metros con respecto al nivel medio del mar y sabiendo que contamos con una variación de mareas aproximadas de -2 y +2 tomamos como referencia el promedio (0). De esta manera conociendo la longitud del rio desde la comuna Daular hasta su desembocadura en el estero salado (33.38 km), procedemos a calcular la pendiente de nuestro terreno

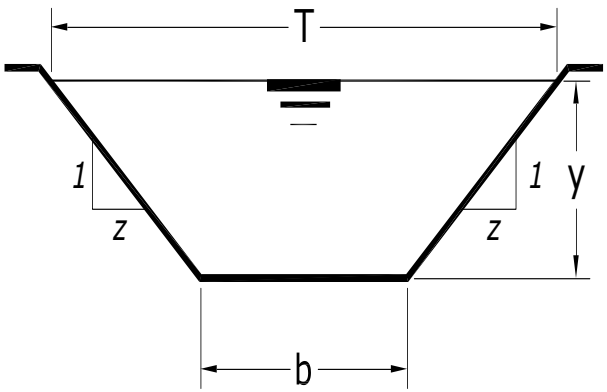


Tabla 13 Características del canal en la actualidad

Datos a ingresar					**Características Geométricas**				**Características Hidráulicas**
Pendiente tirante uniforme	Coef. de Rugosidad	Ancho del canal	Tirante	Talud	Área	Perímetro	Radio Hidráulico	Ancho Superficial	Ecuación de Manning
So	**n**	**b**	**y**	**z**	**A**	**P**	**R**	**T**	$0=Q-\frac{1}{n}A\cdot R^{\frac{2}{3}}\cdot S_0^{\frac{1}{2}}$
					$(b+zy)\cdot y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	A/P	$b+2zy$	
		m	*m*		*m²*	*m*	*m*	*m*	
0,0001797	0.03	8.00	6.00	1.50	102.00	29.63	3.44	26.00	103.918

Para nuestra evaluación tenemos las siguientes características:

Los canales son estructuras excavadas en tierra, la sección transversal debe ser de forma trapezoidal.

Por tanto para nuestra evaluación tenemos un talud de 1V:1.5H, un ancho de canal de b=8.

La pendiente del tirante uniforme se calcula de la siguiente manera:

$$\text{So} = \frac{Diferencia\ de\ Cotas}{Longitud\ del\ canal/rio}$$

$$\text{So} = \frac{6m - 0\ m}{33380\ m}$$

$$\mathbf{So = 0,000179748}$$

Según (CHOW & D, 2000) la rugosidad de Manning indicada en la tabla 1, para un canal excavado en tierra, con maleza y pedregoso es de 0.03, se dejara un borde libre de 1.00 m.

Mediante las características de las propiedades geométricas se presenta la tabla 14 en la que se evalúa el caudal en cada cota desde el nivel más bajo (cota de solera=3m), y la cota máxima que en el capitulo 4.2.2 se la evaluó como cota de inundación (cota 10m).

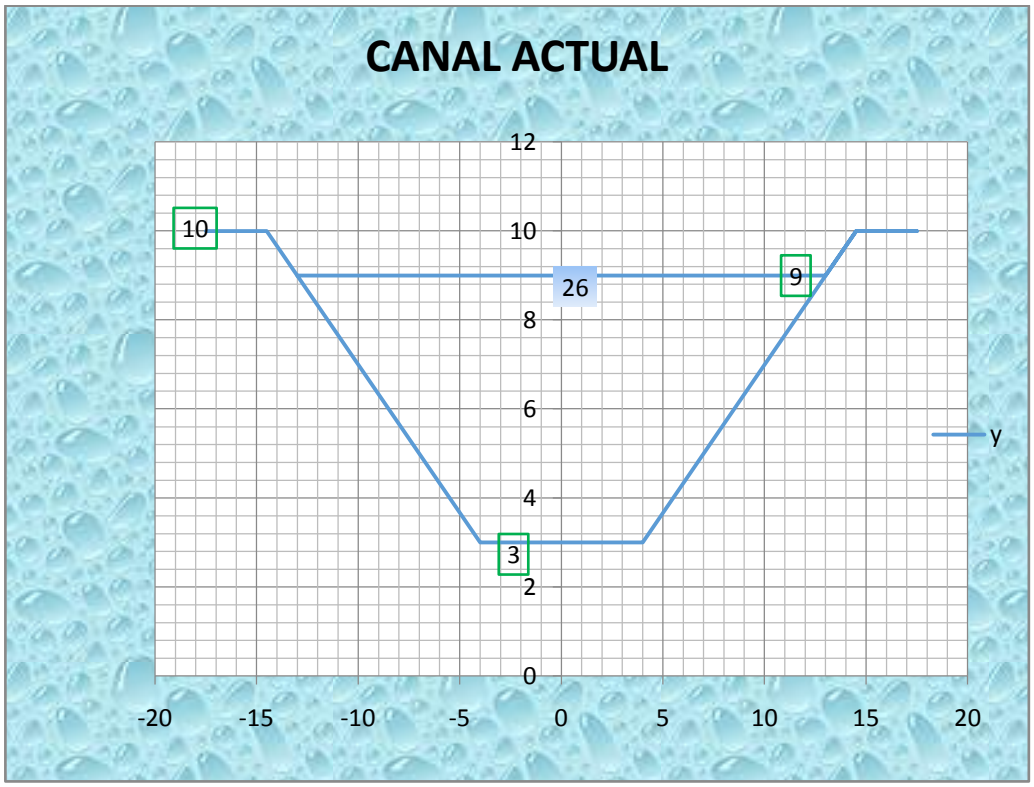
Una vez que el flujo de agua en la época de lluvia excede los 10 metros, es cuando se produce la inundación (El canal existente no abastece).

z=	**1.5**
b=	8
So=	0.000179748
n=	0.03
Borde libre	1
BASE	3

cota	Y (m)	A (m2)	P (m)	Rh	Q (m3/s)
3	0	0.00	8.00	0.00	0.000
3.5	0.5	4.38	9.80	0.45	1.142
4	1	9.50	11.61	0.82	3.715
4.5	1.5	15.38	13.41	1.15	7.528
5	2	22.00	15.21	1.45	12.574
5.5	2.5	29.38	17.01	1.73	18.893
6	3	37.50	18.82	1.99	26.540
6.5	3.5	46.38	20.62	2.25	35.577
7	4	56.00	22.42	2.50	46.069
7.5	4.5	66.38	24.22	2.74	58.082
8	5	77.50	26.03	2.98	71.684
8.5	5.5	89.38	27.83	3.21	86.941
10	6	102.00	29.63	3.44	103.918
10.5	6.5	115.38	31.44	3.67	122.681
11	7	129.50	33.24	3.90	143.295
11.5	7.5	144.38	35.04	4.12	165.822
12	8	160.00	36.84	4.34	190.325
12.5	8.5	176.38	38.65	4.56	216.867
13	9	193.50	40.45	4.78	245.509
13.5	9.5	211.38	42.25	5.00	276.310
14	10	230.00	44.06	5.22	309.331
14.5	10.5	249.38	45.86	5.44	344.631
15	11	269.50	47.66	5.65	382.267
15.5	11.5	290.38	49.46	5.87	422.297
16	12	312.00	51.27	6.09	464.778
16.5	12.5	334.38	53.07	6.30	509.767
17	13	357.50	54.87	6.52	557.318
17.5	13.5	381.38	56.67	6.73	607.488
18	14	406.00	58.48	6.94	660.330
18.5	14.5	431.38	60.28	7.16	715.899

Tabla 14 Evaluación del Caudal a diferentes cotas

Figura 17 Sección del canal –Volumen Calculado



6.2 ANALISIS DEL CANAL (RIO), Y EVALUACION DE POSIBLE SOLUCIONES.

Se analiza la posible solución que se va a dar en el canal existente, para conducir un caudal de 527.53 m3/s en un día (según datos del INOCAR año 1998), sabiendo que el canal actual conduce un caudal de 103.918 m3/s, se evaluara las posibles secciones que podría tener el canal para alcanzar los 527.53 m3/s.

Se ha colocado el canal en un lugar adecuado con salida al Estero Salado con una longitud aproximada de 14239 m.

Imagen 16 LONGITUD DE CANAL PROPUESTO

Imagen 17COMUNA DAULAR, INICIO DE CANAL PROPUESTO

Para este caso se utilizo una rugosidad n=0.02 que equivale a un canal excavado en tierra, limpio, después de la exposición a la intemperie.

Datos canal a analizar:

z=	**1.5**
b=	20
So=	0.000421378
n=	0.02
Borde libre	1
Fondo canal	3

cota	Y (m)	A (m2)	P (m)	Rh	Q (m3/s)
3	0	0.00	20.00	0.00	0.000
3.5	0.5	10.38	21.80	0.48	6.491
4	1	21.50	23.61	0.91	20.735
4.5	1.5	33.38	25.41	1.31	41.086
5	2	46.00	27.21	1.69	66.999
5.5	2.5	59.38	29.01	2.05	98.229
6	3	73.50	30.82	2.39	134.667
6.5	3.5	88.38	32.62	2.71	176.280
7	4	104.00	34.42	3.02	223.084
7.5	4.5	120.38	36.22	3.32	275.123
8	5	137.50	38.03	3.62	332.463
8.5	5.5	155.38	39.83	3.90	395.182
9	6	174.00	41.63	4.18	463.369
9.5	6	174.00	41.63	4.18	463.369
10	6	174.00	41.63	4.18	463.369
10.5	6.5	193.38	43.44	4.45	537.122
11	7	213.50	45.24	4.72	616.540
11.5	7.5	234.38	47.04	4.98	701.730
12	8	256.00	48.84	5.24	792.798
12.5	8.5	278.38	50.65	5.50	889.855

Tabla 15 Calculo del Caudal del Canal Propuesto

Al realizar la evaluación se obtuvo como resultado que en la cota de inundación (máxima cota en la que el canal debería funcionar), es de 463.369 m3/s, que sumado con el canal actual existente tenemos (463.369+103.918=567.288) nos abastece a la demanda que es de 527,53 m3/s, conservando un margen de 39.76 m3/s.

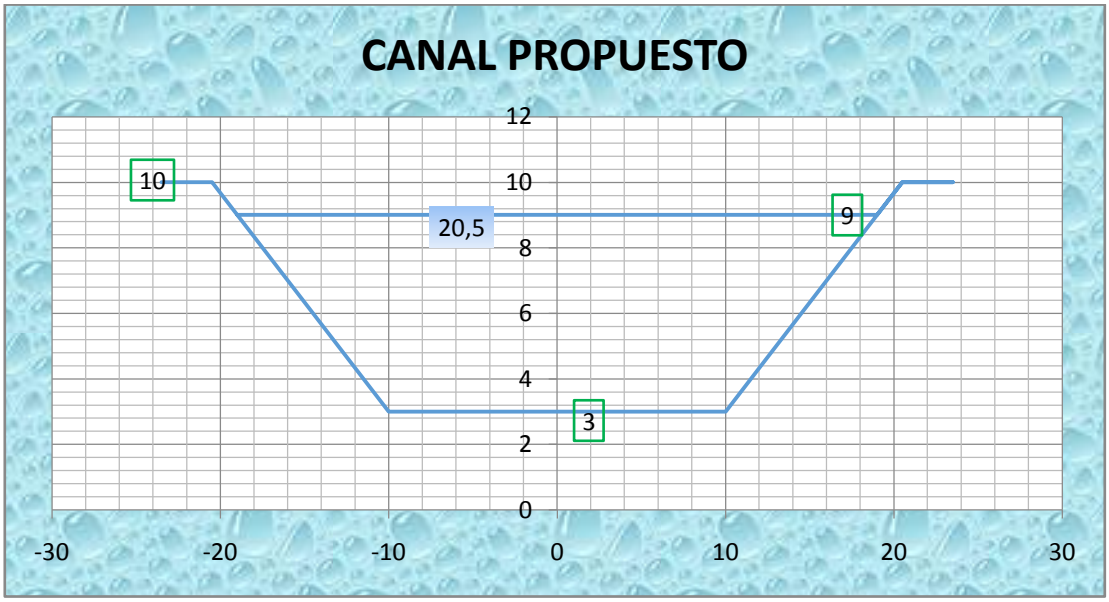
Nota: Se recomienda que para futuras evaluaciones y para realizar un proyecto a futuro en este sector se considere la posibilidad de crear obras de emergencia y aprovechamiento hídrico.

* OBRAS DE EMERGENCIA

* OBRAS DE APROVECHAMIENTO HIDRICO

* IN FRAESTRUCTURAS

Figura 18 Sección del Canal Propuesto en la evaluación



6.3 TRANSITO DE LA AVENIDA

6.3.1 CALCULO DE CAUDALES DE ENTRADA

Según las evaluaciones hidrológicas hechas en el sitio, basadas en la curvas IDF proporcionadas por Interagua, se escogió las curvas con un periodo de retorno de 5 años, ya que estas son las más cercanas al caudal obtenido en las tablas del Inocar (Fenómeno de El Niño 1998), que es el registro mayor de lluvia registrado.

Para esto se procedió a calcular los caudales con las respectivas precipitaciones aplicando el método Racional (Q=CIA) de esta manera obtenemos nuestro Hidrograma de entrada.

Para esto se hizo dos análisis uno por mes y otro por día.

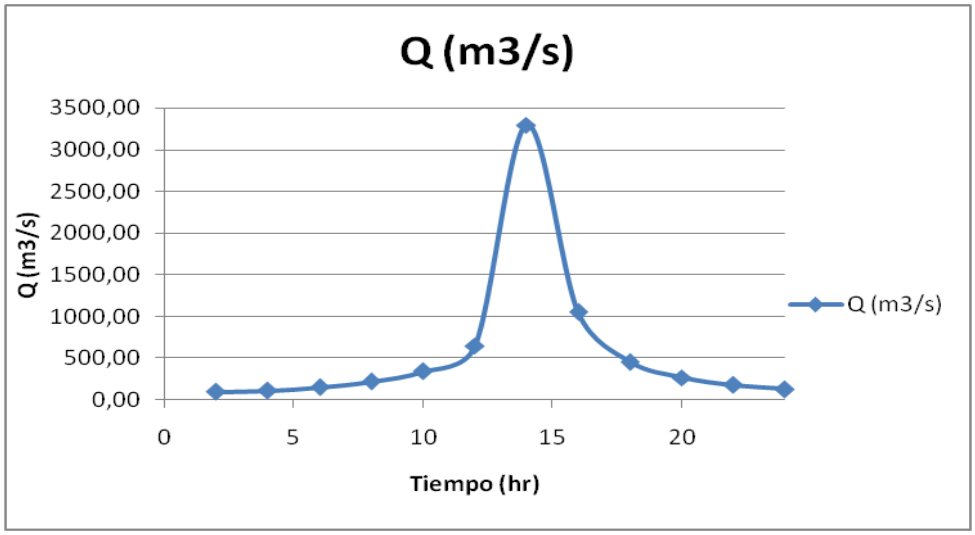
Análisis para un día:

A=	**43800**	**ha**
CN=	88	
S=	34.64	mm

Tabla 16 Transito de la Avenida Análisis para un día.

(horas)	P (mm)	I (mm/hr)	C	(horas)	Q (m3/s)
2	15.015	7.508	0.10	2	93.15
4	15.714	7.857	0.11	4	108.15
6	17.462	8.731	0.14	6	149.45
8	19.961	9.981	0.18	8	216.79
10	23.974	11.987	0.23	10	342.04
12	32.133	16.067	0.33	12	645.87
14	85.047	42.524	0.64	14	3292.48
16	41.568	20.784	0.42	16	1053.71
18	27.170	13.585	0.27	18	454.22
20	21.694	10.847	0.20	20	268.51
22	18.587	9.293	0.16	22	178.63
24	16.519	8.259	0.13	24	126.54
				Caudal Promedio	**577.46**

Figura 19 Hidrograma de entrada (Análisis para un Día)

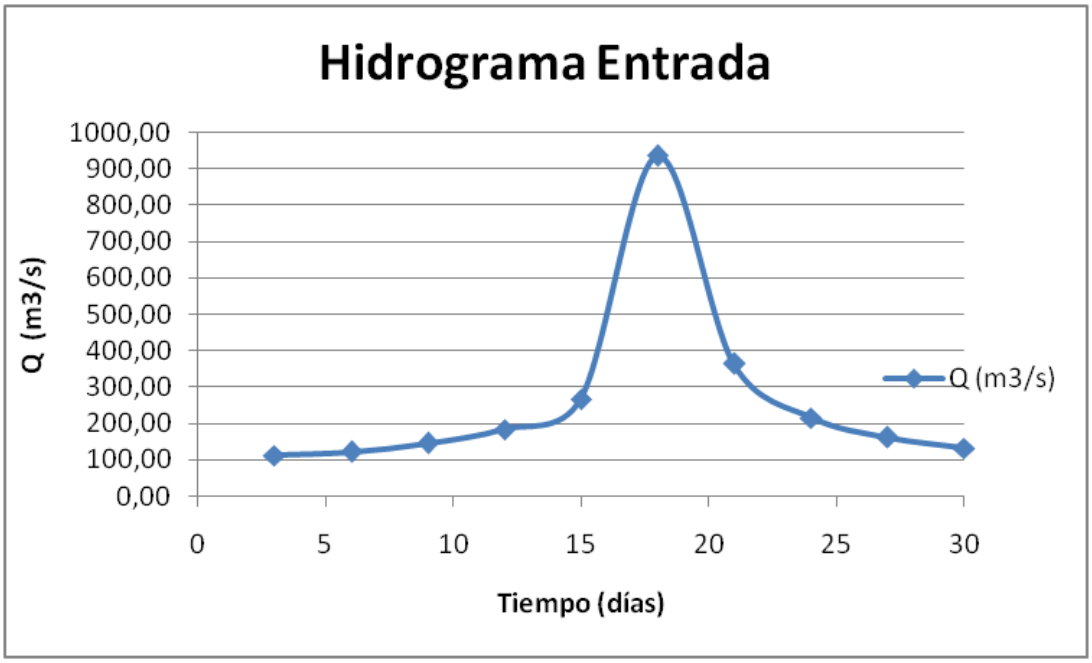


Análisis para un mes:

Tabla 17 Transito de la Avenida Análisis para un Mes

(días)	P (mm)	I (mm/hr)	C	(días)	Q (m3/s)
3	98.689	1.371	0.675	3	112.57
6	104.367	1.450	0.689	6	121.47
9	119.452	1.659	0.720	9	145.39
12	143.788	1.997	0.760	12	184.56
15	193.814	2.692	0.813	15	266.43
18	593.029	8.237	0.933	18	935.14
21	252.808	3.511	0.853	21	364.19
24	163.288	2.268	0.784	24	216.31
27	129.941	1.805	0.739	27	162.20
30	111.150	1.544	0.704	30	132.19
			Caudal promedio		**264.04**

Figura 20 Hidrograma de entrada (Análisis para un Mes)



6.3.2 COMPARACION VOLUMEN DE ENTRADA-SALIDA-ALMACENAMIENTO

Para tener una visión más clara del tránsito de avenida se recurrió a una comparación entre Caudal de Entrada, el Caudal de Salida, y la curva de almacenamiento en nuestro sector.

Tabla 18 Transito de Avenida

tiempo	Δt (horas)	Qi (m3/s)	volumen en m3	cota ensayada	Qo (m3/s)	V en Δt (m3)	Aum. V. (m3)	V. tot. (m3)	cota nivel de agua al final de Δt	observacione
0				7				31,838.25		
2	2	93.15	670653.2228	7.95	70.25	505,803.92	164,849.30	196,687.54	7.951	alto
				7.951	70.28	506,009.19	164,644.03	196,482.28	7.951	ok.
4	2	108.15	778691.7946	8.48	86.30	621,345.10	157,346.70	353,828.97	8.479	bajo
				8.479	86.27	621,114.18	157,577.61	354,059.89	8.479	ok.
6	2	149.45	1076061.588	9.11	107.89	776,812.07	299,249.52	653,309.41	9.109	bajo
				9.11	107.85	776,549.24	299,512.35	653,572.24	9.109	ok.
8	2	216.79	1560919.338	9.85	136.91	985,770.77	575,148.57	1,228,720.80	9.851	alto
				9.851	136.95	986,073.03	574,846.31	1,228,418.54	9.851	ok.
10	2	342.04	2462678.555	10	143.29	1,031,721.73	1,430,956.83	2,659,375.37	10	ok.
				10	143.29	1,031,721.73	1,430,956.83	2,659,375.37	10	ok.
12	2	645.87	4650229.457	10	143.29	1,031,721.73	3,618,507.73	6,277,883.10	10	ok.
				10	143.29	1,031,721.73	3,618,507.73	6,277,883.10	10	ok.
14	2	3292.48	23705861.94	10	143.29	1,031,721.73	22,674,140.21	28,952,023.31	10	ok.
				10	143.29	1,031,721.73	22,674,140.21	28,952,023.31	10	ok.
16	2	1053.71	7586688.578	10	143.29	1,031,721.73	6,554,966.85	35,506,990.16	10	ok.
				10	143.29	1,031,721.73	6,554,966.85	35,506,990.16	10	ok.
20	4	268.51	3866481.127	10	143.29	2,063,443.46	1,803,037.67	37,310,027.83	10	ok.
				10	143.29	2,063,443.46	1,803,037.67	37,310,027.83	10	ok.
24	4	126.54	1822129.524	10	143.29	2,063,443.46	-241,313.93	37,068,713.89	10	ok.
				10	143.29	2,063,443.46	-241,313.93	37,068,713.89	10	ok.

En la columna 1 y 2, tenemos el tiempo cada 2 horas, en la columna 3 tenemos el caudal de entrada (obtenido en nuestro hidrograma para cada tiempo propuesto), la columna 4 corresponde a la multiplicación del caudal por su respectivo intervalo de tiempo, en la columna 5 iniciamos con la cota ensayada (escogimos la cota 7 porque es nuestra cota en la que tenemos nuestro primer volumen de almacenamiento), en la columna 6 ingresamos el caudal de salida de nuestro canal según la cota propuesta en la columna anterior, en la columna 7 repetimos el procedimiento realizado en la columna 4, seguimos en la columna 8 ponemos la diferencia entre la columna 7 y 4, a la columna 9 corresponde el acumulado de la cota anterior comparada con la curva de almacenamiento, en la columna 10 se coloca la cota corregida según el volumen obtenido en la columna anterior.

Llegamos a la conclusión de que a las 8 horas de una lluvia intensa es superada la capacidad de almacenamiento de nuestro cauce (rio Daular) y nuestro embalse comienza colapsar inundándose.

CONCLUSIONES

Una evaluación previa debido al tiempo y a la dificultad para obtener datos Hidrológicos-Hidráulicos se toma un estudio según Ven Te Chow y el servicio de Conservación de suelo de los Estados Unidos, cálculo para el cual se calcula las perdidas o abstracciones, al no contar con muchos datos de precipitación y caudales.

Realizando un análisis en donde se observa los problemas que viven los pobladores del sector de la Comuna Daular, ayudando así a encontrar una de muchas soluciones que se pueden efectuar con el afán de lograr un buen vivir.

Debido a la mala ubicación y crecimiento poblacional, se plantea la posibilidad de una reubicación, además de realizar obras de infraestructura ya que en el mismo sector está en ejecución el nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil.

Obras en las que se desarrollan el aprovechamiento hidráulico ya sea para cultivos, animales y las mismas personas en épocas de verano.

Al realizar nuestra evaluación concluimos que el canal existente no abastece el Caudal de entrada que se obtuvo tanto hidrológicamente como topográficamente, por tanto las obras hidráulicas en el sector son una solución de manera inmediata.

Cabe recalcar el daño que este fenómeno ocasiona a los pobladores del sector; esto nos lleva a concluir que es necesario realizarse el más pronto un sistema de evacuación para la inundación que se produce

RECOMENDACIONES

Para evaluar un problema de inundación es indispensable desde el inicio realizar el reconocimiento del sitio, mediante una visita técnica para la recopilación de datos (topografía, batimetría, estudios de suelo, estudios geológicos, estudios de impacto ambiental, aforo entre otros), necesario para nuestra evaluación.

Se recomienda apoyarse de datos proporcionados por los entes encargados de llevar información: INOCAR, SENAGUA, INTERAGUA, INANHI (Cartografía, Anuarios de Precipitaciones, Ecuaciones de Intensidades).

Se debe acudir a software informáticos que nos proporcionen la asistencia necesaria, con el fin de optimizar tiempo, recurso económico y así poder tomar decisiones cada vez con más aciertos.

Se recomienda como una propuesta adicional la construcción de un Dique, esta sería otra solución propuesta, tomando como referencia que el sector de Daular se encuentra ubicado en una zona baja rodeada por cerros y partes elevadas que podrían servir de Dique. Teniendo en cuenta la vía paralela al rio que podríamos elevarla a una cota mayor y serviría como dique en el momento de la creciente y el desbordamiento del rio.

BIBLIOGRAFIA

CAPACITACIONES, M. D. MANUAL DE HIDROLOGIA HIDRAULICA Y DRENAJE. PERU.

CARLOS D.SEGERER ING, E. R. (2006). HIDROLOGIA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO.

CHOW, V. Y. (1994). HIDROLOGIA APLICADA. NOMOS S.A.

CHOW, V., & D, R. (2000). HIDRAULICA DE DANALES ABIERTOS. MONOS S.A.

HIDROLOGIA, I. N. ANUARIOS METERIOLOGICO 1997-1998.

INTERIOR, U. S. DESING OF SMALL DAMS. ESTADOS UNIDOS.

LINSLEY, K. (1849). HIDROLOGIA PARA LOS INGENIEROS.

MAGAP. (2012). MAPAS DE CUENCAS HIDROGRAFICAS DEL ECUADOR CONTINENTAL.

MARTINEZ DE AZAGRA PAREDES, A. (2006). METODO DE LOS COEFICIENTES DE ESCORRENTIA.

SAENZ MONSALVE, G. (1999). HIDROLOGIA EN LA INGENIERIA. ALFAOMEGA.

SÀNCHEZ SAN ROMAN, J. F. DPTO GEOLOGIA-UNIVESIDAD SALAMANCA. ESPAÑA.

WASHINGTON, D. CRONICA DE DESASTRE DE EL FENOMENO DEL NIÑO 1997-1998. WASHINGTON,DC.

ANEXO

Anexo-A

Capítulo I

Información de Inundación (Marzo-Mayo 2015) –Comuna Daular

Inundación Comuna Daular, Lunes 6 de Abril 2015

Fuente: Diario la Hora

Fuertes lluvias causadas Noche y Madrugada, sábado 4 de abril en el sector de Daular, Parroquia Chongon

Fuente: Diario Comercio

Nivel de Agua –Fuente Diario El Telégrafo

Recopilación de Datos Comuna Daular

Fuente: Autores

o

Encuesta de inundación producida en 2015, realizada a los habitantes de la Comuna Daular

Marca de agua Comuna Daular – Inundación Abril 2015

Tramo de Rio Daular, maleza que impide la circulación del flujo de agua.

Anexo-B

Capítulo IV

Levantamiento de información:

LEVANTAMIENTO COMUNA DAULAR						
ABSCISA	ATRÁS	INTERMEDIA	ADELANTE	H+I	COTA	OBSERVACION
BM 2					31,772	
BM 1	0,622		2,400	32,394	29,994	
	0,500		3,710	30,494	26,784	
	0,652		0,169	27,436	27,267	
	2,570		0,568	29,837	29,269	
	1,180		1,820	30,449	28,629	
	0,938		2,230	29,567	27,337	
BM 3	0,939		1,725	28,276	26,551	
	0,383		1,542	26,934	25,392	
	1,181		1,933	26,573	24,640	
	1,128		1,840	25,768	23,928	
	1,412		1,200	25,340	24,140	
	2,710		0,635	26,850	26,215	
	3,480		0,879	29,695	28,816	
	0,400		4,698	29,216	24,518	
	0,454		2,763	24,972	22,209	
BM 4	1,257		1,342	23,466	22,124	
	1,042		1,600	23,166	21,566	
	1,000		1,483	22,566	21,083	
	0,222		3,035	21,305	18,270	
	0,183		1,952	18,453	16,501	
	1,900		0,538	18,401	17,863	
BM 5	1,300		1,483	19,163	17,680	
	1,040		2,123	18,720	16,597	
	2,640		0,142	19,237	19,095	
	4,739		0,201	23,834	23,633	
	4,343		0,155	27,976	27,821	
	2,822		1,568	30,643	29,075	
	0,210		4,468	29,285	24,817	
	0,490		4,100	25,307	21,207	

	0,270		3,600	21,477	17,877	
BM 6	0,149		1,643	18,026	16,383	
	1,113		1,761	17,496	15,735	
	1,429		1,460	17,164	15,704	
	0,935		1,372	16,639	15,267	
	1,307		1,905	16,574	14,669	
	1,281		1,549	15,950	14,401	
	1,270		1,609	15,671	14,062	
	1,090		1,498	15,152	13,654	
BM 7	1,180		1,315	14,834	13,519	
	1,310		1,062	14,829	13,767	
	1,040		1,468	14,807	13,339	
	1,150		1,225	14,489	13,264	
	0,641		2,115	13,905	11,790	
	1,110		1,621	12,900	11,279	
	1,418		2,221	12,697	10,476	
	1,285		2,300	11,761	9,461	
	1,160		1,615	10,621	9,006	
BM 8	1,215		2,035	10,221	8,186	
	1,021		1,545	9,207	7,662	
	2,241		0,632	9,903	9,271	
	3,600		0,200	12,871	12,671	
	4,038		0,865	16,709	15,844	
	4,912		0,290	20,756	20,466	
	2,420		4,448	22,886	18,438	
	0,091		3,380	18,529	15,149	
	1,118		3,505	16,267	12,762	

Arrastré de BM del Geo 2 hasta la Comuna Daular

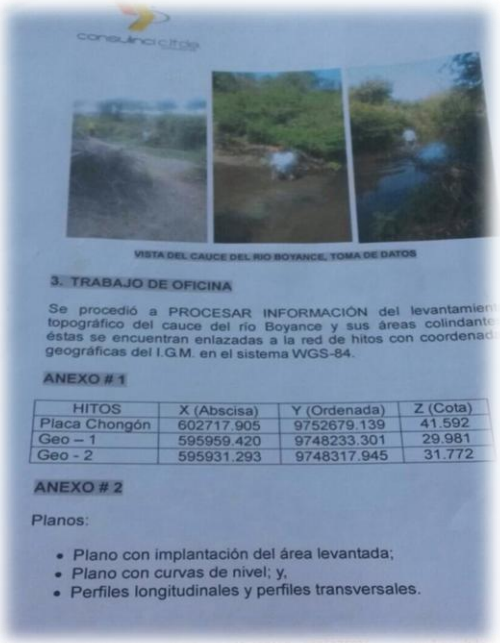
Fuente: Autores

ABSCISA	ATRÁS	INTERMEDIA	ADELANTE	H+I	COTA	OBSERVACION
BM PUEBLO	1,242			11,489	10,247	
1		1,160			10,329	
2		1,245			10,244	
3		1,395			10,094	
4		1,468			10,021	
5		1,458			10,031	
6		0,550			10,939	
7		0,482			11,007	

8		1,570			9,919	
9		1,270			10,219	
PC-1__10	0,210		1,990	9,709	9,499	
11		0,690			9,019	
12		1,480			8,229	
13		1,520			8,189	
14		0,308			9,401	
15		0,325			9,384	
16		1,538			8,171	
17		1,269			8,440	
18		1,110			8,599	
PC-2__19	1,300		1,312	9,697	8,397	
20		1,220			8,477	
21		1,405			8,292	
22		1,379			8,318	
23		1,440			8,257	
24		1,410			8,287	
PC-3__25	1,743					
26		1,610				
27		1,650				
28		1,525				
29		1,470				
30		1,436				
31		1,168				
32		1,185				
33		1,040				
34		1,160				
35	1,455					
RIO DAULAR Y PUENTE						
ABSCISA	ATRÁS	INTERMEDIA	ADELANTE	H+I	COTA	OBSERVACION
1	1,090			11,337	10,247	
	1,443		1,282	11,498	10,055	
		2,608			8,890	
	2,400		2,720	11,178	8,778	
		1,235			9,943	
	1,740		1,411	11,507	9,767	
PUENTE		1,780			9,727	-5,050
NIVEL AGUA		6,830			4,677	
COTA INUNDACION						
ABSCISA	ATRÁS	INTERMEDIA	ADELANTE	H+I	COTA	OBSERVACION

BM PUEBLO	1,080			11,327	10,247	
		2,842			8,485	
		1,338			**9,989**	
	1,123			11,370	10,247	
		1,482		**9,888**		

Anexo Fotos:



VISTA DEL CAUCE DEL RIO BOYANCE, TOMA DE DATOS

3. TRABAJO DE OFICINA

Se procedió a PROCESAR INFORMACIÓN del levantamien topográfico del cauce del río Boyance y sus áreas colindante éstas se encuentran enlazadas a la red de hitos con coordenad geográficas del I.G.M. en el sistema WGS-84.

ANEXO # 1

HITOS	X (Abscisa)	Y (Ordenada)	Z (Cota)
Placa Chongón	602717.905	9752679.139	41.592
Geo – 1	595959.420	9748233.301	29.981
Geo - 2	595931.293	9748317.945	31.772

ANEXO # 2

Planos:

- Plano con implantación del área levantada;
- Plano con curvas de nivel; y,
- Perfiles longitudinales y perfiles transversales.

Precipitaciones: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología- El Niño en 1997-1998 INOCAR

CAPITULO 4 (FOTO 17)

M075 GUAYAQUIL INOCAR INOCAR

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C) ABSOLUTAS Máxima	dia	Mínima	dia	MEDIAS Máxima	Mínima	Mensual	HUMEDAD RELATIVA (%) Máxima	dia	Mínima	dia	Media	PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm) Suma Mensual	Máxima en 24hrs	dia	Número de días con precipitación
ENERO				23.8	13	32.6	25.2	27.9								630.1	135.6	21	22
FEBRERO		36.2	25	23.8	9	33.0	25.1	28.3								619.9	76.4	8	23
MARZO		36.0	8	24.1	7	33.8	25.4	28.4								669.5	100.9	19	26
ABRIL		35.8	27	22.5	11	34.1	25.1	28.5								827.8	133.6	18	28
MAYO		35.5	24	23.0	27	33.1	25.4	28.3								307.6	57.0	26	19
JUNIO		34.6	3	23.0	17	32.2	23.9	27.4								121.7	38.0	2	10
JULIO		34.0	7	21.0	25	30.8	22.8	26.1								8.0	6.8	9	2
AGOSTO		33.5	28	19.5	17	30.2	21.5	25.3								0.2	0.2	5	1
SEPTIEMBRE		33.6	6	20.4	13	31.0	21.5	25.6								0.0	0.0	1	0
OCTUBRE		33.3	4	17.8	22	30.4	21.4	25.2								0.2	0.2	28	1
NOVIEMBRE		35.0	7	18.8	11	31.1	21.4	25.7								0.0	0.0	1	0
DICIEMBRE		35.0	27	20.4	8	32.1	22.2	26.6								2.5	1.2	15	3
VALOR ANUAL				17.8		32.0	23.4	26.9								3187.5	135.6		

MES	EVAPORACION (mm) Suma Mensual	Máxima en 24hrs	dia	NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO N (m/s)	%	NE (m/s)	%	E (m/s)	%	SE (m/s)	%	S (m/s)	%	SW (m/s)	%	W (m/s)	%	NW (m/s)	%	CALMA %	Nro OBS	Vel.Mayor Observada (m/s)	DIR	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)
ENERO	80.6	6.5	2	7																					
FEBRERO	61.7	3.8	3	7																					
MARZO	86.4	5.4	24	7	1.5	4	2.1	10	0.0	0	1.9	10	2.3	3	2.2	17	2.4	5	1.6	5	45	93	6.0	SW	
ABRIL	86.1	5.1	24	7	1.5	7	2.1	4	2.0	1	1.6	9	0.0	0	2.1	29	2.5	4	2.0	3	42	90	5.0	SW	
MAYO	90.3	4.6	23	7	1.0	1	2.3	9	2.0	3	1.8	5	1.0	2	2.1	32	1.6	8	2.0	3	37	93	5.0	NE	
JUNIO	96.9	4.4	19	6	2.0	2	1.0	1	1.0	6	1.7	7	3.3	2	2.5	54	1.9	6	1.5	2	20	90	5.0	SW	
JULIO	96.8	4.6	21	7	0.0	0	4.0	1	0.0	0	1.7	3	2.3	7	2.4	58	2.2	12	1.5	2	17	93	5.0	S	
AGOSTO	112.0	6.0	28	7																					
SEPTIEMBRE	117.2	6.8	7	7	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.2	6	3.0	6	2.6	74	1.8	11	3.0	1	2	90	5.0	SW	
OCTUBRE	128.5	6.4	23	6	0.0	0	0.0	0	2.0	1	2.0	5	2.5	13	2.6	67	2.0	11	0.0	0	3	93	6.0	SW	
NOVIEMBRE	148.0	7.1	6	7	4.0	1	2.0	1	1.5	2	2.6	12	2.9	8	2.9	60	3.2	6	1.0	1	9	90	6.0	W	
DICIEMBRE	155.3	6.5	28	7	1.8	5	0.0	0	2.0	1	2.2	7	2.5	15	2.6	51	2.3	12	1.4	5	4	93	5.0	W	
VALOR ANUAL	1259.8	7.1		6																					

PERFIL DE SUELO (TABLA 2):

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

Obra: Reubicación Peaje Vía a la Costa
Ordena: Arq. Omar Andrade
Lugar: Km 100+228 vía a la Costa
Fecha: 14 de Enero de 2013

Perforación: 1/2
Nivel Freático: No se observó

NOMENCLATURA

W.- contenido de humedad %
Po.- presión efectiva Kg/cm2
Ip.- indice plástico %
Lw.- limite liquido %
C.- consistencia relativa
N.- numero de golpes estandar
Ym.- peso volumétrico húmedo Kg/m3
E.- deformación en rotura %
qu.- resistencia a la compresión simple K/cm2
Tamices (Nº 4-200).- pasante acumulado

Relleno
Grava
Arcilla
Arena
Limo
Turba
Mat. Orgánica

Muestra Nº	Profund. (m)	Descripción Visual	Estratigrafía	S.U.C.S	W (%)	Lw	Ip	C1	Ym	Po	No 4	No 200	E	qu	N
1	0,00 - 1,00	Material arcilloso café grisáceo pálido con grava		CH	14	53	34		1365		77	59	--	--	12/12"
2	1,00 - 1,50	Arcilla café grisáceo pálido con grava		CH	22	86	48						--	--	16/12"
3	2,00 - 2,50	Limo gris pálido con pintas café		MH	29	53	17		1670		100	93	6,68	3,42	100/12"
4	3,00 - 3,50	Limo café con pintas grises		MH	36	58	18		2019		97	84	--	--	115/12"
5	4,00 - 4,50	Limo gris con pintas café		MH	36	53	20		1913		94	77	--	--	122/12"
6	5,50 - 6,00	Limo café grisáceo		ML	36	49	14		1740		97	91	--	--	R
7	7,00 - 7,50	Limo café grisáceo		ML	38	44	15		1788		95	90	--	--	R

Luis E. Figueroa R.
Ingeniero Civil

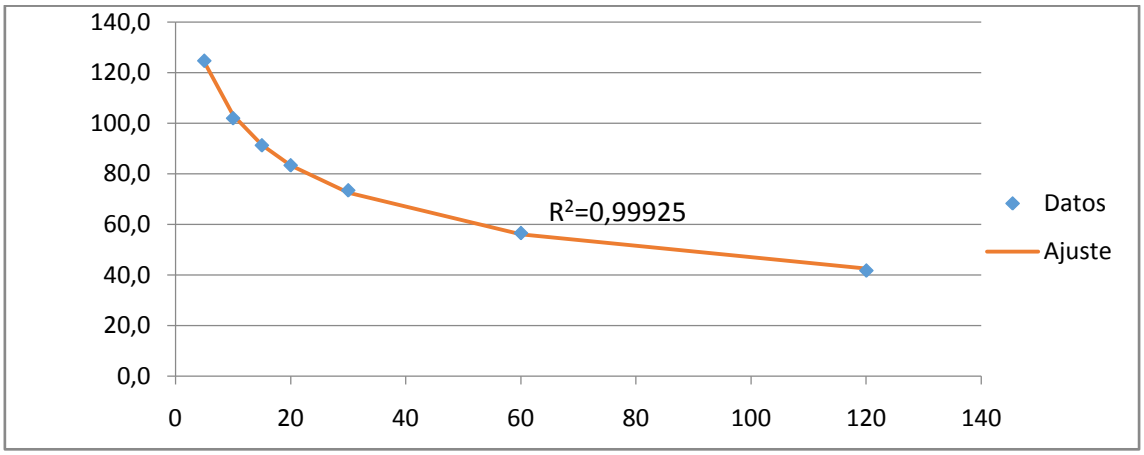
Dirección: Costanera 1209 y Laureles (Guayaquil - Ecuador) E-mail: Lab_Lem@hotmail.com Telefono - Fax: 2886360 - 2882086 - 091210963

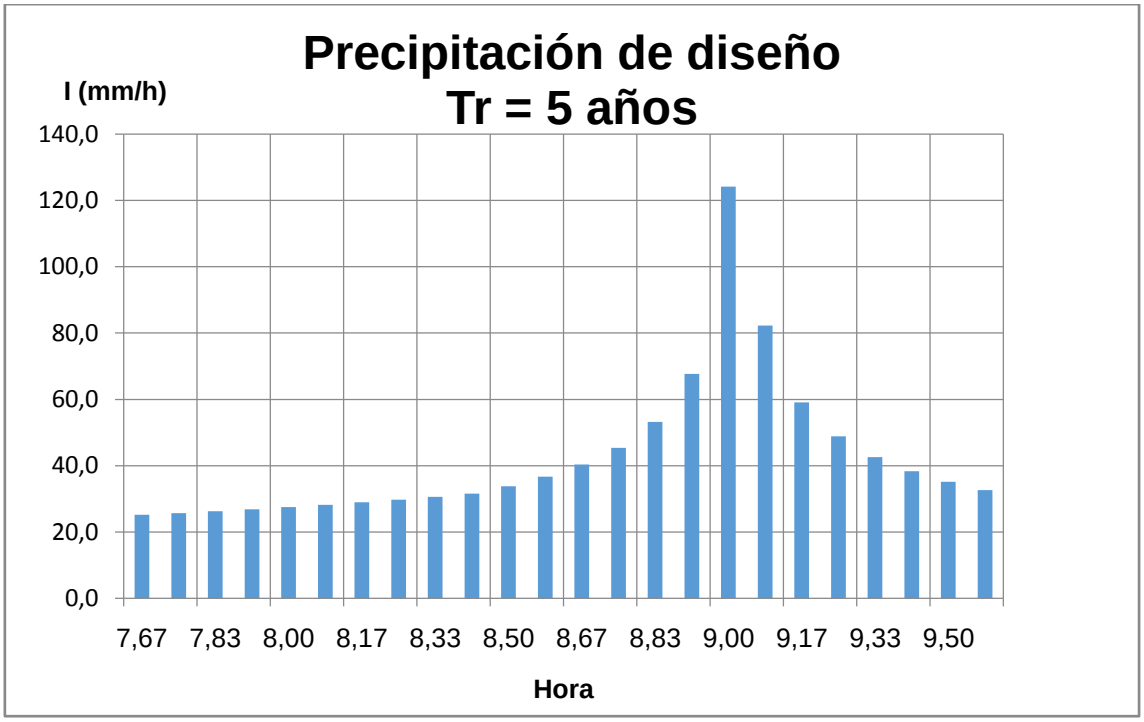
ANEXO C GRAFICO 1.

CAMBIAR PARA 5 AÑOS.

Parámetros		
c	=	570,75
e	=	2,35
f	=	0,50

	Minutos						
	5	10	15	20	30	60	120
Datos	124,7	102,0	91,3	83,4	73,5	56,6	41,8
Ajuste 1	124,2	103,2	91,3	83,3	72,5	56,1	42,5




Precipitación de diseño
Tr = 5 años
I (mm/h)
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
7,67
7,83
8,00
8,17
8,33
8,50
8,67
8,83
9,00
9,17
9,33
9,50
Hora

Presidencia
de la República
del Ecuador

Plan Nacional de Ciencia y Tecnología
Innovacion y saberes

senescyt

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO	"EVALUACIÓN HIDROLÓGICA –HIDRÁULICA DE INUNDACIONES EN 2015 Y PROPUESTA DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE CONTROL PARA EL SECTOR DE DAULAR."
AUTOR/ES: Jessica Alexandra Tigre Rivera	**REVISORES:** Ing. Manuel Gomez de la Torre Ing. Patricia Cardenas Ing. Alfredo Silva
INSTITUCION: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: De Ciencias Matematicas y Físicas
CARRERA: Ingeniería civil	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2015-2016	Nº DE PÁGS: 78
ÁREAS TEMÁTICAS: EVALUACIÓN HIDROLÓGICA –HIDRÁULICA DE INUNDACIONES EN EL SECTOR DE DAULAR	
PALABRAS CLAVE: < EVALUACION HIDROLOGIA - HIDRAULICA>< CONTROL DE INUNDACIONES -SECTOR DAULAR>	

RESUMEN:

Realizando un análisis en donde se observa los problemas que viven los pobladores del sector de la Comuna Daular, ayudando as í a encontrar una de muchas soluciones que se pueden efectuar con el afán de lograr un buen vivir. Debido a la mala ubicación y crecimiento poblacional, se plantea la posibilidad de una reubicación, además de realizar obras de infraestructura ya que en el mismo sector está en ejecución el nu evo Aeropuerto de la Ciudad de Guayaquil. Obras en las que se desarrollan el aprovechamiento hidráulico ya sea para cultivos, animales y las mism as personas en épocas de verano.Al realizar nuestra evaluación concluimos que el canal existente no abastece el Caudal de entrada que se obtuvo ta nto hidrológicamente como topográficamente, por tanto las obras hidráulicas en el sector son una solución de manera inmediata. Cabe recalcar el da ño que este fenómeno ocasiona a los pobladores del sector; esto nos lleva a concluir que es necesario realizarse el más pronto un sistema de evacuación para la inundación que se produce. Se debe acudir a software informáticos que nos proporcionen la asistencia necesaria, con el fin de optimiza r tiempo, recurso económico y así poder tomar decisiones cada vez con más aciertos.Se evalua y se implementa un sistema integral de medidas de ingeniería para evaluación Hidrológica –Hidráulica de Inundaciones en el 2015 y Propuesta de Soluciones Constructivas, de Control para el Sector de Daular. La evaluación mitigara los riesgos ambientales que generan las precipitaciones en sector de Daular, de la Provincia del Guayas.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	Nº. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	

ADJUNTOS PDF:	[x] SI	[ ] NO
CONTACTOS CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0986640810	E-mail: jessicaalexandratigrehotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÒN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS Telèfono: 2-283348	