

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN-MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO

RURD



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL.

TITULO:

**REEMPLAZO DE DISEÑO EXISTENTE DE LA MICRO PRESA
“SAN ISIDRO LIBERTADOR ” UBICADA EN EL SECTOR SUR DEL
BARRIO MEMORIAL SANDINO, MUNICIPIO DE MANAGUA PARA
UN PERIODO DE 25 AÑOS”.**

Autor: Br.Yasser Antonio González Pérez.

Br. Anner Antonio Loaisiga Tapia.

Br. Handell Ariel Galeano Mendoza.

Tutor: Dr. Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado

Asesor: Dr. Ing. Otoniel Arguello

Managua, Marzo 2013.

AGRADECIMIENTOS

Primero sobre todas las cosas le damos las gracias a nuestro Dios creador , a mis compañeros de tesis que ya no seremos compañeros de clase ahora seremos colegas profesionales por estar en los momentos más difíciles de este largo camino y como olvidar mis padres que sin ellos nada de esto fuera posible

Br. Yasser Antonio González Pérez

DEDICATORIA

A mi madrecita querida Genovesa del Rosario Romero Pérez por haberme creado incluso soportado mis caprichos y que estas a mi lado cuando más lo necesite hoy en día lo menos que puedo hacer es dedicarte este trabajo donde he puesto mi mejor empeño.

Juan Angel González Aguilar mi padre que siempre estuvo protegiéndome y dándome buenos consejos y que a un lo sigue haciendo fuiste y sos mi ejemplo a seguir le dedico este pequeño trabajo que no se compara a todas las cosas y experiencias que hemos vivido en nuestras vidas.

Mi hermana Karla Romero sos una mujer luchadora que admiro mucho sé que todo te a costado en la vida más siempre estuviste a mi lado y preocupándote por formación.

A mi tío Lázaro González fuiste un excelente tío y amigo gracias por siempre protegerme y apoyarme desde que era niño sin esperar nada a cambio.

Mi tía Aurora González como se me va olvidar mencionarte si sos una segunda madre que me enseñó buenos principios gracias por enseñarme todas esas bonitas cosas.

Luis Manuel González primo y hermano del alma, sos una súper persona luchadora, sé que has pasado por cosas difíciles y sin embargo nunca dijiste no estos son detalles que nunca se olvidan.

Luis Carlos Jiménez mi sobrino eres apenas un niño pero muy maduro siempre me decías que estudiara cuando no me mirabas haciendo nada crecimos juntos como mi hermano hasta cierta parte sé que soy tu ejemplo y sé que si sigues a si serás un buen profesional.

Edgardo García mi padrino un segundo padre un gran hombre de bien un verdadero ejemplo para mí y muchos más, tu si fuiste alguien que tuvo que ver mucho en mi formación desde siempre todo esos esfuerzos que hiciste están en este trabajo es poco comparado a lo que me distes por mí nunca podre pagarle todo lo hizo por mí pero muchas gracias.

Ing. Manuel Coronel Kautz sos un gran ingeniero ya no te veo como mi jefe más bien mi ejemplo a seguir me has dado muchas oportunidades en la vida y siempre trate de cumplir las expectativas tu si eres uno de los grandes y me siento muy orgulloso de siempre poder estar a tu lado

Ing. German Urbina eres un tipo sabio te no sabes el respeto que te tengo me enseñaste muchas cosas, fuiste un profesor de tiempo completo, gracias por tu valiosas enseñanzas y por tus aportes en esta tesis y sin esperar nada a cambio detalle que jamás olvidare

Br. Yasser Antonio González Pérez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS por llevarme hasta esta etapa de mi vida, por darme sabiduría y entendimiento, a mis compañeros de tesis que sin la ayuda de ellos esto no hubiera sido posible, A mi madre: Carolina Isabel Tapia Hernández (q.e.p.d) y a mi padre: Anner Antonio Loaisiga, ellos han sido el motivo para seguir adelante y vencer los obstáculos que se interpusieron en mi camino.

Br. Anner Antonio Loaisiga Tapia.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada especialmente a **Dios**, por prestarme la vida, cuidarme en todo este trayecto y por darme sabiduría.

Carolina Isabel Tapia Hernández: Tú que fuiste un verdadero ejemplo y modelo de vida a seguir por haber luchado por mí y mis hermanos, por vernos crecer y guiarnos por el camino correcto, por haber dado la vida y tomar la dura decisión de haber estado lejos de nosotros. ¡TE AMO! Sé que desde el cielo me ves y debes estar orgullosa de mí.

Anner Antonio Loaisiga Espinoza: Siempre has sido el mejor papa del mundo, has logrado la culminación de mis estudios y hacer de mi un hombre de carácter con ambición de éxito, te dedico este trabajo humilde fruto de la esperanza y confianza que cultivas en mí.

María Del Carmen Tapia Hernández: Mujer de valores y principios cristianos, has estado presente en toda mi vida, me has formado y me has dado amor mientras mi madre estuvo lejos. Has dado tu aporte como madre y sé que siempre lo harás.

Yeymi Karina Loaisiga: Eres mi hermana fiel que nunca me has fallado, tu ayuda incondicional ha sido el camino para llegar hasta el éxito de mi carrera, tus consejos, tu madurez y sobre todo tu imagen de mujer luchadora, ha hecho que mi persona crezca firmemente para el bien.

A mis compañeros de tesis Yasser Antonio González y Handel Ariel Galeano: Amigos incondicionales, con mucha sabiduría y de buen corazón. Sin la ayuda de ustedes esto no sería posible y no estuviera hasta este momento tan especial.

Br. Anner Antonio Loaisiga Tapia.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mis queridos padres, Ramón y Eda, que siempre han querido lo mejor para mí.

A mis tres hermanos Eyra, Lanier y Heydi, más que hermanos; mis amigos.

A mis compañeros de clases ya que formaron parte de mi entorno diario.

A mis tutores y profesores que siempre me brindaron el conocimiento necesario para culminar este trabajo, y especialmente a la Dra. María Asunción Morales y al Dr. Ottoniel Argüello que son maestros de la vida y también de aulas.

A mis amigos; destructores del pesimismo artesanos del optimismo.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente aportaron sus conocimientos para la elaboración de esta tesis.

A mis compañeros de tesis, la médula de este trabajo.

Br. Handell Galeano

DEDICATORIA

A mis sobrinos; la alegría de mi vida.

Br. Handell Galeano

INDICE GENERAL

Contenido

A. INTRODUCCIÓN.....	13
B. ANTECEDENTES	14
C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	15
D. JUSTIFICACION.....	16
E. OBJETIVOS.....	17
Objetivo general:.....	17
Objetivos específicos:.....	17
F. MARCO TEORICO	18
1.1 PRESA.....	18
El embalse: es el volumen de agua que queda retenido por la presa.	18
1.2. COMO FUNCIONAN LAS PRESAS O EMBALSES	19
Embalse de usos múltiples	20
1.3 CAPACIDAD DE EMBALSE.....	21
1.4 TIPOS DE PRESA	24
1.6 ESTUDIO DE UBICACIÓN.....	31
1.7 ESTUDIO TOPOGRAFICO	31
1.7.1 TOPOGRAFÍA.....	31
1.8 ESTUDIO HIDROTECNICO	32
1.9 EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL.....	33
G. APROXIMACION METODOLOGICA PARA LA REALIZACION DEL PROYECTO.....	34
.....	36
CAPITULO I.....	36
<i>DESCRIPCION DEL MUNICIPIO.....</i>	<i>36</i>
2.1 DATOS GENERALES	37
2.2 DATOS DEMOGRAFICOS	39
2.3. CARACTERISTICAS DEL DISTRITO III.....	42
.....	45
CAPITULO II	45

<i>EVALUACION DE LAS CONDICIONES DEL EMBALSE</i>	45
3.1 INTRODUCCION	46
3.2 IMPORTANCIA DE LA EVALUACION DE LA PRESA.....	47
3.3 DATOS DE LA INSPECCIÓN.....	48
3.6 ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INSPECCION GENERAL.....	52
3.8 ANEXOS.	54
.....	60
CAPITULO III	60
<i>ESTUDIO TOPOGRAFICO</i>	60
4.1 INTRODUCCION	61
4.2 CONCEPTOS BASICOS	62
4.3 IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFIA	63
4.4 TRABAJO DE CAMPO	64
4.5 TRABAJO DE EQUIPO	65
4.7 MEMORIA DE CALCULOS	66
4.9 ANEXOS	68
.....	69
CAPITULO IV	69
<i>ESTUDIO HIDROLÓGICO</i>	69
5.1 INTRODUCCION	70
5.2 CONCEPTOS BÁSICOS.....	71
5.3 DESCRIPCION DE LA CUENCA	71
5.4 FUENTE DE DATOS CLIMATICOS	72
5.5 OBJETIVO DEL ESTUDIO	72
5.6 ALCANCES	73
5.7 METODOLOGIA DEL ESTUDIO	73
5.8 METODO DEL EMBALSE.....	100
5.9 ANALISIS DE LOS CAUDALES DE DERRAME	104
.....	105
CAPITULO V	105
<i>DISEÑO HIDRAULICO</i>	105

6.1 INTRODUCCION	106
6.2 IMPORTANCIA DEL DISEÑO HIDRAULICO.	107
6.3 METODOLOGIA A UTILIZAR.....	107
6.4 INFORMACION UTILIZADA	107
6.5 INFORMACION LEVANTADA.....	108
6.6 CARACTERISTICAS TRAMO DEL NUEVO CANAL.....	108
6.7 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL VASO ACTUAL	109
6.8. DIMENSIONAMIENTO DEL NUEVO VASO.....	110
.....	127
CAPITULO VI	127
<i>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</i>	127
7.1 INTRODUCCION	128
7.2 INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	129
7.3 CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA.....	130
7.4 CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE DE LA ZONA	131
7.5 ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MITIGACION.	132
7.6 IMPACTOS POSITIVOS.....	136
7.7 EVALUACION DE IMPACTOS.....	138
.....	145
CAPITULO VII	145
<i>COSTO Y PRESUPUESTO</i>	145
8.1 INTRODUCCION	146
8.2 ASPECTOS CONCEPTUALES	147
8.3 DETALLES DE COSTOS	150
8.4 TAKE OFF DE COSTOS DE REEMPLAZO DE MICRO PRESA SAN ISIDRO LIBERTADOR	155
H. CONCLUSIÓN	157
I. ESPECIFICACIONES TECNICAS	159
J. RECOMENDACIONES	161
K. BIBLIOGRAFIA	162

A. INTRODUCCIÓN.

La micro presa llamada *SAN ISIDRO LIBERTADOR* está ubicada en las Colinas del Memorial Sandino actualmente no tiene las dimensiones adecuadas , debido a que con el paso del tiempo se han acumulado sedimentos y no se le ha dado el mantenimiento debido por parte de la alcaldía, de modo que se tomará el trabajo de plantear o bien sustituir el diseño actual por uno que preste las condiciones estables, con el fin de dar solución a los problemas y se hagan mejoras para que la población aledaña a esta pueda vivir segura y saludablemente.

El otro factor que hay que tomar en cuenta es que desde el tiempo de su construcción (micro presa *SAN ISIDRO LIBERTADOR*) rebaso su vida útil motivo suficiente para tomar las medidas correctivas para satisfacer las nuevas demandas de almacenamientos para evitar los riesgos de inundaciones y las pérdidas de vidas y viviendas de los moradores del sector Colinas del Memorial Sandino.

Las visitas al sitio de estudio son consecuentes y concuerdan con las ideas para las cuales se quiere resolver el problema. La sección de desagüe solo cuenta con una pequeña alcantarilla de 60 cm diámetro determinando esto como un factor contra para generar el derrame. (Ver anexo cap. 3.10 imagen 5).

Un embalse o represa es una acumulación artificial de agua que tiene como particularidad poder ser parcial y/o totalmente vaciado por gravedad o por aspiración.

Según su origen se clasifican en naturales o artificiales. Un embalse de origen natural (como un valle inundado) se lo puede clasificar de acuerdo con su tamaño, su profundidad, su localización geográfica como: Lago Charca Laguna Estanque Si es de origen artificial puede ser escavado en el suelo (por ejemplo, en las gravas), o ser consecuencias de una represa en tierra (estanque de piscicultura, por ejemplo), de piedras y de hormigón (por ejemplo, las grandes represas).

B. ANTECEDENTES

En 1983¹ fue construida la micro presa San Isidro libertador con el propósito de regular las aguas producto de las precipitaciones provenientes de las sierras o puntos más altos de Managua, de manera que uno de los objetivos era el aprovechamiento de su posición geográfica porque es un punto de intersección de las corrientes.

Cuando esta obra hidráulica fue construida no existía una población o comunidad que pudieran estar en riesgos, ya que los terrenos estaban ocupados por una base militar construida en los años de la revolución. En el año 1997 con el aumento de la población, el barrio memorial Sandino se extendió hacia el sur creando nuevas etapas de la cual se encuentra "las colinas del memorial" que es la más propensa a riesgos de inundaciones al no haberse tomado en cuenta en el diseño.

En el transcurrir de los años el mantenimiento que la alcaldía de Managua ha ofrecido no es el adecuado aumentando problema antes mencionado. Es notable ver en la actualidad que las aguas son dirigidas directamente a terrenos privados conforme ha aumentado las precipitaciones y la perdida de infiltración en el suelo debido al aumento de la población, de la misma manera la acumulación de sedimentos ha reducido la capacidad de volumen del embalse.

¹ Fecha en que fue construida, Alcaldía de Managua. Diseñador Ing. Freddy Sarria.

C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La micro presa San Isidro el Libertador ubicada en el costado sur de la pista suburbana sector de las colinas del memorial Sandino se ha visto afectada por múltiples inundaciones debido al abandono y falta de mantenimiento de la misma por el aumento de la escorrentía y de la infiltración en el suelo que ocasiona inundaciones y deterioro de las calles.

Tabla 1:

Planteamiento de problemas, causa-efecto

Planteamiento del problema	Causa	Efecto
Falta de mantenimiento y abandono total de la micro presa	Inundación de los sectores aledaños	Dificultad en el acceso de los caminos
Aumento de la escorrentía	Sección transversal muy reducida	Desborde de la micro presa
Poca vegetación	Riveras en el cauce derrumbándose	Socavación y ampliación del cauce natural
Mal manejo de la cuenca	Poca vegetación	Aumento de la escorrentía y disminución de la infiltración en el suelo.

Fuente: Br. Yasser González, Br. Anner Loaisiga, Br. Handell Galeano (UNAN-MANAGUA) 2012.

D. JUSTIFICACION.

El presente trabajo de investigación consiste en mejorar el sistema de vida de los pobladores que habitan cercano al embalse. A partir de esta investigación se obtendrá retener y evacuar las aguas debido a altas precipitaciones que se genera a raíz del vencimiento de su vida útil (25 años), lo cual vendría a disminuir el riesgo de inundación aguas abajo.

Como recurso principal a la solución del problema, se propone el rediseño de la sección transversal de la micro presa como primer propuesta, el cambio de sus dimensiones generales para aumentar su volumen y evitar derrame. Propuesta que beneficiara a los pobladores aledaños a la misma preservando la protección y seguridad humana.

E. OBJETIVOS.

Objetivo general:

- Reemplazar el actual diseño de la micro presa existente ubicada en el sector sur del Bo. Memorial Sandino municipio de Managua para un periodo de 25 años.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar la situación actual de la micro presa.
- Realizar el estudio topográfico para conocer la altiplanimetría del embalse.
- Realizar el estudio hidrológico de la cuenca correspondiente a la micro presa.
- Proponer un diseño económico y eficiente.
- Evaluar el estudio de impacto ambiental.

F .MARCO TEORICO

1.1 PRESA

En ingeniería se denomina **presa** o **represa** una barrera construida de tierra compactada con piedra, hormigón o materiales sueltos, que se construye habitualmente en una cerrada o desfiladero sobre un río o arroyo. Tiene la finalidad de embalsar el agua en el cauce fluvial para su posterior aprovechamiento en abastecimiento o regadío, para elevar su nivel con el objetivo de derivarla a canalizaciones de riego, para laminación de avenidas (evitar inundaciones aguas abajo de la presa) o para la producción de energía mecánica al transformar la energía potencial del almacenamiento en energía cinética y ésta nuevamente en mecánica al accionar la fuerza del agua una turbina. La energía mecánica puede aprovecharse directamente, como en los antiguos molinos, o de forma indirecta para producir energía eléctrica.

El embalse: es el volumen de agua que queda retenido por la presa.

- El vaso: es la parte del valle que, inundándose, contiene el agua embalsada.
- La cerrada o boquilla: es el punto concreto del terreno donde se construye la presa.
- Sitio de presa: propiamente dicha, cuyas funciones básicas son, por un lado garantizar la estabilidad de toda la construcción, soportando un empuje hidrostático del agua, y por otro no permitir la filtración del agua.

A su vez, en la presa se distingue los siguientes elementos:

- Los paramentos, caras o taludes: son las dos superficies más o menos verticales principales que limitan el cuerpo de la presa, el interior o de aguas arriba, que está en contacto con el agua, y el exterior o de aguas abajo.
- La coronación: es la superficie que delimita la presa superiormente.

- Los estribos o empotramientos: son los laterales del muro que están en contacto con la cerrada contra la que se apoya.
- La cimentación: es la parte de la estructura de la presa, a través de la cual se transmiten las cargas al terreno, tanto las producidas por la presión hidrostática como las del peso propio de la estructura.
- El aliviadero o Vertedero hidráulico: es la estructura hidráulica por la que rebosa el agua excedentaria cuando la presa ya está llena.
- Las compuertas: son los dispositivos mecánicos destinados a regular el caudal de agua a través de la presa.
- El desagüe de fondo: permite mantener el denominado caudal ecológico aguas abajo de la presa y vaciar la presa en caso de ser necesario.
- Las tomas son también estructuras hidráulicas, pero de menor entidad, y son utilizadas para extraer agua de la presa para un cierto uso, como puede ser abastecimiento a una central hidroeléctrica o a una ciudad.
- Las esclusas: que permiten la navegación "a través" de la presa.
- La escala o escalera de peces: que permite la migración de los peces en sentido ascendente de la corriente, o en los casos más extremos, se llegan a instalar ascensores para peces.

1.2. COMO FUNCIONAN LAS PRESAS O EMBALSES

Básicamente un **embalse**² creado por una presa, que interrumpe el cauce natural de un río, pone a disposición del operador del embalse un volumen de almacenamiento potencial que puede ser utilizado para múltiples fines, algunos de ellos complementarios y otros conflictivos entre sí, pone a disposición del operador del embalse también un potencial energético derivado de la elevación del nivel del agua.

Se pueden distinguir los usos que para su maximización requieren que el embalse esté lo más lleno posible, garantizando un caudal regularizado mayor. Estos usos son la generación de energía eléctrica, el riego, el abastecimiento de agua potable

²Embalse: Son volúmenes de agua retenidos en un vaso topográfico natural o artificial gracias a la realización de obras hidráulicas. Hidráulica de canales abiertos ven te chow. Editorial Diana, México, 1983.

o industrial. Por el contrario, para el control de avenidas el embalse será tanto más eficiente cuanto más vacío se encuentre en el momento en que recibe una avenida.

Desde el punto de vista de su capacidad reguladora, el embalse puede tener un ciclo diario, mensual, anual e, incluso en algunos pocos casos plurianual. Esto significa que el embalse acumula el agua durante 20 horas por día, para descargar todo ese volumen para la generación de energía eléctrica durante las 4 horas de pico de demanda; o acumula las aguas durante el período de lluvias, 3 a 6 meses según la región, para usarlo en riego en el período seco.

Embalse de usos múltiples

Muchos embalses modernos son diseñados para usos múltiples. En esos casos el operador del embalse debe establecer políticas de operación, que deben tener en cuenta:

- Prioridad de cada uno de los usos, asociado a la disponibilidad de otras alternativas técnica y económicamente factibles en el área. En general, el abastecimiento de agua potable tiene la prioridad más elevada.
- Limitaciones de caudal, máximo y mínimo, aguas abajo de la presa que soporta el embalse.

1.3 CAPACIDAD DE EMBALSE.

Consiste en el volumen que se puede almacenar en la zona donde se va a construir la presa, su cálculo se realiza mediante el área de los levantamientos topográficos. Su representación gráfica se realiza con la construcción de la curva área – volumen – altura. (Ver Fig. 1.)

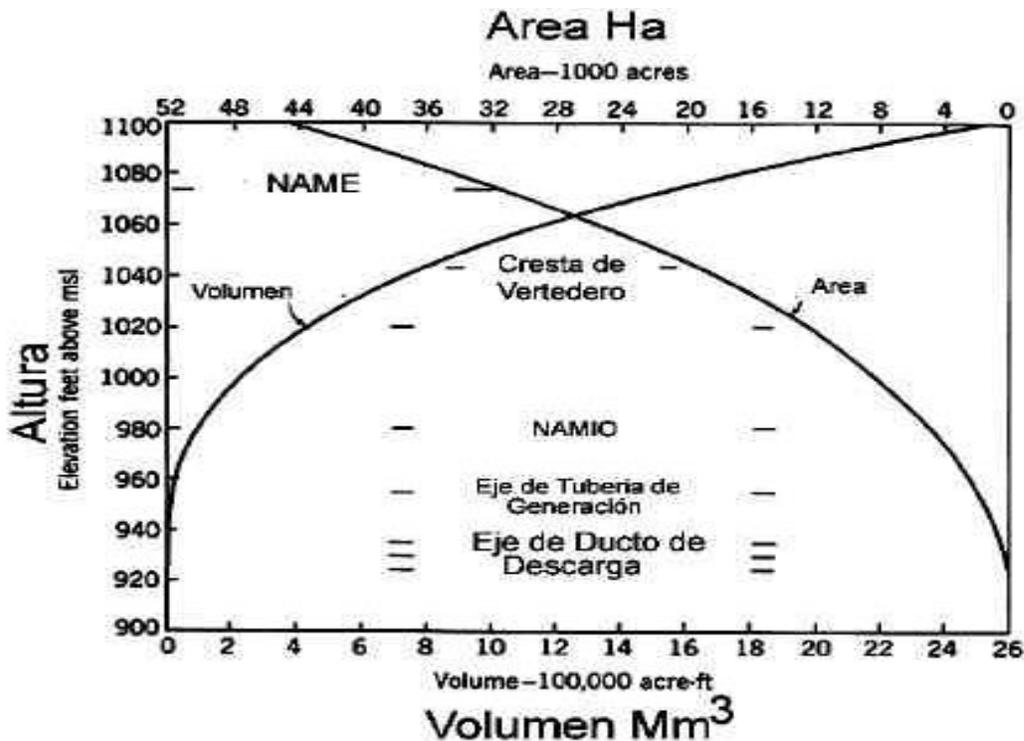


Figura 1. Grafica representativa de la curva aérea capacidad

Fuente: UNI-FIC-DAHH CURSODEIRRIGACIÓN Alfredo Mansen Valderrama.

Nivel de Aguas Máximo de Operación (NAMO): Es el máximo nivel al cual puede llegar la superficie del reservorio durante condiciones normales de operación. Entendiéndose por operación, el acumular un volumen útil necesario para satisfacer las demandas de agua de los usuarios de la presa; usualmente este valor coincide con la elevación o cota que dispone la cresta del vertedero de demasía o del borde superior de las compuertas del vertedero. A continuación se describen los tipos de volúmenes que se utilizan en el estudio de las presas.

El volumen útil: estará ligado al rendimiento del reservorio, entendiéndose por rendimiento la cantidad de agua que puede ser entregada desde el reservorio durante un intervalo de tiempo específico, lógicamente el rendimiento dependerá del ingreso de agua del río y variara de año.

El volumen de operación: coincide con el volumen de agua que satisface las demandas hídricas de los diferentes usuarios ubicados aguas abajo, los cuales pueden ser de abastecimiento de agua. La determinación de la capacidad requerida para un reservorio, se le conoce como Estudio de Operación, y esencialmente es una simulación de la operación del reservorio para un periodo de tiempo en concordancia con un conjunto de reglas acordadas.

El volumen de operación garantiza que con su valor se dispondrá de agua para satisfacer a los usuarios, durante un periodo de tiempo y permite fijar los niveles conocidos como Nivel de Aguas Máximo de Operación y Nivel de Aguas Mínimo de Operación (NAMIO) y de este modo fijar los niveles de rebose del vertedero de demasía y el fondo del ducto de descarga o entrega de agua almacenada a los usuarios aguas debajo de la represa.

Nivel de Aguas Mínimo de Operación (NAMIO): Es el mínimo nivel al cual puede llegar la superficie del reservorio durante condiciones normales de operación; este nivel puede ser localizado coincidente con el fondo de la tubería de descarga, o buscando la máxima eficiencia en caso de centrales hidroeléctricas de la tubería de generación, utilizando las relaciones entre el NAMO y NAMIO, podemos definir el Volumen Útil como el volumen resultante de la diferencia entre el nivel máximo y el nivel mínimo de operación.

Volumen Muerto: Es el volumen obtenido debajo del nivel de agua mínimo de operación, su nombre deriva de la incapacidad física de usar este volumen para fines de riego o generación de energía. En este volumen se suele colocar la porción del reservorio denominado como volumen o almacenamiento de sedimentos, este criterio no soluciona el problema de sedimentación del embalse, sino la posterga. Actualmente, este problema de

sedimentación, no puede ser prevenido, pero puede ser retardado buscando lugares de embalse, donde la capacidad de aporte de sedimentos de la cuenca circundante sea mínima, o sino también mediante la implantación de métodos de conservación de suelos, como reforestación de taludes, construcción de retenciones en quebradas, etc. También se puede reducir el proceso de sedimentación con la colocación de los conductos de descarga a diferentes niveles, para evitar que el sedimento se asiente, esta evacuación de sedimentos con el flujo del agua es muy conveniente para reducir los procesos erosivos que se generan en el lecho y taludes cuando el agua no dispone de sedimentos.

Nivel de Aguas Máximo de Embalse (NAME): Durante la época de avenida se producen caudales en el río que deben ser evacuados por el vertedero de emergencia, alcanzando la superficie de agua del reservorio a levantarse por encima del nivel de aguas máximo de operación (NAMO), al nivel máximo que alcanza la superficie del reservorio se le conoce como nivel de aguas máximo de embalse (NAME), este caudal es incontrolado y solamente se produce mientras la avenida sucede y no puede ser retenida para uso posterior.

Existen otros valores de información que son utilizados en estudios complementarios como control de avenidas, pero no muy utilizables en el campo de la irrigación entre ellos se pueden citar al **almacenaje de los taludes**, que se refiere al volumen que se puede almacenar dentro del talud y que se libera después que se produce el descenso del nivel y su capacidad de almacenaje depende de las condiciones geológicas y en algunos casos puede dar un volumen adicional de almacenaje a ser tomado en cuenta.

1.4 TIPOS DE PRESA

La clasificación de los tipos de presa se realizará en función:

1.4.1) Al uso

1.4.2) Al diseño hidráulico

1.4.3) Al tipo de materiales de construcción

1.4.1 Clasificación por Uso

La función principal a que estará dedicada la presa permite realizar la primera clasificación:

1.4.1.1 Presa de Almacenamiento

Son construidas para almacenar agua en época de abundancia y entregarla en la de escasez. Se usan en proyectos de riego, generación de energía eléctrica y recreación.



Figura 2. Ejemplo de presa de almacenamiento

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacion-diseño-de-presas/>

1.4.1.2 Presa de Derivación

Son presas que se construyen con el fin de levantar los niveles del reservorio de modo que puedan entrar hacia los sistemas de conducción (canales y diques); son de gran uso en proyectos de irrigación.



Figura 2. **Ejemplo de presa de derivación**

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacion-diseo-de-presas/>

1.4.1.3 Presas de Retención

Son presas construidas para retardar los flujos que se producen en grandes avenidas y minimizar los efectos de las avenidas súbitas.

1.4.2 Clasificación por Diseño Hidráulico

La función principal para clasificarla será si el flujo de rebose será encima o no de la presa.

1.4.2.1 Presas con Flujos por Encima

Son aquellos que se les diseña para que el caudal del río descargue encima de la cresta o a través de los vertederos a lo largo de la presa.



Figura 3. **Ejemplo de presa con flujos por encima**

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacin-diseo-de-presas/>

1.4.2.2 Presas sin Rebose

Son aquellas presas que no permiten rebosar el agua por encima de ella, este tipo se refiere para presas de tierra y enrocado.



Figura 4. **Ejemplo de presa sin rebose**

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacin-diseo-de-presas/>

Presas Combinadas: Son las presas que combinan los dos tipos de estructuras anteriores, ejemplo: presa de gravedad de concreto, presas de tierra.



Figura 5. **Ejemplo de presa combinada.**

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacion-diseo-de-presas/>

1.4.3 Clasificación por el Tipo de Materiales

Es el tipo de clasificación más definida y se puede resumir en:

1.4.3.1 Presas de Concreto

De gravedad

Son construidas de concreto y depende de su propio peso para su estabilidad y es usualmente de trazo recto en el plano horizontal, aunque a veces pueden ser de trazos ligeramente curvos.

De arco

También son de concreto, pero su principal factor de selección reside en la posibilidad de transmitir la mayor parte del empuje horizontal del agua almacenada detrás de la presa, hacia los estribos, aprovechando la condición o forma de arco, lo que le permite disponer de una sección de menor espesor en comparación a una presa de gravedad.

Las presas en arco se usan en sitios encajonados o estrechos, donde las paredes laterales sean capaces de soportar los esfuerzos producidos por la forma de arco adoptado.



Figura 6. **Ejemplo de presa en arco**

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacin-diseo-de-presas/>

De contrafuerte

Es una presa donde la cortina consiste de una losa construida en forma inclinada y apoyada en intervalos por contrafuertes, los cuales transmiten los esfuerzos al terreno.



Figura 7. **Ejemplo de presa de contrafuerte.**

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacin-diseo-de-presas/>

De concreto rodillado

Se tratan de presas construidas con concreto compactado por rodillo, el concreto es una mezcla seca, como resultado de la mezcla del cemento, arena, grava y ceniza del quemado del carbón, la utilización de esta última es con el fin de reducir la generación de calor durante el vaciado y de este modo evitar la formación de rajaduras durante el fraguado.

1.4.3.2 Presa de Tierra

Son presas construidas como terraplenes, utilizando tierra y roca, teniendo especial cuidado en el control de la percolación a través de la presa, para lo cual se prevé la construcción de un núcleo impermeable o una manta también impermeable en el sector aguas arriba.

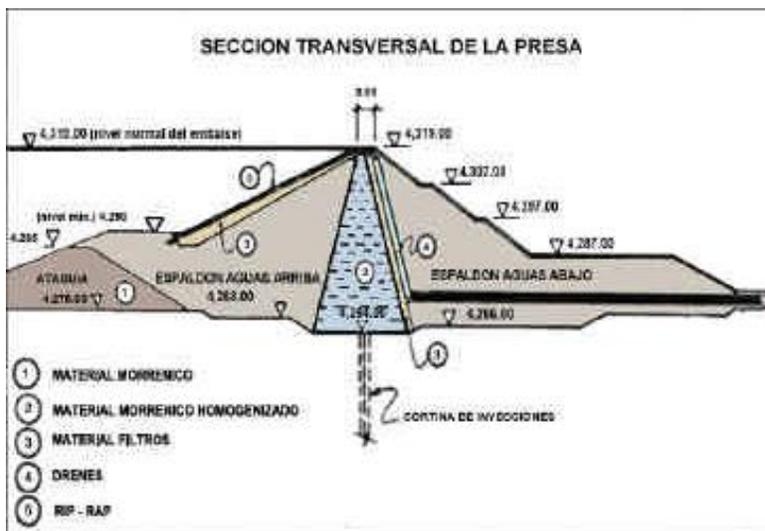


Figura 8. Ejemplo de presa de tierra.

Fuente: <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacion-diseño-de-presas/>

1.4.3.3 Presa de Enrocado

Es una presa entre las de gravedad y la de terraplén, pero en este caso las rocas sirven de mayor elemento estructural, disponiéndose de una manta impermeable en la cara aguas arriba, apoyada en el núcleo rocoso, el cual también soporta el empuje del agua almacenada.

1.5 ELEMENTOS DE UNA PRESA

Cresta: Una cresta, es simplemente una pared que se coloca en un sitio determinado del cauce de una corriente natural, formando un embalse (lago artificial).

Aliviadero: El aliviadero o Vertedero hidráulico es la estructura hidráulica por la que sale el agua excedente cuando la presa ya está llena.

Canal: En ingeniería se denomina canal a una construcción destinada al transporte de fluidos generalmente utilizada para agua y que a diferencia de las tuberías es abierta a la atmósfera. También se utilizan como vías artificiales de navegación. La descripción del comportamiento hidráulico de los canales es una parte fundamental de la hidráulica y su diseño pertenece al campo de la ingeniería hidráulica, una de las especialidades de la ingeniería civil.

Disipador de energía: Son estructuras rápidas escalonadas, las cuales están formadas por una serie de gradas o escalones antes del canal

El sistema de graderías generalmente es más eficiente para disipar energía que otros métodos de disipación. El flujo en este tipo de canal es turbulento y debe construirse un muro lateral de borde libre suficiente, para permitir la salpicadura del flujo.

1.6 ESTUDIO DE UBICACIÓN

Por lo general corresponde a un mayor nivel de dirigencia, pero su decisión es alimentada por diversas alternativas que perjudican directamente el éxito del proyecto entre los cuales están:

- ❖ Se ajusten a las condiciones creadas por el obstáculo a cruzar.
- ❖ Faciliten un diseño, construcción, operación, inspección y mantenimiento práctico-efectivos desde el punto de vista de los costos.
- ❖ Minimicen los impactos adversos del embalse.

1.7 ESTUDIO TOPOGRAFICO

1.7.1 TOPOGRAFÍA

Estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de pequeñas superficies terrestres, con sus formas y detalles tanto naturales como artificiales. Esta se divide en:

- **Planimetría:** Consiste en trazar el terreno sobre un alineamiento horizontal, tomando como base los azimuts, distancias, horizontales y referencias dadas en la libreta de campo.
- **Altimetría:** Se encarga en determinar las elevaciones de los puntos a lo largo y ancho de una superficie en estudio. Además representa en un plano el comportamiento del relieve a través de curvas de nivel, secciones transversales y perfiles longitudinales. El detalle característico de un estudio topográfico es la determinación de la posición tanto en elevación como en planta de puntos elegidos en el terreno que son necesarios para el dibujo de las curvas de nivel y para la construcción de planos topográficos. El estudio topográfico permite al ingeniero tener una visión completa y manejable del área de trabajo, tanto para el diseño como para

la construcción de la obra; sobre todo en la actualidad debido al avance de la tecnología que permite la fabricación de equipos sofisticados y la manipulación de software que representan muy bien el terreno.

1.8 ESTUDIO HIDROTECNICO

El estudio tiene como objetivo determinar la estructura hidráulica óptima y eficiente para que sus aguas sean encausadas directamente al cauce natural, de tal manera que la estructura preste las condiciones estables para evitar que la escorrentía perjudique al poblado cercano a la obra. Para tal efecto se analizarán dos aspectos: hidrológico e hidráulico

1.8.1 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Es el proceso mediante el cual se determinan los caudales en régimen natural de la máxima crecida ordinaria y otras avenidas extraordinarias con períodos de retornos de 50 y 100 años, para analizar la micro presa desde el punto de vista hidráulico, a partir de los datos de precipitación y escorrentía, las propiedades geomorfológicas de la micro-cuenca.

1.8.2 DISEÑO HIDRÁULICO

El diseño hidráulico define las dimensiones del embalse a partir del caudal máximo de diseño, de igual manera se diseñan las alcantarias de desagüe a partir de un caudal regulado a criterio del diseñador, por consiguiente se diseña un canal que puede ser revestido en forma trapezoidal con su debido disipador de energía de gradas en baterías.

1.9 EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Es el proceso en el que se realiza un diagnóstico de la situación ambiental actual del área de influencia directa e indirecta afectada por el proyecto, y luego de esto se determinan los efectos ambientales que se causarán durante la etapa de construcción y operación de la obra; de tal forma que se realiza una tabla de impacto, ya sean positivos o negativos, estos últimos son causados generalmente al medio ambiente. A los impactos negativos se les propone una medida de mitigación y luego se comparan con los impactos positivos, es decir obtener el punto de equilibrio más cercano entre los dos.

Decreto presidencial 76-2006

Tiene por objeto, establecer las disposiciones que regulan el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua; es aplicable a:

1. Planes y Programas de Inversión Sectoriales y Nacionales, de conformidad con el artículo 28 de la Ley No. 290 (Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo).
2. Actividades, Proyectos, Obras e Industrias sujetos a realizar Estudios de Impacto Ambiental descritos en el capítulo IV del decreto presidencial en mención.

G. APROXIMACION METODOLOGICA PARA LA REALIZACION DEL PROYECTO.

El método **hipotético-deductivo** es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación). Tradicionalmente, a partir de las ideas de Francis Bacon se consideró que la ciencia partía de la observación de hechos y que de esa observación repetida de fenómenos comparables, se extraían por inducción las leyes generales que gobiernan esos fenómenos. En él se plantea una hipótesis que se puede analizar deductiva o inductivamente.

Posteriormente Karl Popper (1902-1994) rechaza la posibilidad de elaborar leyes generales a partir de la inducción y sostuvo que en realidad esas leyes generales son hipótesis que formula el científico, y que se utiliza el método inductivo de interpolación para, a partir de esas hipótesis de carácter general, elaborar predicciones de fenómenos individuales.

En esta concepción del método científico es central la falsabilidad de las teorías científicas (esto es, la posibilidad de ser refutadas por la experimentación). En el método hipotético deductivo, las teorías científicas nunca pueden considerarse verdaderas, sino a lo sumo «no refutadas».

7.1 Fases del método hipotético-deductivo

1. Observación
2. Planteamiento de hipótesis
3. Deduciones de conclusiones a partir de conocimientos previos
4. Verificación

Los pasos 1 y 4 requieren de la experiencia, es decir, es un proceso empírico; mientras que los pasos 2 y 3 son racionales. Por esto se puede afirmar que el método sigue un proceso Inductivo, (en la observación) deductivo, (en el planteamiento de hipótesis y en sus deducciones) y vuelve a la inducción para su verificación. En el caso de que todas y cada una de las variables puedan ser objeto de estudio, el último paso sería una inducción completa que daría paso a una ley universal. En caso contrario la inducción es incompleta, y por tanto la ley obtenida sería una ley probabilística.



CAPITULO I

DESCRIPCION DEL MUNICIPIO

*LA CIUDAD DE MANAGUA FUE FUNDADA EL 24 DE MARZO DE 1819
CON EL NOMBRE DE "LEAL VILLA DE SANTIAGO DE MANAGUA"*

2.1 DATOS GENERALES



Managua tiene su origen prehispánico en las riberas del Lago Xolotlán o Lago de Managua donde se asentaron sus primeros pobladores, una tribu nómada que encontró la más excelente morada que se hubieran podido imaginar. Su asentamiento se habría producido hace 15 a 10 mil años.

La ciudad de Managua fue fundada el 24 de Marzo de 1819 con el nombre de **“Leal Villa de Santiago de Managua”**.

En 1852 Managua se constituyó en Capital de la República con lo que se dio inicio a un proceso de centralización de actividades político - administrativas y económicas en la ciudad.

2.1.1 LIMITES MUNICIPALES

Norte: Lago Xolotlán

Sur: Municipio de El Crucero

Este: Municipio de Tipitapa, Nindirí y Ticuantepe

Oeste: Municipio Villa Carlos Fonseca y Ciudad Sandino

2.1.2 UBICACIÓN

Latitud Norte: 12°01' - 12°13'

Latitud Oeste: 86°07' - 86°23'

2.1.3 SUPERFICIE

Superficie Municipal: 289 km²

Superficie del Área Urbana: 150.5 km²

2.1.4 ALTITUD

Altitud Mínima: 43 metros sobre el nivel del mar

Altitud Máxima: 700 metros sobre el nivel del mar

2.1.5 CLIMA

Clima tropical de sabana, caracterizado por una prolongada estación seca y por temperaturas altas todo el año, que van desde los 27° C a 34° C. La precipitación promedio en el municipio de Managua es de 1,125 milímetros de agua.

Temperatura Promedio: 27° C

Precipitación Anual: 1,100 – 1,600 mm

Humedad Relativa: 70.5%

Velocidad del Viento: 12 km/h

2.1.6 RELIEVE

Principales características orográficas: Lago de Managua, Sierras de Managua, el Sistema de Cerros y Lagunas al Oeste de la ciudad entre ellos el Cerro San Carlos, Motastepe, Laguna de Asososca, Laguna de Nejapa y el Valle de Ticomo, a lo interno de la trama urbana se destaca la Laguna de Tiscapa ubicada en el Área Central.

2.1.7 DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA

El Municipio de Managua se divide en **5 Distritos**, y cada delegación distrital es coordinada por un delegado representante del alcalde en el territorio.



Figura 9. Representación de los distritos de Managua.

Fuente: ALCALDIA DE MANAGUA (ALMA) 2011.

El municipio está conformado por 137 barrios, 94 residenciales, 134 urbanizaciones progresivas, 270 asentamientos humanos espontáneos y 21 comarcas.

2.2 DATOS DEMOGRAFICOS

La población del municipio de Managua es de **937,489 habitantes** según el *VIII Censo de Población y IV de Vivienda del año 2005* y la población urbana es de 908,892 habitantes.

Tabla 2:

Crecimiento histórico de la población del municipio.

AÑO	PERIODO INTERCENSAL	POBLACION	CRECIMIENTO INTERCENSAL
1906	...	38,662	...
1920	14	58,523	2.96
1940	20	102,539	2.8
1950	10	140,334	3.14
1963	13	274,278	5.15
1971	8	430,690	5.64
1995	24	903,100	3.09
2005	10	937,489	0.37

Fuente: INEC, IV de Vivienda del año 2005

Tabla 3:

Estructura de la población por sexo y edad.

GRUPOS DE EDAD	HOMBRE		MUJER		TOTAL	
	No.	%	No.	%	No.	%
00-04	49,130	11.05	47,147	9.56	96,277	10.27
05-09	46,409	10.44	44,553	9.04	90,962	9.70
10-14	52,485	11.81	50,340	10.21	102,825	10.97
15-19	50,220	11.30	53,157	10.78	103,377	11.03
20-24	51,358	11.55	57,362	11.64	108,720	11.60
25-29	38,585	8.68	44,125	8.95	82,710	8.82
30-34	31,432	7.07	38,063	7.72	69,495	7.41
35-39	28,159	6.33	34,655	7.03	62,814	6.70
40-44	25,000	5.62	31,209	6.33	56,209	6.00
45-49	20,339	4.58	24,852	5.04	45,191	4.82
50-54	16,045	3.61	19,148	3.88	35,193	3.75
55-59	10,660	2.40	13,378	2.71	24,038	2.56
60-64	7,687	1.73	9,990	2.03	17,677	1.89
65-69	5,908	1.33	8,020	1.63	13,928	1.49
70-74	4,608	1.04	6,282	1.27	10,890	1.16
75-79	3,190	0.72	4,764	0.97	7,954	0.85
80-84	1,750	0.39	2,950	0.60	4,700	0.50
85 y más	1,536	0.35	2,993	0.61	4,529	0.48
Total	444,501	100.00	492,988	100.00	937,489	100.00

Fuente: INEC, VII Censo de Población y IV de Vivienda del año 2005.

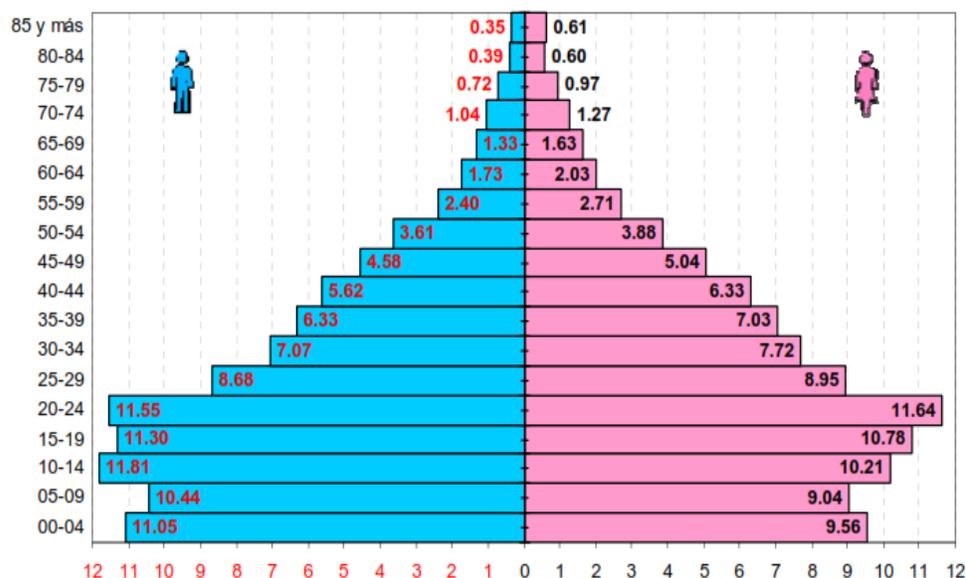


Figura 10. Pirámide poblacional del municipio de Managua.

Fuente: ALCALDIA DE MANAGUA (ALMA) 2005

Tabla 4:

Extensión territorial, población y vivienda por distrito.

DISTRITO	POBLACION	EXTENSION KM2	VIVIENDAS	
			TOTAL	OCUPADAS
DISTRITO II	117,303	18.05	24,939	23,305
DISTRITO III	190,207	83.35	41,483	36,821
DISTRITO IV	148,049	15.88	29,173	27,055
DISTRITO V	207,387	82.61	44,994	39,707
DISTRITO VI	274,139	73.52	57,150	52,434
Sin Vivienda	404	-	-	-
TOTAL	937,489	273.41	197,739	179,322

Fuente: INEC, censo poblacional 2005.

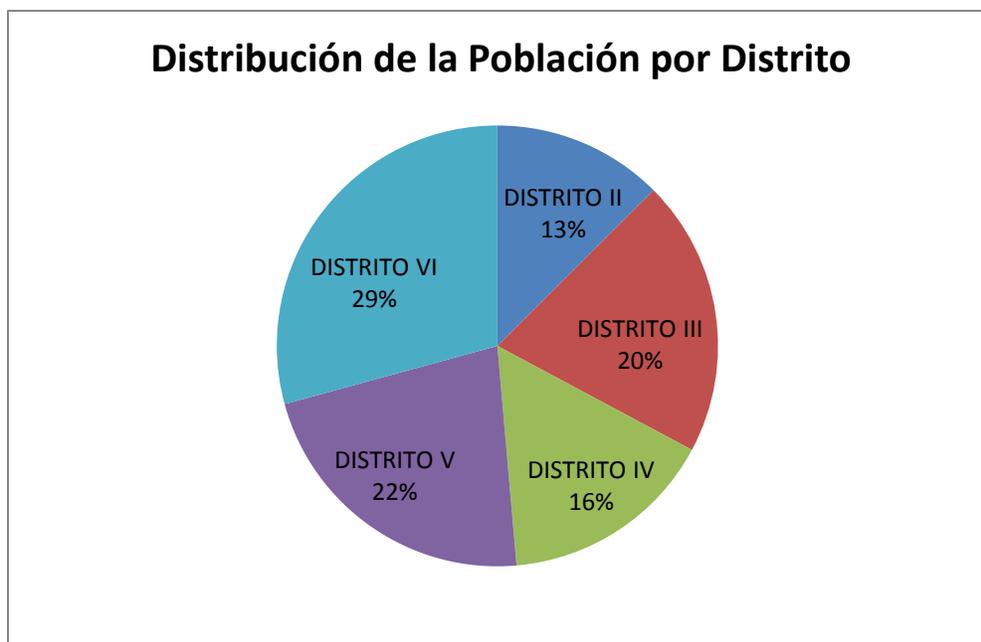


Figura 11. Diagrama de distribución de la población por distrito.

Fuente: INEC, censo poblacional 2005.

Tabla 5:

Infraestructura del municipio.

INFRAESTRUCTURA	U/M	DISTRIT O II	DISTRIT O III	DISTRIT O IV	DISTRIT O V	DISTRIT O VI	MANAGUA
Calles Revestidas	KM	218	255	301	278	158	1,210
Calles sin Revestir	KM	13	39	30	35	67	184
Puentes Vehiculares	UNID.	23	59	19	39	48	188
Puentes Peatonales	UNID.	14	61	25	32	158	290
Tuberías de Drenaje Pluvial	KM	74	39	80	51	26	270
Pozos de Visita	UNID.	856	582	974	746	439	3,597
Tragantes	UNID.	1,688	862	1,868	1,388	869	6,675
Canchas Deportivas	UNID.	17	24	28	27	36	132
Parques	UNID.	34	12	33	23	7	109

Fuente: INEC, Planificación Física año 2005.

2.3. CARACTERISTICAS DEL DISTRITO III

2.3.1 DATOS GENERALES

El Distrito III con un área de **83.35 Km** es el distrito más extenso, cuenta con una población de **190,207 habitantes** y **36,821 viviendas**, según datos del “*VIII Censo de Población y IV de Vivienda 2005 del INEC*”. Actualmente el desarrollo inmobiliario en este territorio ha mostrado mayor dinamismo en especial en las áreas ubicadas al sureste del distrito, estos proyectos habitacionales están destinados a la clase alta en su mayoría son residenciales suntuarias.

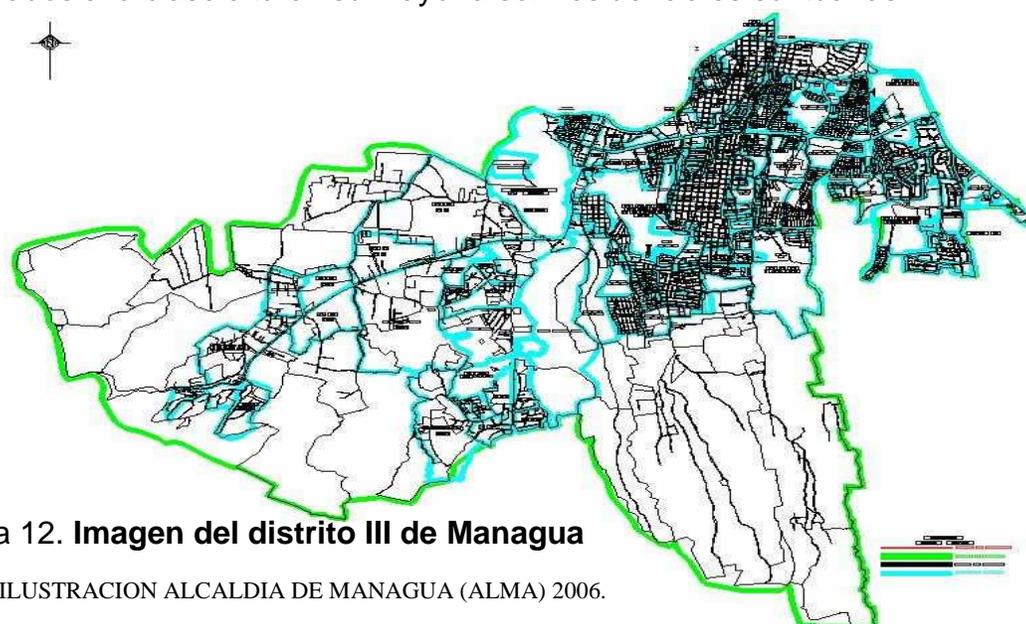


Figura 12. Imagen del distrito III de Managua

Fuente: ILUSTRACION ALCALDIA DE MANAGUA (ALMA) 2006.

Este distrito tiene la particularidad de concentrar el mayor número de universidades privadas y públicas. Comercialmente se destacan las áreas de Carretera a Masaya y Panamericana Sur, donde se concentran los establecimientos comerciales y de servicio para la clase alta y media.



Figura 13. Carreteras principales



Ambientalmente presenta serios problemas de deforestación en la parte sur de su territorio, el cual geomorfológicamente se caracteriza por fuertes pendientes que forman una barrera física para la expansión espacial de la ciudad, a todo lo anterior, se agrega la erosión severa, existente en la Cuenca Sur de Managua.

Figura 14. Sector sur de Managua.

Fuente: alcaldía de Managua (ALMA) 2006.

2.3.2 PRINCIPALES ACCIONES DESARROLLADAS POR LA MUNICIPALIDAD

Tabla 6:

Inversiones municipales del municipio.

OBRAS	AÑO2005		AÑO2006	
	CANTIDAD	COSTO C\$	CANTIDAD	COSTO C\$
MAYORES	8	24,161,001	1	104,648,909
MENORES	30	7,955,305	4	20,051,419
TOTAL	38	32,116,306	6	124,700,328

Fuente: ALCALDÍA DE MANAGUA (ALMA).

Tabla 7:

Mantenimiento año 2005 y 2006.

MATENIMIENTO	AÑO2005		AÑO2006	
	METROS	C\$CÓRDOBAS	METROS	C\$CÓRDOBAS
CALLESASFALTADAS	13,622	4,805,423	12,603	6,259,738
CALLESADOQUINADAS	4,367	198,471	281	79,774
CALLES NO REVESTIDAS	68,833	1,452,594	57,621	2,215,008
TOTAL	86,822	6,456,488	70,505	8,554,520

Fuente: ALCALDÍA DE MANAGUA (ALMA).

Tabla 8: **Limpeza pública año 2005 y 2006.**

SECTOR	U/M	AÑO2005	AÑO2006
RECOLECCIÓN DOMICILIAR	TON	25,988.74	36,330.07
RECOLECCIÓN BOTADEROS	TON	2,414.05	2,105.14
-INDUSTRIA Y COMERCIO 15M ³	TON	2,247.42	1,901.07
- MERCADOS	TON	166.63	204.07
DELEGACIONES DISTRITALES	TON	938.63	26,032.28
LIMPIEZA DECAUCES	TON	938.63	
TOTAL DISPOSICIÓN YTRATAMIENTO	TON	62,359.29	64,467.49

ACTIVIDAD	U/M	AÑO2005	AÑO2006
LIMPIEZA DE CALLES	KM	15,654	25,430
LIMPIEZA DE BOTADEROS	C/U	2,898	3,089
LIMPIEZA DE TRAGANTES	C/U	1,748	2,241
JORNADAS DE LIMPIEZA	C/U	66	58
AREA LIMPIADA EN JORNADAS	M ²	1,045,232	350,440
LIMPIEZA DE CANALETAS	ML	8,320	10,200
LIMPIEZA DE ANDENES	ML	16,900	1,050
CHAPODA	M ²	1,158,696	446,365
LIMPIEZA DE CAUCES	ML	8,800	17,992
PODA DE ÁRBOLES	C/U		19
RECOLECCION DE BASURATOTAL	M³	54,392	75,932

Fuente: ALCALDÍA DE MANAGUA (ALMA).



CAPITULO II

EVALUACION DE LAS CONDICIONES DEL EMBALSE

CUANDO UNA OBRA DE INGENIERIA HA CUMPLIDO SU VIDA UTIL, Y ES NECESARIO CONTINUAR SU OPERACIÓN O REDISEÑO, ES IMPORTANTE EVALUAR SUS CONDICIONES ACTUALES.

3.1 INTRODUCCION

Las presas de tierra (micro presas) son muy importante ya que son las encargadas de regular las avenidas de corrientes provenientes de una cuenca estas presas o embalses se diseñan para un periodo de 25 años de vida útil. En el lado sur de la cuenca del lago de Managua existen 13 presas que se distribuyen principalmente en la parte sur de la capital, la micro presa San Isidro Libertador ocupa el número 13 y es la que se encuentra en la parte sur más alejada de las demás ya que su posición geográfica le da una gran importancia por encima de las demás.

Para tener un control sobre su funcionalidad es necesaria su evaluación periódica incluyendo su respectivo mantenimiento. Esto disminuirá posibles riesgos de inundación y garantizará una mejor eficiencia en el embalse.

El día 5 de mayo del 2012 se realizó una visita de campo al sitio de la presa con el objetivo de evaluar las actuales condiciones del embalse. 2 semanas antes de esta visita se sostuvo una consulta con el Ing. Freddy Sarrias, jefe departamento de drenaje pluvial de la alcaldía de Managua (ALMA). El Ing. Sarrias explico que no existe ningún tipo de plano, información escrita o digital de la presa San Isidro libertador que ayude al desarrollo o avance de la obra, siendo el ingeniero el diseñador directo de muchas presas incluyendo la que se encuentra en estudio, determino que el periodo de vida útil ya ha finalizado. Fue construida con el fin de regular las aguas provenientes de la serranía o parte altas de Managua. Con el transcurrir del tiempo la obra que fue diseñada ha sufrido cambios rotundos debido a factores como el aumento de la escorrentía y la perdida de infiltración en el suelo, siendo estos factores suficientes para los cuales urge o es necesario proponer un nuevo diseño para la solución del mismo.

3.2 IMPORTANCIA DE LA EVALUACION DE LA PRESA

Es importante porque se determina el funcionamiento, las obras a realizar, sus observaciones pertinentes en los aspectos principales de su diseño y determinación del problema que genera que dicha obra no funcione a lo máximo. Un aspecto importante a evaluar es el vaso el cual desarrolla la función de acumular el volumen de agua que se escurre por la cuenca y las máximas precipitaciones.

Es decir una evaluación es eficaz para determinar si el embalse necesita ampliación de algunas de sus obras hidráulica, protección, mantenimiento o si es necesario el rediseño total del mismo.

Tabla 9:
Evaluación actual de la micro presa.

Descripción	Hora		Observación
	Comienzo	Fin	
V: U- P	8:00 am	9:00 am	UNAN MANAGUA punto de reunión, partiendo hacia la presa
V: Revisión de las condiciones	9:20 am	12: 30 pm	Se analizó el sitio de estudio , enfoque principal: cauce donde provienen las aguas, dimensiones de elementos hidráulicos, alcantarillas, cresta, cauce aguas abajo y aguas arriba , disipador de energía etc.
Leyenda: v : viaje U: UNAN P: Presa Nota: 15 días después se realizó otra visita al sitio donde se realizó un levantamiento con GPS para determinar el área.			

Fuente: propia

3.3 DATOS DE LA INSPECCIÓN.

Tabla 10: Contenido de la evaluación de la presa en su estado actual.

1) Ubicación	
Nombre de la presa: San Isidro Libertador.	Departamento: Managua
Tipo de Presa: Presa de tierra.	Municipio: Managua
Sobre: Terreno natural.	Distrito : 3
Altitud (msnm)-----	Poblado más cercano: : Colinas del Bo. Memorial Sandino
Sector: Colinas del Bo. Memorial Sandino	
2) Datos Generales.	
Presa sobre: Terreno existente con muchos sedimentos.	Nombre : San Isidro Libertador
Área de embalse: 1.642 ha	Caudal de diseño -----
Perímetro del embalse : 592.942m	Año de construcción : 1983
Tiempo de servicio: invierno.	Ultimo mantenimiento -----
Año : 2012	Responsables: Alcaldía de Managua (ALMA)
Condiciones ambientales: Trópico- seco	

Fuente: propia.

3) Cresta

Material : tierra	Altura de la cresta : 7m
Tipo: trapecio	Sección transversal de concreto simple.
Base mayor: 20.5m	
Base menor: 6m	

Observación: Esta cresta forma parte de la sección transversal que libera agua por un canal trapezoidal hacia el poblado.

4) Alcantarillas que desaguan.

Tipos : circular	Material : Concreto
Cantidad : 3	Descripción : 1 de 60cm de diámetro 2 de 80cm de diámetro
Tipo 1: diámetro de 60cm	Caudal regulado: 0.44m ³ /s
Tipo 2: diámetro de 80cm	Caudal regulado:0.94m ³ /s

5) Canal revestido

Tipo de canal: Trapezoidal	B= 3.50m
Revestimiento: concreto	T= 5m
Longitud = 15.80m	Y= 0.70

Observacion: el canal solo fue construido los primeros 15.80m y esta dirigiendo sus aguas haci terrenos privados donde se dispersan las aguas libremente y perjudica a la propiedad privada .

6) DISIPADOR DE ENERGIA	
Tipo : Grada en bateria	Atura de muros laterales : 0.5m
Altura de calado: 70cm	Numero de gradas: 10
Huella : 1.80m	
7) CAUCE NATURAL	
Tipo: Natural	Ancho promedio: 6.77m
Estado de la Socavacion: No socavado	Ancho aguas arriba 6.50m
Altura promedio: 2.7m	Ancho aguas abajo: 7.04m
Atura aguas arriba: 2.5m	Vegetacion: gran variedad de arboles y arbustos en las cercanias y laderas del cause.
Altura aguas abajo: 2.9m	
Observacion: este cause natural se encuentra a una distancia de 200m de la presa el cual evtara las inundaciones haci cultivos y terrenos naturales. Este cause lleva direccion hacia la pista Julio Martinez hasta llegar a la presa Los Gauchos en la laguna de Tiscapa.	
8) NIVELES DE CORTINA	
Parte alta: 8m	Nivel minimo: 0.00
Parte baja: 2m	Periodo de precipitaciones mayor: Septiembre y Octubre
	Periodos de retornos: Anual

9) CAPACIDAD DEL VASO DEL EMBALSE.	
Capacidad del Vaso : se desconoce	Caudal de Diseño: se desconoce
Observación: No se tiene ningún registro bibliográfico del diseño existente de la presa.	
10) Comentarios observaciones y recomendaciones.	
<ol style="list-style-type: none">1- Esta presa tiene 29 años de existencia sobre pasando su vida útil de funcionamiento, y en sus últimos años no recibió mantenimiento y por causa del azolvamiento perdió su forma y dimensiones reales.2- Cuando fue construida no existía ningún poblado cercano a ella y la dirección del desagüe se orientó sin tomar en cuenta el crecimiento de la población.3- La mejor manera de no generar más problemas al poblado es descargando sus aguas al cauce natural que se encuentra paralelo a dicho embalse.	

Fuente: propia.

3.6 ANALISIS DE RESULTADOS DE LA INSPECCION GENERAL

Una vez realizado el análisis previo al diseño existente se determinó que el embalse debe ser rediseñado por haber sobre pasado su vida útil pero sin descartar la posición geográfica que posee. La manera de solucionar el problema de inundación es un reemplazo total partiendo de un levantamiento topográfico para determinar su capacidad y condición actual, también, realizando un estudio hidrológico el que ayude a encontrar los caudales que circulan por la cuenca en estudio y de esa misma manera dimensionar el nuevo vaso que regulara las corrientes que provienen aguas arribas.

Como no se conoce ningún dato de la obra tal como fue diseñada lo principal será conocer la capacidad de volumen del vaso y emplear un método que determine si existe derrame; es claro determinar por observación que habrá derrame debido a la cantidad de sedimentos arrastrado hasta el embalse lo que hace que pierda su dimensión reduciendo su funcionalidad.

Uno de los factores relevantes son sus alcantarillas ya que no funcionan para el caudal que fue diseñada provocando derrame en todo sus bordes, esto se debe al aumento del cambio climático que ha sufrido el medio ambiente conforme pasan los años, como primer lugar tenemos que sus dimensiones son muy pequeñas 0.60cm respectivamente es decir no funcionan para el caudal que presenta, y en segundo lugar se observó que la alcantarilla mayor está en la parte superior de la cresta esto prácticamente está funcionando como vertedero lo cual no es conveniente según el BEAREU OF RECLAMATION , ya que las alcantarillas pares se colocan en la parte inferior de la cresta y la superior tiene que ser una sola o menor que la de abajo ya que estas funcionan solo en crecidas grandes.

El canal revestido cumple con su función de trasportar las aguas producto del caudal regulado, el problema se presenta en dirección a la que apunta este, y otro problema es que solo tiene un pequeño tramo de 15.80m lo que hace que las aguas tomen un curso libre de acuerdo a la topografía natural del terreno.

El disipador de energía el cual es de tipo gradas en batería, trabaja perfectamente y tiene muy buen funcionamiento a pesar que la presa tiene 29 años, no presentando ningún tipo de erosión o de socavación producto del caudal que pasa por la misma.

Como se mencionaba anterior mente la mejor manera que el embalse desempeñe eficientemente su trabajo es encausando las aguas al cauce natural que se encuentra en la parte este, garantizando de esta manera el bienestar del poblado que reside cercano a la obra.

3.8 ANEXOS.

Tabla 11:

INDICE DE FOTOS DEL CAPITULO III

N	Fecha	Descripción	Nombre.
15	5-6-2012	Embalse en estado vacío.	07052012908
16	5-6-2012	Vista costado este de la presa	07052012909
17	5-6-2012	Vista de alcantarilla a nivel mínimo de operaciones.	07052012909
18	5-6-2012	Mejor apreciación de alcantarilla con diámetro 60cm.	07052012910
19	5-6-2012	Vista de la sección del canal.	07052012911
20	5-6-2012	Disipador en gradas con su respectivo canal.	07052012912
21	5-6-2012	Vista de alcantarilla y disipador de energía.	07052012913
22	5-6-2012	Cauce principal de donde provienen las aguas que caen al embalse.	07052012914
23	5-6-2012	Dirección por donde pasara el nuevo canal que desaguará en el cauce natural.	07052012915
24	5-6-2012	Embalse con un nivel mínimo de caudal.	07052012916

Fuente: propia.



Figura 15. Embalse en estado vacío.

Fuente: propia.



Figura 16. Vista costado este de la presa

Fuente: propia.



Figura 17. Vista de alcantarilla a nivel mínimo de operaciones.

Fuente: propia.



Figura 18. Mejor apreciación de alcantarilla con diámetro 60 cm.

Fuente: propia.



Figura 19. Vista de la sección del canal.

Fuente: propia.



Figura 20. Disipador en gradas con su respectivo canal.

Fuente: propia.



Figura 21. Vista de alcantarilla y dissipador de energía.

Fuente: propia.



Figura 22. Cauce principal de donde provienen las aguas que caen al embalse.

Fuente: propia.



Figura 23. Dirección por donde pasara el nuevo canal que desaguara en el cauce natural.

Fuente: propia.



Figura 24. Embalse con un nivel mínimo de caudal.

Fuente: propia.



CAPITULO III

ESTUDIO TOPOGRAFICO

LA TOPOGRAFÍA ES LA CIENCIA QUE ESTUDIA EL CONJUNTO DE PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS QUE TIENEN POR OBJETO LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

4.1 INTRODUCCION

La base de un diseño de una presa tiene como principio elemental la descripción del terreno en cuanto a planimetría y altimetría y es aquí donde se encarga la topografía para obtener estos importantes datos que serán utilizados en todo el diseño del embalse.

El levantamiento topográfico de la presa se hace para determinar la superficie de la misma y la forma cómo se concentran las aguas con el fin de utilizar estos datos como base para el estudio hidrológico del proyecto.

Para el levantamiento es necesario ubicar primero el sitio donde se acumularan las aguas, haciendo un recorrido del mismo y dejando señales en lugares que sirvan de referencia para trabajos posteriores. Una vez localizado el sitio del vaso se trazara una poligonal en toda su longitud, debiendo verificar su cierre, se trazan poligonales auxiliares necesarias ligadas al perímetro para localizar los causes principales que determinaran la forma de concentración de las aguas y las pendientes generales de la cuenca.

El levantamiento de la poligonal se puede hacer usando un equipo moderno o convencional , que permita obtener las curvas de nivel con un rango 1m – 2.5m de equidistancias de ser necesario en el caso de este trabajo se realizó con una estación total y complementarla con software de auto cad civil 3D 2009 auto cad 2010.

El levantamiento del vaso se efectuara para determinar la capacidad y el área inundada a diferentes alturas de cortina. Antes de iniciar el levantamiento topográfico deberá hacerse un reconocimiento ocular cuidadoso del vaso, localizando puntos de referencia que faciliten el trabajo.

Los planos deberán dibujarse a una escala conveniente y la equidistancia de las curvas de nivel deberán fijarse de acuerdo a la topografía del vaso lo recomendado es a un metro , en caso de terrenos accidentados será a dos metro

4.2 CONCEPTOS BASICOS

La topografía: Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles.

Curva de nivel: Una 'curva de nivel' es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura. Las curvas de nivel suelen imprimirse en los mapas en color siena para el terreno y en azul para los glaciares y las profundidades marinas. La impresión del relieve suele acentuarse dando un sombreado que simule las sombras que produciría el relieve con una iluminación procedente del Norte o del Noroeste.

Altimetría: La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical.

Planimetría: Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno, sobre una superficie plana (plano geometría) prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección ortogonal.

Poligonal: Una poligonal es una serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se han determinado a partir de mediciones en el campo. El trazo de una poligonal, que es la operación de establecer las estaciones de la misma y hacer las mediciones necesarias, es uno de los procedimientos, fundamentales y más utilizados en la práctica para determinar las posiciones relativas de puntos en el terreno.

GPS: El SPG o GPS (**Global Positioning System: sistema de posicionamiento global**) o NAVSTAR-GPS. Es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Plano topográfico: Un plano topográfico es una representación, generalmente parcial, del relieve de la superficie terrestre a una escala definida.

AutoCAD Civil 3D: AutoCAD® Civil 3D® es una solución BIM (Building Information Modeling) para diseño y documentación de ingeniería civil. Civil 3D está concebido para los ingenieros civiles, delineantes, diseñadores y técnicos que trabajan en proyectos de transporte, urbanismo e hidráulicos.

4.3 IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFIA

La topografía es una de las bases principales en la ingeniería, está estrechamente relacionada en todos los diseños del proyecto y durante su ejecución. El levantamiento topográfico de la presa representa el actual estado en que esta se encuentra determinando aspectos elementales para el nuevo diseño como primer paso, ligando una íntima dependencia para planes o decisiones futuras

Levantamiento planimétrico: Es la representación horizontal de los datos de un terreno que tiene por objeto determinar las dimensiones de este. Se estudian los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal sin importar sus elevaciones dicho de otra manera estamos representado el terreno visto desde arriba o en planta.

Levantamiento altimétrico: La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales

también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical.

4.4 TRABAJO DE CAMPO

Este estudio topográfico se realizó un levantamiento altimétrico como planimétrico para obtener la información necesaria para los estudios y diseños posteriores donde serían relevantes los datos de la topografía. Además es una recomendación sugerida por el ing. Sarrias, diseñador la presa, explico en su entrevista que el primer paso para un nuevo rediseño era conocer la topografía actual en que se encontraba.

El día domingo 9 de septiembre del 2012 se inició el trabajo en el campo para realizar el levantamiento topográfico, en este se realizó el levantamiento altimétrico y planimétrico del vaso actual y su canal revestido de concreto, y también se realizó el levantamiento del corredor por donde se pretende trazar el nuevo canal que encausara las aguas hasta el cauce natural. Este levantamiento se realizó en un día completo ya que fue ejecutado con una estación total, a diferencia de hacer uso de un teodolito y nivel hubieran sido aproximadamente 3 días ya que el embalse contenía agua de la última lluvia que había ocurrido.

Este levantamiento se realizó tomando como BM la actual sección transversal o cresta donde se encuentran las alcantarillas vertedero, realizando un sin número de lectura para poder lograr la visualización perfecta en plano digital utilizando 2 bastones prismáticos. Haciendo cambio de punto y situándose en la parte central del embalse radiando los puntos con giros de 360°, el cual determinara las lecturas de los laterales del embalse que sería utilizadas para calcular la cantidad de volumen que este acumula.

Una vez realizada las lecturas de todo el vaso se comenzó a hacer un levantamiento general del corredor de la nueva propuesta de cauce decisión que se tomó días antes con la visita al sitio haciendo uso lógico de los planos visto en planta para determinar la mejor selección posible. Se logró realizar el levantamiento de todo el tramo iniciando donde será la posible cresta de la presa hasta el cauce que dirige todas las aguas de Managua es decir que se levantaron aproximadamente unos 200 m lineales de cauce.

Producto del levantamiento se obtuvieron los siguientes datos:

- Área del embalse en su actual estado
- Pendiente del terreno
- Planimetría y altimetría para una propuesta de diseño
- Datos del actual canal revestido
- Perfil del terreno donde se diseñara el nuevo canal
- Curvas de nivel a 0.5 de todo el levantamiento.

4.5 TRABAJO DE EQUIPO

Una vez terminado el levantamiento asegurarse de introducir datos de la memoria de la estación total a una unidad de almacenamiento USB , para luego ser exportado a una PC y ser trabajados con los software más utilizados en la actualidad específicamente haciendo uso del AUTO CAD CIVIL 3D versión 2009 y AUTO CAD versión 2010 facilitados en LA UNI, también usando la versión del ARVIEW versión 3.0 para trabajar los datos del GPS.

4.7 MEMORIA DE CALCULOS.

Tabla 12:

Puntos, coordenadas y distancia del embalse los cuales se obtuvieron en el levantamiento realizado el 2 de septiembre del 2012, en el sector sur del barrio "Memorial Sandino".

POINT	BEARING	DISTANCE	NORTH COORDINATE	EAST COORDINATE
6			1981.1000	1931.2000
	N 57 10 10.217 E	47.6985		
7			2006.9600	1971.2800
	N 76 38 43.057 E	18.9628		
8			2011.3400	1989.7300
	N 85 57 50.794 E	22.1650		
11			2012.9000	2011.8400
	N 88 07 09.774 E	85.6261		
12			2015.7100	2097.4200
	S 20 07 15.705 W	45.7843		
13			1972.7200	2081.6700
	S 13 34 11.464 W	65.8482		
14			1908.7100	2066.2200
	S 48 20 04.939 W	68.9253		
15			1862.8900	2014.7300
	N 55 23 24.549 W	66.6919		
16			1900.7700	1959.8400
	N 52 24 33.524 W	28.4583		
17			1918.1300	1937.2900
	N 26 09 20.665 W	29.4229		
18			1944.5400	1924.3200
	N 10 39 26.997 E	37.2017		
6			1981.1000	1931.2000

Fuente: propia

Área del actual embalse obtenida del programa auto cad land 2009.

$$\begin{aligned}
 \text{AREA} &= \underline{\underline{17,472.0005 \text{ m}^2 = 24,782.5539 \text{ v}^2}} \\
 &= \underline{\underline{2.47 \text{ Mz}}}
 \end{aligned}$$

Tabla 13: Puntos, coordenadas y distancia del embalse incluyendo su canal de desagüe los cuales se obtuvieron en el levantamiento realizado el 2 de septiembre del 2012 en el sector sur del barrio "Memorial Sandino".

POINT	BEARING	DISTANCE	NORTH COORDINATE	EAST COORDINATE
1			1965.6900	1721.8000
	N 35 08 05.978 E	21.6679		
2			1983.4100	1734.2700
	S 72 29 09.054 E	25.1876		
3			1975.8300	1758.2900
	N 80 55 33.133 E	81.2873		
4			1988.6500	1838.5600
	S 85 46 35.897 E	77.9416		
5			1982.9100	1916.2900
	S 83 04 42.400 E	15.0195		
6			1981.1000	1931.2000
	N 57 10 10.217 E	47.6985		
7			2006.9600	1971.2800
	N 76 38 43.057 E	18.9628		
8			2011.3400	1989.7300
	N 01 14 30.307 W	58.6038		
9			2069.9300	1988.4600
	S 88 01 53.492 E	12.2272		
10			2069.5100	2000.6800
	S 11 09 07.883 E	57.6995		
11			2012.9000	2011.8400
	N 88 07 09.774 E	85.6261		
12			2015.7100	2097.4200
	S 20 07 15.705 W	45.7843		
13			1972.7200	2081.6700
	S 13 34 11.464 W	65.8482		
14			1908.7100	2066.2200
	S 48 20 04.939 W	68.9253		
15			1862.8900	2014.7300
	N 55 23 24.549 W	66.6919		
16			1900.7700	1959.8400
	N 52 24 33.524 W	28.4583		
17			1918.1300	1937.2900
	N 26 09 20.665 W	29.4229		
18			1944.5400	1924.3200
	N 87 15 07.883 W	181.2684		
19			1953.2300	1743.2600
	N 59 51 35.650 W	24.8150		
1			1965.6900	1721.8000

Fuente: propia

Área del actual embalse y su canal de desagüe obtenida del programa auto cad land 2009.

$$\text{AREA} = \underline{\underline{25,238.8054 \text{ m}^2 = 35,799.1001 \text{ v}^2}}$$

$$= \underline{\underline{3.57 \text{ Mz}}}$$

4.9 ANEXOS.

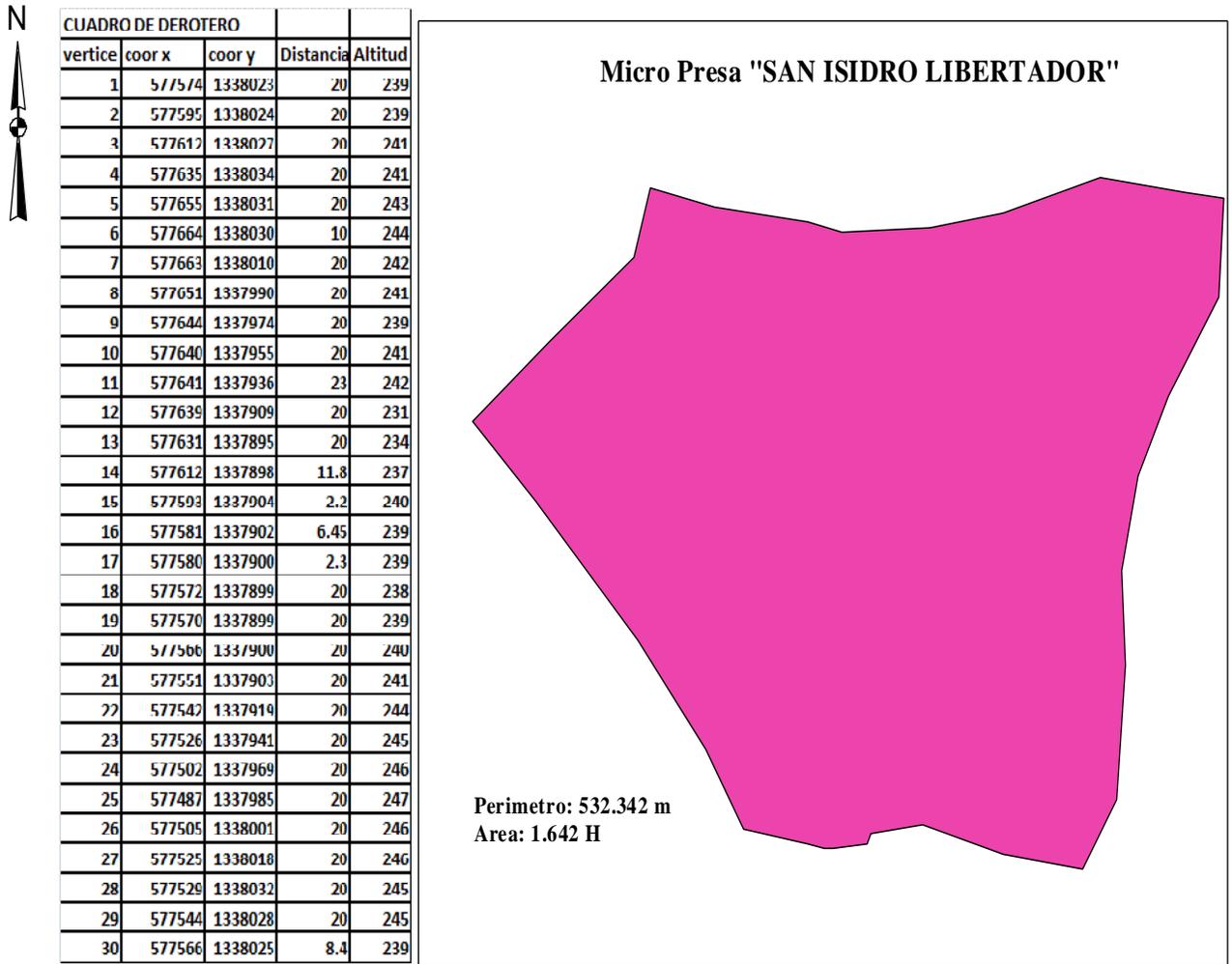
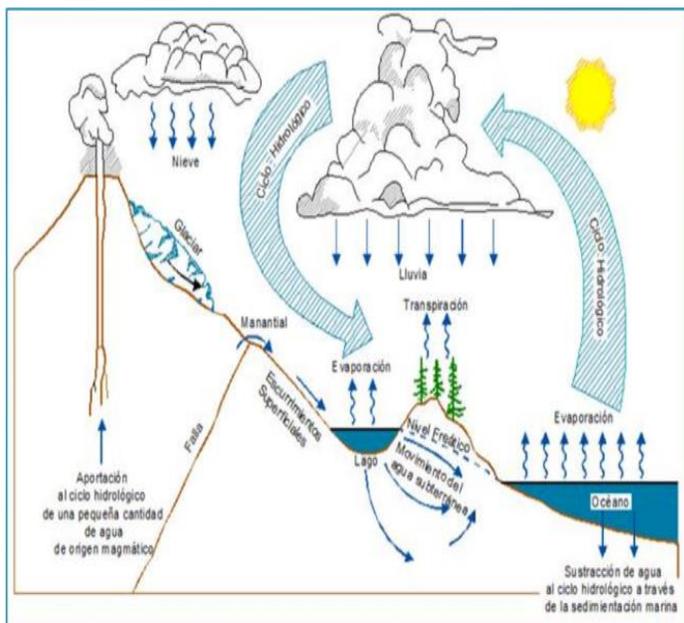


Figura 25. Plano de superficie del embalse donde se refleja el área a inundar y a la vez muestra su área y su perímetro, el cual fue levantado por GPS e introducido en el software ARC-VIEW versión 3.0 para la obtención de datos como distancias, coordenadas, área y perímetro.

Fuente: propia.



CAPITULO IV

ESTUDIO HIDROLÓGICO

HIDROLOGÍA ES LA CIENCIA GEOGRÁFICA QUE SE DEDICA AL ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN, ESPACIAL Y TEMPORAL, Y LAS PROPIEDADES DEL AGUA PRESENTE EN LA ATMÓSFERA Y EN LA CORTEZA TERRESTRE. ESTO INCLUYE LAS PRECIPITACIONES, LA ESCORRENTÍA, LA HUMEDAD DEL SUELO, LA EVAPOTRANSPIRACIÓN Y EL EQUILIBRIO DE LAS MASAS GLACIARES.

5.1 INTRODUCCION

Este estudio tiene como propósito determinar el $Q_{\text{diseño}}$ y otros parámetros hidrológicos para el diseño de la obra que está ubicada en el Barrio Memorial Sandino, municipio de Managua, específicamente donde se encuentra la micro presa San Isidro Libertador. Estos parámetros se determinan usando métodos empíricos como es el Método de Conservación de Suelos (SCS), constituida por aquellas partes de la hidrología que atañen al diseño, construcción y operación de proyectos de ingeniería para el control del agua.

También se toman en cuenta las probabilidades para determinar los periodos de retorno de las lluvias, y que es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar avenidas, como por ejemplo el vertedero de una presa, los diques para control de inundaciones, o una obra que requiera cruzar un río o arroyo con seguridad.

5.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Escorrentía: Es un término geológico de la hidrología, que hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo.

Precipitación: Es cualquier forma de hidrómetro que cae de la atmosfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad, o monto pluviométrico.

Caudal: Es la cantidad de fluido que avanza en una unidad de tiempo. Se denomina también caudal volumétrico o índice de flujo fluido, y que puede ser expresado en masa o en volumen

Cuenca: llanura sedimentaria, depresión o concavidad, accidente geográfico, superficie rodeada de alturas, o Cuenca hidrográfica, territorio drenado por un sistema de drenaje natural

Embalse: Se denomina embalse a la acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce.

5.3 DESCRIPCION DE LA CUENCA

La cuenca de drenaje cuenta con un área de 7.6 km², con un cauce principal con longitud de 12.5 km, con una pendiente promedio de 5%, con vegetación poco densa, esta cuenca tiene la particularidad que es bastante alargada ya que esta fue delimitada a partir del trazo de corrientes del plano topográfico 1: 50 000.

Esta cuenca se encuentra en el departamento de Managua, en una zona no muy poblada aguas arriba pero con población aguas abajo muy transitada por

pobladores los cuales de cierta manera, han afectado la vegetación natural de la cuenca. Entre las actividades que se desempeñan en sus cercanías esta la agricultura y un poco de ganadería, este tipo de ganado en su momento utiliza la cuenca como potrero por sus árboles fresco y los pastos que crecen en la cercanía del embalse principalmente en épocas de invierno.

5.4 FUENTE DE DATOS CLIMATICOS

Esta cuenca cuenta con dos estaciones meteorológicas cercas las cuales son la del Recinto Universitario Rubén Darío y la estación Aeropuerto de Managua, que cuenta con sus coordenadas 'Latitud : 12° 08' 36" , Longitud : 86° 09' 49" y una Elevación : 56 Msnm para nuestro estudio utilizaos la del Aeropuerto ya que la del RURD si bien es cierto está más cerca pero no tiene suficientes datos de registro como la del Aeropuerto que cuenta con una serie de más de 30 años que es la mínima cantidad para el estudio hidrológico de una presa.

5.5 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El estudio hidrológico es uno de los estudios más importante de la ingeniería es de aquí en adelante que se diseñan las obras hidráulicas basadas en el caudal de diseño obtenido de este estudio de los últimos años tomando el mayor caudal para un buen diseño eficiente y seguro.

Durante este estudio se toman parámetros que tienen que ser tomados en cuenta a la hora de un diseño, es por eso que se utilizara un método poco convencional llamado método SCS (conservación de suelos). Dicho método es el que más se adecua a este tipo de proyectos como lo es en este caso la micro presa **san Isidro libertador**, ya que toma en cuenta la vegetación y la infiltración del suelo entre otros parámetros.

5.6 ALCANCES

El estudio hidrológico tiene como principal objetivo determinar los caudales máximos de los últimos 30 años mensualmente que serán utilizados para el diseño de las posteriores obras hidráulicas; tales como:

- Estudio de precipitaciones
- Determinar la escorrentía
- Aplicar el método del embalse
- Determinar los tiempos de concentración.
- Dimensionar las nuevas obras hidráulicas.

5.7 METODOLOGIA DEL ESTUDIO

La metodología utilizada es un método desarrollado por el SCS, también llamado “Numero de curvas” consta de dos partes. Se describe el modelo de infiltración, que tiene como finalidad determinar la cantidad de agua que escurre y la cantidad de agua que es absorbida por el suelo. El método seleccionado fue el del Servicio de Conservación de Suelos (SCS)³, con el cual se obtendrá la precipitación efectiva.

Cálculo de la infiltración por el Método del SCS

El volumen de escurrimiento (Q) depende del volumen de precipitación (P) y del volumen de retención (F), donde F es la diferencia entre los volúmenes de precipitación y escurrimiento. Existe otro tipo de volumen de precipitación que se presenta al comienzo de la tormenta pero que no aparecerá como escurrimiento, a este volumen se le llama abstracción inicial (I_a). El Servicio de Conservación de Suelos (SCS) asumió la siguiente relación precipitación-escurrimiento, que se esquematiza en la ec. (2.1):

³ Método (SCS): conservación de suelo, Fundamentos de hidrología de superficie – autor Francisco Javier Aparicio 1992. Editorial Limusa, S.A grupo noriega editores.

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P-I_a} \text{ Ec. 2.1}$$

En donde S es la retención máxima potencial. La retención (F), cuando la abstracción inicial (I_a) es considerada como:

$$F = (P - I_a)Q \text{ Ec. 2.2}$$

La cual si se sustituye en la ec. (2.1), se obtendrá:

$$\frac{Q}{P-I_a} = \frac{(P-I_a)Q}{S} \text{ Ec. 2.3}$$

Si se despeja Q de la ec. (2.3) se tendrá:

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{(P-I_a)+S} \text{ Ec. 2.4}$$

Donde:

Q es la esorrentía en mm

I es la lluvia de la tormenta en mm

S es la cantidad de lluvia, en mm, que puede absorber el suelo durante la tormenta.

La abstracción inicial está en función de características y usos del suelo. Un análisis empírico hecho por el SCS encontró que la mejor forma para estimar I_a era:

$$I_a = 0.2S \text{ Ec. 2.5}$$

A partir de la ec. (2.5) se realizó una investigación (Aparicio Mijares, 1989), donde se concluyó que esta no puede ser correcta bajo todas las circunstancias. Sin embargo esta ecuación resulta de gran utilidad, ya que si se sustituye la igualdad de I_a en la ec. (2.4) se obtiene que:

$$p = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \text{ Ec. 2.6}$$

Se puede observar que en la ec. (2.4) se tenían 2 incógnitas, I_a y S , mientras que la ecuación 2.6 se redujo a una sola incógnita, S . Para la obtención del valor de S estudios empíricos determinan que su cálculo se puede obtener a través de:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad \text{Ec. 2.7}$$

Donde CN es el número de curva escurrimiento, este valor está en función del uso del suelo y otros factores que afecten el escurrimiento y la retención, ver Tabla 5. 1.

Los conceptos mencionados permitirán conocer el comportamiento de una cuenca ante una precipitación. Esto quiere decir, que se sabrá el volumen de agua que retiene una cuenca por infiltración del suelo, así como el volumen escurrido del cual se partirá para el diseño de un proyecto.

Tabla 14: **Números de curvas de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (Condiciones antecedentes de humedad II, $Ia=0.2S$) Chow et al (1994).**

Descripción del uso de la Tierra	A	B	C	D
Tierra Cultivada: Sin tratamientos de Conservación	72	81	88	91
Sin tratamientos de Conservación	62	71	78	81
Pastizales: Condiciones pobres	68	79	86	89
Condiciones Óptimas	39	61	74	80
Vegas de río: Condiciones Óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hiervas, cubierta buena.	45 25	66 55	77 70	83 77
Áreas Abiertas, césped, parques, campos de golf, Cementerios, etc.				
Óptimas condiciones: cubierta de pasto en 75% o más.	39	61	74	80
Aceptables condiciones: cubierta de pasto en el 50 al 75 %	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% Impermeables)	81	88	91	93
Residencial:				
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable			
1/8 acre o menos	65	77	85	90
1/4 acre	38	61	75	83
1/3 acre	30	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y Carreteras:				
Pavimentos con cuneras y alcantarillas	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/solis_m_j/capitulo2.pdf

Conociendo los valores de P y S se procede a calcular la escorrentía total acumulada Q dada en mm, a través de la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{P-I_a+S} \text{ Ec. 2.8}$$

Sustituyendo Ec. (2.5) en I_a , se tiene que:

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{P-0.2S+S} \text{ Ec. 2.9}$$

Simplificando datos obtenemos el valor final de Q que es el siguiente:

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{P-0.8S} \text{ Ec. 2.10}$$

El método SCS, proporciona la ecuación para estimar el tiempo de concentración ó tiempo que dura la escorrentía en llegar del punto más alejado de la cuenca al punto de estudio.

Este tiempo se calcula mediante la ecuación que se detalla a continuación:

$$t_c = \frac{0.02872L^{0.80} \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{1.67}}{S^{0.50}} \text{ Ec. 2.11}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración, en min.

L= Longitud hidráulica de la cuenca, en m, y se define mediante la siguiente ecuación:

$$L = 110A^{0.60}$$

A= Área de la cuenca, en has.

CN= Valor detallado en la Ec. (2.7).

S= Pendiente de la cuenca, en %.

La parte medular del método es la utilización de la tabla 5.2, la cual es el resultado de una serie de estudios llevados a cabo por el SCS, sobre las intensidades, duraciones y cantidades de lluvia que deben de ser empleadas al calcular el gasto de pico de una avenida de determinado período de retorno.

La tabla fue derivada para una duración de tormenta de 6 horas y relaciona el tiempo de concentración en horas, con el llamado: Gasto Unitario (q) cuyas unidades son: $m^3/seg/mm/km^2$.

Los rangos de aplicación del método empírico del SCS se deducen de la tabla 5.2, es decir, para tiempos de concentración de hasta 24 horas, ya que el método del SCS para la estimación de la escorrentía Q no tiene limitaciones.

Tabla 15: **Gasto unitario q ($m^3/s/mm/km^2$), en función del tiempo de concentración t_c (horas).**

t_c	Q	T_c	Q	t_c	q
0.1	0.337	1.0	0.158	8.0	0.039
0.2	0.300	1.5	0.120	10.0	0.034
0.3	0.271	2.0	0.100	12.0	0.030
0.4	0.246	2.5	0.086	14.0	0.027
0.5	0.226	3.0	0.076	16.0	0.025
0.6	0.208	4.0	0.063	18.0	0.023
0.7	0.195	5.0	0.054	20.0	0.021
0.8	0.190	6.0	0.048	22.0	0.020
0.9	0.168	7.0	0.043	24.0	0.019

Fuente: Sergio Velásquez mazariegos, curso de hidrología caudales máximos, 2011.

De la tabla 5.2 en función de la magnitud del tiempo de concentración (t_c), se determina el valor del gasto unitario (q), interpolando si es necesario.

Para determinar el gasto máximo (Q_{max}) en m^3/s , se multiplican el gasto unitario (q), la escorrentía (Q), y el área de la cuenca.

$$Q_{max} = q * Q * A \quad \text{Ec. 2.12}$$

5.7.1 ESTUDIO DE PRECIPITACIONES

Tabla 16: Precipitaciones anuales 1958-2010

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA
RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL

Estación: - AEROPUERTO INTERNACIONAL
MANAGUA / MANAGUA

Latitud: 12° 08' 36" N

Código: 69 027

Longitud: 86° 09' 49" W

Años: 1958 - 2010

Elevación: 56 msnm

Parámetro: precipitación (mm)

Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1958	0	0	32	0	184,3	530,5	170,9	83	156,1	204,5	75,1	1,2	1437,6
1959	0,3	2	0,2	0	44,2	224,4	72,5	82,8	146,5	286,8	17,7	0,8	878,2
1960	9,1	2,1	0,2	3,8	130,5	212,4	193,2	270,8	183,6	263,3	50,1	1	1320,1
1961	1,1	0,3	0	0	8,4	240,9	170,1	40,3	240,2	152,4	90,5	20,6	964,8
1962	9,1	0	3,5	3,3	7,8	258,8	105	193,9	207,7	397,7	15,5	7,5	1209,8
1963	5,8	0,8	0	1,5	17	183	86,6	106,9	156,5	110	86,7	8,5	763,3
1964	1,7	0	0,4	32,9	136,3	422,2	207	154,2	91,8	340,8	27,4	5,8	1420,5
1965	4,8	0,5	0,4	0	130,5	129,2	85,3	97	130,2	153,8	35	9,5	776,2
1966	0	0	0	0,2	149,8	383,8	220,3	137,1	203,1	238,4	13,9	37	1383,6
1967	2,2	0,2	2,6	0,6	3,8	222,7	119,5	51,1	192,8	123,7	91,3	13,7	824,2
1968	8,3	0	0	0,7	207,2	228,3	74,6	103,4	267,9	341,1	25,9	9,2	1266,6
1969	5,6	0	0	21,7	94,3	252	104,2	262,7	255,7	302,7	64,1	5,5	1368,5
1970	5,9	1,4	7,2	13	98	95,6	128,2	203,5	275,9	116,9	111,3	25,1	1082,0
1971	17,1	1,5	0	0,2	226,1	137,3	207,5	132,4	367,3	159,6	22,8	21,6	1293,4
1972	4,9	0,2	0	0	158,2	81,6	79,8	100	116,1	79,7	46	3,2	669,7
1973	0,1	0,3	0	3,9	212	182,1	267,3	361,8	239,9	430,3	37,5	7,7	1742,9
1974	15,2	0,5	0,1	0	105,8	148,3	50,3	140,1	331,8	64,4	3,6	8,7	868,8
1975	17,1	0	0	0	207,2	241,3	137,8	198,6	324,5	182	56,3	0,2	1365,0

Fuente: instituto nicaragüense de estudios territoriales (INETER) 2010.

1976	0,8	0,6	3	0,2	21,1	156,7	57,3	152	69,5	265,3	14,2	3,7	744,4
1977	0	0	0	0	84	210,2	56,7	74	94,9	134,9	155,8	2,2	812,7
1978	1,1	0	0	29,3	167,9	121,9	160,9	161	152,4	148,3	31,6	33,7	1008,1
1979	4,2	0	0	14	43,1	268,8	135,5	158,2	238,4	162,1	23,4	11	1058,7
1980	5	0	0	0	164,9	199,1	154,3	146,9	189,5	312,7	202,6	1	1376,0
1981	0	2,1	91,2	6,1	195,7	203,2	140,9	175,7	252	153,3	74,2	12,7	1307,1
1982	7,3	9,8	3	12,4	519,4	199	118	44,8	219,1	190	29,3	0,8	1352,9
1983	0,5	27,9	4	24,8	56,8	138,2	125,3	116,6	184,2	92,9	31	4,5	806,7
1984	1,9	0,6	0,1	0,5	63,2	230,5	221,1	149,9	296,5	132,6	54,2	0,3	1151,4
1985	0	0,9	0,4	14,7	307,2	127,6	110,1	163,6	114,4	379,4	37,6	4,9	1260,8
1986	0,5	3	0	0	213,3	85,5	107	148,4	122,7	58,6	32,9	2,3	774,2
1987	6	0	0,9	0	70,7	153,3	311,4	167,7	228,4	128,7	5,3	30,4	1102,8
1988	2	3,2	0	3,8	104,5	346,4	220,8	302,7	276,8	392,7	12,9	13,8	1679,6
1989	0,4	0	0	0	5,4	130	118,3	82,9	315,7	54,7	50,6	22,7	780,7
1990	1,2	0,9	0	3,7	89,7	114,1	103,9	114,9	85,3	100,9	132,3	8,6	755,5
1991	1,8	2,3	0	0,5	203,2	152,4	75,2	106,6	187,4	221,1	26,1	2,9	979,5
1992	0,3	0	0	0	86,7	159	119,4	62,2	143,3	114,4	4,1	16	705,4
1993	1,3	0	0	29,2	347,3	101,1	104,7	287,2	345,3	112,6	85,2	1,4	1415,3
1994	2,9	0,6	2,7	129,1	83,2	49,3	95,2	79,9	167,7	222	143,2	10,2	986,0
1995	0	0	16	115,6	20,6	212,3	112,3	326,1	297,4	202,6	43,9	13,4	1360,2
1996	21,3	0	5,3	0	240,8	221,6	282,3	116,6	275,9	315,6	127,1	2,1	1608,6
1997	5,8	0,5	0,4	1,3	14,1	291,7	57,5	82,3	99,3	246,2	63,3	0	862,4
1998	0	0	0	0	50,6	117,9	100,5	119,2	229,8	836,4	91,6	19,7	1565,7
1999	4,1	56,5	6,9	37,2	45,2	141,5	195,9	168,6	348,9	192,1	56,7	0,3	1253,9
2000	2,7	0,2	0,1	4,3	72,8	118,1	103	63,5	452,7	121,8	12,7	5,2	957,1
2001	0,6	1,7	0	0	122,7	79,4	103,5	173,4	256,4	102,8	21,2	0,3	862,0
2002	2,3	1,4	0	0,5	473,7	98,4	106,3	154,9	237	130,8	18,6	0,8	1224,7
2003	1,1	0	9,1	113,7	211,4	260,7	100	100,6	151,6	176,6	99	5,8	1229,6
2004	6,9	0,2	1,2	0	162,7	140,3	112,2	77,1	62,1	231,7	24,6	0,2	819,2
2005	0,1	0	0	31,1	289,2	220,1	105,3	196,2	238,7	243,2	70,8	0,4	1395,1
2006	8,1	0,2	2,7	0,1	40,2	138,2	136,4	74,6	130,9	105	44,2	2,7	683,3
2007	0	0	0,8	25,8	251,9	108,7	140,3	292	219,6	300	61,3	11,5	1411,9
2008	2	0,7	2,4	3,4	226,1	126,3	276,8	125,7	213	455,6	7,2	0,3	1439,5
2009	0	0	0	0	91,3	171,1	106,6	75,3	107,4	163,2	63,4	17,8	796,1
2010	0	0	0	103,7	293,2	229,7	253,4	331,7	379,3	103,9	80,9	0,2	1776,0
Suma	200,5	123,1	196,8	786,8	7555,2	9996,7	7308,4	7892,6	11271,1	11252,8	2903,7	450,6	59938,3
Media	3,8	2,3	3,7	14,8	142,6	188,6	137,9	148,9	212,7	212,3	54,8	8,5	1130,9
Máximo	21,3	56,5	91,2	129,1	519,4	530,5	311,4	361,8	452,7	836,4	202,6	37,0	1776,0
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	49,3	50,3	40,3	62,1	54,7	3,6	0,0	669,7

Fuente: instituto nicaragüense de estudios territoriales (INETER) 2010.

5.7.2 DETERMINACION DE LOS PERIODOS DE RETORNOS

El periodo de retorno es uno de los parámetros más significativos a ser tomados en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar avenidas.

Periodo de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este periodo se considera como el inverso de la probabilidad, del m-esimo evento de los n registros.

El valor del periodo de retorno se determina en función de la variable aleatoria (Pmax o Qmax) en su caso) en una tabla de valores, ordenados de mayor a menor, con base a las siguientes relaciones.

$$T = \frac{n+1}{m} \quad \text{y} \quad P = \frac{m}{n+1}$$

Dónde:

T= Periodo de retorno (años)

n= Número de años de registro.

m= Numero de orden.

P= Probabilidad

TABLA 17:
PRECIPITACIONES ANUALES ORDENADA DE MENOR A MAYOR.

Año	precipitaciones anuales prom (mm)	lluvia ordenado (mm)
1976	118.9	151.1083333
1977	119.9583333	148
1978	75.10833333	139.9666667
1979	151.1083333	134.05
1980	114.65	130.475
1981	108.925	119.9583333
1982	112.7416667	119.9583333
1983	67.225	118.9
1984	95.95	117.9416667
1985	105.0666667	117.6583333
1986	64.51666667	116.2583333
1987	91.9	114.65
1988	139.9666667	113.35
1989	65.05833333	112.7416667
1990	62.95833333	108.925
1991	81.625	105.0666667
1992	58.78333333	104.4916667
1993	117.9416667	102.4666667
1994	82.16666667	102.0583333
1995	113.35	95.95
1996	134.05	91.9
1997	71.86666667	82.16666667
1998	130.475	81.625
1999	104.4916667	79.75833333
2000	79.75833333	75.10833333
2001	71.83333333	71.86666667
2002	102.0583333	71.83333333
2003	102.4666667	68.26666667
2004	68.26666667	67.225
2005	116.2583333	66.34166667
2006	56.94166667	65.05833333
2007	117.6583333	64.51666667
2008	119.9583333	62.95833333
2009	66.34166667	58.78333333
2010	148	56.94166667

Fuente: propia.

Tabla 18: Tabla de cálculo de Períodos de Retorno para eventos máximos anuales de lluvia.

AÑO	Precipitación anual promedio (mm)	lluvia ordenado (mm)	número de orden (m)	periodo de retornos T (años)	Probabilidad P (%)
1976	118.9	151.1083333	1	36	2.777777778
1977	119.9583333	148	2	18	5.555555556
1978	75.10833333	139.9666667	3	12	8.333333333
1979	151.1083333	134.05	4	9	11.11111111
1980	114.65	130.475	5	7.2	13.88888889
1981	108.925	119.9583333	6	6	16.66666667
1982	112.7416667	119.9583333	7	5.142857143	19.44444444
1983	67.225	118.9	8	4.5	22.22222222
1984	95.95	117.9416667	9	4	25
1985	105.0666667	117.6583333	10	3.6	27.77777778
1986	64.51666667	116.2583333	11	3.272727273	30.55555556
1987	91.9	114.65	12	3	33.33333333
1988	139.9666667	113.35	13	2.769230769	36.11111111
1989	65.05833333	112.7416667	14	2.571428571	38.88888889
1990	62.95833333	108.925	15	2.4	41.66666667
1991	81.625	105.0666667	16	2.25	44.44444444
1992	58.78333333	104.4916667	17	2.117647059	47.22222222
1993	117.9416667	102.4666667	18	2	50
1994	82.16666667	102.0583333	19	1.894736842	52.77777778
1995	113.35	95.95	20	1.8	55.55555556
1996	134.05	91.9	21	1.714285714	58.33333333
1997	71.86666667	82.16666667	22	1.636363636	61.11111111
1998	130.475	81.625	23	1.565217391	63.88888889
1999	104.4916667	79.75833333	24	1.5	66.66666667
2000	79.75833333	75.10833333	25	1.44	69.44444444
2001	71.83333333	71.86666667	26	1.384615385	72.22222222
2002	102.0583333	71.83333333	27	1.333333333	75
2003	102.4666667	68.26666667	28	1.285714286	77.77777778
2004	68.26666667	67.225	29	1.24137931	80.55555556
2005	116.2583333	66.34166667	30	1.2	83.33333333
2006	56.94166667	65.05833333	31	1.161290323	86.11111111
2007	117.6583333	64.51666667	32	1.125	88.88888889
2008	119.9583333	62.95833333	33	1.090909091	91.66666667
2009	66.34166667	58.78333333	34	1.058823529	94.44444444
2010	148	56.94166667	35	1.028571429	97.22222222

Fuente: propia.

5.7.2 DETERMINACION DE LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL UTILIZANDO EL METODO SCS

Paso 1: Una vez facilitadas las tablas de precipitaciones por INETER, se toma un valor de CN, Donde CN es el número de curva escurrimiento, este valor esta en función del uso del suelo y otros factores que afecten el escurrimiento y la retención.

Para las condiciones que muestra la cuenca en la cual se encuentra la micro presa san Isidro libertador se tomó el valor de CN = 72 constante.

Paso 2: Se calcula la máxima retención (S) dada en mm. Sustituir el valor de CN para obtener S:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Paso 3: Se calcula la escorrentía directa (Q) dada en mm. Sustituir el valor S en la ecuación para obtener Q:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P - 0.8S}$$

Paso 4: Calcular el tiempo de concentración (Tc) usando la ecuación de Kirpich:

$$t_c = \frac{0.02872L^{0.80} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{1.67}}{S^{0.50}}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración, en min.

L= Longitud hidráulica de la cuenca, en m, y se define mediante la siguiente ecuación:

$$L = 110A^{0.60}$$

A= Área de la cuenca, en has.

CN= Valor detallado tabla 14.

S= Pendiente de la cuenca, en %.

Paso 5: Calcular el gasto unitario (q) dado en ($m^3/s/mm/km^2$), en función del tiempo de concentración dado por la tabla 15.

Paso 6: Calcular el gasto máximo o caudal máximo (Q_{max}) dado en m^3/s , Para determinar el caudal máximo, se multiplican el gasto unitario (q), la escorrentía directa (Q), y el área de la cuenca (km^2).

$$Q_{max} = q * Q * A$$

Se calcularon los caudales máximos a partir de las precipitaciones del año 1975 hasta el 2010, obteniendo el mayor caudal en el año de 1982, **$Q_{max} = 50.85851298 m^3/s$** con el cual serán diseñadas las obras correspondientes al mismo.

TABLAS DE CALCULOS DE CAUDALES MENSUALES INICIANDO DEL AÑO 1975 HASTA EL AÑO 2010.

Se usó Microsoft Office Excel generando formulas dependientes entre una columna y otra, las cuales arrojarían datos secuenciales y precisos, así mismo para evitar el uso de calculadoras y usar los pasos antes mencionados para cada año, para cada mes.

Cabe señalar que habría que seguir la secuencia de pasos (paso 1-6) para encontrar los gastos máximos o caudales máximo.

A continuación se presentan las tablas obtenidas en Excel:

mes	prec. (mm) 1975	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	8.1	72	3.88888889	53.61493827	11.211111	4.78230371	0.013	7.6	0.472491607
Febrero	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044
Marzo	2.7	72	3.88888889	3.694938272	5.811111	0.63584024	0.013	7.6	0.062821016
Abril	0.1	72	3.88888889	0.459382716	3.211111	0.14306036	0.013	7.6	0.014134364
Mayo	40.2	72	3.88888889	1554.111605	43.31111	35.8825152	0.013	7.6	3.545192507
Junio	138.2	72	3.88888889	18884.86716	141.3111	133.640356	0.013	7.6	13.20366715
Julio	136.4	72	3.88888889	18393.38716	139.5111	131.841737	0.013	7.6	13.02596357
Agosto	74.6	72	3.88888889	5449.720494	77.71111	70.1279446	0.013	7.6	6.928640925
Septiembre	130.9	72	3.88888889	16931.79272	134.0111	126.346186	0.013	7.6	12.48300314
Octubre	105	72	3.88888889	10862.2716	108.1111	100.473221	0.013	7.6	9.926754277
Noviembre	44.2	72	3.88888889	1885.489383	47.31111	39.8529931	0.013	7.6	3.937475714
Diciembre	2.7	72	3.88888889	3.694938272	5.811111	0.63584024	0.013	7.6	0.062821016

mes	prec. (mm) 1976	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	9.3	72	3.88888889	72.6282716	12.41111	5.85187506	0.013	7.6	0.578165256
Febrero	5.6	72	3.88888889	23.25382716	8.711111	2.66944444	0.013	7.6	0.263741111
Marzo	0.8	72	3.88888889	0.000493827	3.911111	0.00012626	0.013	7.6	1.24747E-05
Abril	25.8	72	3.88888889	626.1116049	28.91111	21.6564352	0.013	7.6	2.1396558
Mayo	251.9	72	3.88888889	63062.37049	255.0111	247.292638	0.013	7.6	24.43251268
Junio	108.7	72	3.88888889	11647.20605	111.8111	104.168592	0.013	7.6	10.29185692
Julio	140.3	72	3.88888889	19466.45049	143.4111	135.738789	0.013	7.6	13.41099231
Agosto	292	72	3.88888889	84810.38272	295.1111	287.38458	0.013	7.6	28.3935965
Septiembre	219.6	72	3.88888889	47883.16494	222.7111	215.001239	0.013	7.6	21.24212246
Octubre	300	72	3.88888889	89533.93827	303.1111	295.383227	0.013	7.6	29.18386287
Noviembre	61.3	72	3.88888889	3662.939383	64.41111	56.8681291	0.013	7.6	5.618571156
Diciembre	11.5	72	3.88888889	114.9660494	14.61111	7.86839882	0.013	7.6	0.777397803

mes	prec. (mm) 1977	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	2	72	3.88888889	1.49382716	5.111111	0.29227053	0.013	7.6	0.028876329
Febrero	0.7	72	3.88888889	0.006049383	3.811111	0.0015873	0.013	7.6	0.000156825
Marzo	2.4	72	3.88888889	2.631604938	5.511111	0.47750896	0.013	7.6	0.047177885
Abril	3.4	72	3.88888889	6.876049383	6.511111	1.05604854	0.013	7.6	0.104337596
Mayo	226.1	72	3.88888889	50770.10383	229.2111	221.499314	0.013	7.6	21.8841322
Junio	126.3	72	3.88888889	15755.82827	129.4111	121.750197	0.013	7.6	12.02891946
Julio	276.8	72	3.88888889	76188.26716	279.9111	272.187363	0.013	7.6	26.89211145
Agosto	125.7	72	3.88888889	15605.5616	128.8111	121.150741	0.013	7.6	11.96969325
Septiembre	213	72	3.88888889	45038.2716	216.1111	208.403313	0.013	7.6	20.59024736
Octubre	455.6	72	3.88888889	206863.2538	458.7111	450.966303	0.013	7.6	44.55547072
Noviembre	7.2	72	3.88888889	41.24493827	10.31111	4.00004789	0.013	7.6	0.395204732
Diciembre	0.3	72	3.88888889	0.228271605	3.411111	0.06692001	0.013	7.6	0.006611697

mes	prec. (mm) 1978	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	3.5	72	3.88888889	7.410493827	6.611111	1.12091503	0.013	7.6	0.110746405
Febrero	2.2	72	3.88888889	2.022716049	5.311111	0.38084612	0.013	7.6	0.037627596
Marzo	0.6	72	3.88888889	0.031604938	3.711111	0.0085163	0.013	7.6	0.000841411
Abril	98.9	72	3.88888889	9627.970494	102.0111	94.3815864	0.013	7.6	9.324900733
Mayo	91.3	72	3.88888889	8194.272716	94.41111	86.7935206	0.013	7.6	8.575199834
Junio	171.1	72	3.88888889	29009.65938	174.2111	166.520144	0.013	7.6	16.45219027
Julio	106.6	72	3.88888889	11198.34272	109.7111	102.071181	0.013	7.6	10.08463272
Agosto	75.3	72	3.88888889	5553.561605	78.41111	70.8262072	0.013	7.6	6.997629275
Septiembre	107.4	72	3.88888889	11368.29827	110.5111	102.870183	0.013	7.6	10.16357412
Octubre	163.2	72	3.88888889	26380.97827	166.3111	158.624268	0.013	7.6	15.67207769
Noviembre	63.4	72	3.88888889	3921.542716	66.51111	58.9607157	0.013	7.6	5.825318716
Diciembre	17.8	72	3.88888889	289.7560494	20.91111	13.8565592	0.013	7.6	1.369028051

mes	prec. (mm) 1979	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	22.1	72	3.88888889	454.6371605	25.21111	18.033206	0.013	7.6	1.781680754
Febrero	14.3	72	3.88888889	182.8504938	17.41111	10.5019428	0.013	7.6	1.037591953
Marzo	0.9	72	3.88888889	0.014938272	4.011111	0.00372422	0.013	7.6	0.000367953
Abril	103.7	72	3.88888889	10592.98383	106.8111	99.174924	0.013	7.6	9.798482492
Mayo	293.2	72	3.88888889	85510.75605	296.3111	288.584372	0.013	7.6	28.512136
Junio	229.7	72	3.88888889	52405.38383	232.8111	225.098294	0.013	7.6	22.2397114
Julio	253.4	72	3.88888889	63817.98716	256.5111	248.792292	0.013	7.6	24.58067841
Agosto	331.7	72	3.88888889	109509.5172	334.8111	327.078503	0.013	7.6	32.31535614
Septiembre	379.3	72	3.88888889	143279.0727	382.4111	374.672881	0.013	7.6	37.01768064
Octubre	103.9	72	3.88888889	10634.19272	107.0111	99.3746594	0.013	7.6	9.818216346
Noviembre	80.9	72	3.88888889	6419.570494	84.01111	76.4133507	0.013	7.6	7.549639047
Diciembre	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044

mes	prec. (mm) 1980	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	5	72	3.88888889	17.82716049	8.111111	2.1978691	0.013	7.6	0.217149467
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	164.9	72	3.88888889	26936.10383	168.0111	160.323348	0.013	7.6	15.83994678
Junio	199.1	72	3.88888889	39331.70383	202.2111	194.508124	0.013	7.6	19.21740263
Julio	154.3	72	3.88888889	23569.07272	157.4111	149.72941	0.013	7.6	14.79326566
Agosto	146.9	72	3.88888889	21351.70383	150.0111	142.334149	0.013	7.6	14.06261391
Septiembre	189.5	72	3.88888889	35616.07716	192.6111	184.911851	0.013	7.6	18.26929092
Octubre	312.5	72	3.88888889	97170.74383	315.6111	307.881251	0.013	7.6	30.41866763
Noviembre	202.6	72	3.88888889	40732.20938	205.7111	198.006851	0.013	7.6	19.56307691
Diciembre	1	72	3.88888889	0.049382716	4.111111	0.01201201	0.013	7.6	0.001186787

mes	prec. (mm) 1981	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Febrero	2.1	72	3.88888889	1.748271605	5.211111	0.33548922	0.013	7.6	0.033146335
Marzo	91.2	72	3.88888889	8176.178272	94.31111	86.6936904	0.013	7.6	8.565336615
Abril	6.1	72	3.88888889	28.32604938	9.211111	3.0752044	0.013	7.6	0.303830194
Mayo	195.7	72	3.88888889	37994.67272	198.8111	191.109403	0.013	7.6	18.881609
Junio	203.2	72	3.88888889	40974.75605	206.3111	198.606637	0.013	7.6	19.62233578
Julio	140.9	72	3.88888889	19634.23716	144.0111	136.338349	0.013	7.6	13.4702289
Agosto	175.7	72	3.88888889	30597.78383	178.8111	171.117911	0.013	7.6	16.90644962
Septiembre	252	72	3.88888889	63112.60494	255.1111	247.392615	0.013	7.6	24.44239038
Octubre	153.3	72	3.88888889	23263.02827	156.4111	148.730024	0.013	7.6	14.69452635
Noviembre	74.2	72	3.88888889	5390.822716	77.31111	69.7289515	0.013	7.6	6.889220407
Diciembre	12.7	72	3.88888889	142.1393827	15.81111	8.98984149	0.013	7.6	0.88819634

mes	prec. (mm) 1982	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	7.3	72	3.88888889	42.53938272	10.41111	4.08595992	0.013	7.6	0.40369284
Febrero	9.8	72	3.88888889	81.40049383	12.91111	6.30468541	0.013	7.6	0.622902918
Marzo	3	72	3.88888889	4.938271605	6.111111	0.80808081	0.013	7.6	0.079838384
Abril	12.4	72	3.88888889	135.0760494	15.51111	8.70834129	0.013	7.6	0.86038412
Mayo	519.4	72	3.88888889	268969.0094	522.5111	514.762277	0.013	7.6	50.85851298
Junio	199	72	3.88888889	39292.04938	202.1111	194.408161	0.013	7.6	19.20752628
Julio	118	72	3.88888889	13741.04938	121.1111	113.458206	0.013	7.6	11.20967074
Agosto	44.8	72	3.88888889	1937.956049	47.91111	40.4489899	0.013	7.6	3.996360202
Septiembre	219.1	72	3.88888889	47664.59272	222.2111	214.501392	0.013	7.6	21.19273756
Octubre	190	72	3.88888889	35805.04938	193.1111	185.411648	0.013	7.6	18.31867083
Noviembre	29.3	72	3.88888889	813.5171605	32.41111	25.0999467	0.013	7.6	2.479874731
Diciembre	0.8	72	3.88888889	0.000493827	3.911111	0.00012626	0.013	7.6	1.24747E-05

mes	prec. (mm) 1983	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0.5	72	3.88888889	0.077160494	3.611111	0.02136752	0.013	7.6	0.002111111
Febrero	27.9	72	3.88888889	735.6149383	31.01111	23.721012	0.013	7.6	2.343635984
Marzo	4	72	3.88888889	10.38271605	7.111111	1.46006944	0.013	7.6	0.144254861
Abril	24.8	72	3.88888889	577.0671605	27.91111	20.6751769	0.013	7.6	2.042707481
Mayo	56.8	72	3.88888889	3138.489383	59.91111	52.3857649	0.013	7.6	5.175713574
Junio	138.2	72	3.88888889	18884.86716	141.3111	133.640356	0.013	7.6	13.20366715
Julio	125.3	72	3.88888889	15505.78383	128.4111	120.751107	0.013	7.6	11.93020938
Agosto	116.6	72	3.88888889	13414.78716	119.7111	112.059666	0.013	7.6	11.07149503
Septiembre	184.2	72	3.88888889	33643.7116	187.3111	179.614073	0.013	7.6	17.74587042
Octubre	92.9	72	3.88888889	8486.503827	96.01111	88.3908511	0.013	7.6	8.73301609
Noviembre	31	72	3.88888889	913.382716	34.11111	26.776692	0.013	7.6	2.64553717
Diciembre	4.5	72	3.88888889	13.85493827	7.611111	1.82035685	0.013	7.6	0.179851257

mes	prec. (mm) 1984	CN		(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	1.9	72	3.88888889	1.259382716	5.011111	0.25131806	0.013	7.6	0.024830224
Febrero	0.6	72	3.88888889	0.031604938	3.711111	0.0085163	0.013	7.6	0.000841411
Marzo	0.1	72	3.88888889	0.459382716	3.211111	0.14306036	0.013	7.6	0.014134364
Abril	0.5	72	3.88888889	0.077160494	3.611111	0.02136752	0.013	7.6	0.002111111
Mayo	63.2	72	3.88888889	3896.533827	66.31111	58.7614015	0.013	7.6	5.805626473
Junio	230.5	72	3.88888889	52772.29938	233.6111	225.898071	0.013	7.6	22.31872942
Julio	221.1	72	3.88888889	48541.8816	224.2111	216.500785	0.013	7.6	21.39027758
Agosto	149.9	72	3.88888889	22237.43716	153.0111	145.332172	0.013	7.6	14.35881862
Septiembre	296.5	72	3.88888889	87451.63272	299.6111	291.88381	0.013	7.6	28.83812046
Octubre	132.6	72	3.88888889	17377.09827	135.7111	128.044772	0.013	7.6	12.65082347
Noviembre	54.2	72	3.88888889	2853.933827	57.31111	49.7972168	0.013	7.6	4.919965023
Diciembre	0.3	72	3.88888889	0.228271605	3.411111	0.06692001	0.013	7.6	0.006611697

mes	prec. (mm) 1985	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Febrero	0.9	72	3.88888889	0.014938272	4.011111	0.00372422	0.013	7.6	0.000367953
Marzo	0.4	72	3.88888889	0.142716049	3.511111	0.04064698	0.013	7.6	0.004015921
Abril	14.7	72	3.88888889	193.8282716	17.81111	10.8824357	0.013	7.6	1.075184648
Mayo	307.2	72	3.88888889	93894.57827	310.3111	302.58207	0.013	7.6	29.89510849
Junio	127.6	72	3.88888889	16083.87605	130.7111	123.049035	0.013	7.6	12.15724463
Julio	110.1	72	3.88888889	11951.34827	113.2111	105.56692	0.013	7.6	10.43001166
Agosto	163.6	72	3.88888889	26511.07605	166.7111	159.02405	0.013	7.6	15.71157613
Septiembre	114.4	72	3.88888889	12910.00938	117.5111	109.862031	0.013	7.6	10.85436871
Octubre	379.4	72	3.88888889	143354.7872	382.5111	374.772871	0.013	7.6	37.02755962
Noviembre	37.6	72	3.88888889	1355.876049	40.71111	33.3048156	0.013	7.6	3.290515784
Diciembre	4.9	72	3.88888889	16.99271605	8.011111	2.12114347	0.013	7.6	0.209568975

mes	prec. (mm) 1986	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0.5	72	3.88888889	0.077160494	3.611111	0.02136752	0.013	7.6	0.002111111
Febrero	3	72	3.88888889	4.938271605	6.111111	0.80808081	0.013	7.6	0.079838384
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	213.3	72	3.88888889	45165.69494	216.4111	208.703216	0.013	7.6	20.61987777
Junio	85.5	72	3.88888889	7177.854938	88.61111	81.0040056	0.013	7.6	8.003195751
Julio	107	72	3.88888889	11283.16049	110.1111	102.470681	0.013	7.6	10.12410324
Agosto	148.4	72	3.88888889	21792.32049	151.5111	143.833151	0.013	7.6	14.2107153
Septiembre	122.7	72	3.88888889	14865.02827	125.8111	118.153541	0.013	7.6	11.67356985
Octubre	58.6	72	3.88888889	3343.409383	61.71111	54.178402	0.013	7.6	5.352826113
Noviembre	32.9	72	3.88888889	1031.83716	36.01111	28.6532997	0.013	7.6	2.830946014
Diciembre	2.3	72	3.88888889	2.317160494	5.411111	0.42822268	0.013	7.6	0.042308401

mes	prec. (mm) 1987	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	6	72	3.88888889	27.27160494	9.111111	2.99322493	0.013	7.6	0.295730623
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0.9	72	3.88888889	0.014938272	4.011111	0.00372422	0.013	7.6	0.000367953
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	70.7	72	3.88888889	4889.11716	73.81111	66.2382274	0.013	7.6	6.544336865
Junio	153.3	72	3.88888889	23263.02827	156.4111	148.730024	0.013	7.6	14.69452635
Julio	311.4	72	3.88888889	96486.16494	314.5111	306.781419	0.013	7.6	30.31000419
Agosto	167.7	72	3.88888889	27863.02827	170.8111	163.121872	0.013	7.6	16.11644099
Septiembre	228.4	72	3.88888889	51811.87605	231.5111	223.798658	0.013	7.6	22.11130744
Octubre	128.7	72	3.88888889	16364.09494	131.8111	124.148069	0.013	7.6	12.26582923
Noviembre	5.3	72	3.88888889	20.45049383	8.411111	2.43136651	0.013	7.6	0.240219011
Diciembre	30.4	72	3.88888889	877.4760494	33.51111	26.1846301	0.013	7.6	2.587041456

mes	prec. (mm) 1988	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	2	72	3.88888889	1.49382716	5.111111	0.29227053	0.013	7.6	0.028876329
Febrero	3.2	72	3.88888889	5.867160494	6.311111	0.92965571	0.013	7.6	0.091849984
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	3.8	72	3.88888889	9.13382716	6.911111	1.32161486	0.013	7.6	0.130575548
Mayo	104.5	72	3.88888889	10758.29938	107.6111	99.9738714	0.013	7.6	9.877418494
Junio	346.4	72	3.88888889	119454.7205	349.5111	341.776604	0.013	7.6	33.76752844
Julio	220.8	72	3.88888889	48409.77827	223.9111	216.200876	0.013	7.6	21.36064651
Agosto	302.7	72	3.88888889	91157.02827	305.8111	298.082787	0.013	7.6	29.45057935
Septiembre	276.8	72	3.88888889	76188.26716	279.9111	272.187363	0.013	7.6	26.89211145
Octubre	392.7	72	3.88888889	153603.0283	395.8111	388.071542	0.013	7.6	38.34146836
Noviembre	12.9	72	3.88888889	146.9482716	16.01111	9.17789344	0.013	7.6	0.906775872
Diciembre	13.8	72	3.88888889	169.5782716	16.91111	10.0276245	0.013	7.6	0.990729298

mes	prec. (mm) 1989	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0.4	72	3.88888889	0.142716049	3.511111	0.04064698	0.013	7.6	0.004015921
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	5.4	72	3.88888889	21.36493827	8.511111	2.51024079	0.013	7.6	0.24801179
Junio	130	72	3.88888889	16698.38272	133.1111	125.446949	0.013	7.6	12.39415852
Julio	118.3	72	3.88888889	13811.47272	121.4111	113.757897	0.013	7.6	11.23928026
Agosto	82.9	72	3.88888889	6744.059383	86.01111	78.4091648	0.013	7.6	7.746825479
Septiembre	315.7	72	3.88888889	99176.00605	318.8111	311.08077	0.013	7.6	30.73478011
Octubre	54.7	72	3.88888889	2907.606049	57.81111	50.2949345	0.013	7.6	4.969139533
Noviembre	50.6	72	3.88888889	2482.253827	53.71111	46.2149037	0.013	7.6	4.566032485
Diciembre	22.7	72	3.88888889	480.5838272	25.81111	18.6192615	0.013	7.6	1.839583035

mes	prec. (mm) 1990	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	1.2	72	3.88888889	0.178271605	4.311111	0.04135166	0.013	7.6	0.004085544
Febrero	0.9	72	3.88888889	0.014938272	4.011111	0.00372422	0.013	7.6	0.000367953
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	3.7	72	3.88888889	8.539382716	6.811111	1.25374298	0.013	7.6	0.123869806
Mayo	89.7	72	3.88888889	7907.161605	92.81111	85.1962821	0.013	7.6	8.417392672
Junio	114.1	72	3.88888889	12841.92605	117.2111	109.562361	0.013	7.6	10.82476125
Julio	103.9	72	3.88888889	10634.19272	107.0111	99.3746594	0.013	7.6	9.818216346
Agosto	114.9	72	3.88888889	13023.8816	118.0111	110.361486	0.013	7.6	10.90371483
Septiembre	85.3	72	3.88888889	7144.006049	88.41111	80.8043917	0.013	7.6	7.983473896
Octubre	100.9	72	3.88888889	10024.45938	104.0111	96.3787357	0.013	7.6	9.522219082
Noviembre	132.3	72	3.88888889	17298.09494	135.4111	127.745019	0.013	7.6	12.62120786
Diciembre	8.6	72	3.88888889	61.18716049	11.71111	5.2247101	0.013	7.6	0.516201358

mes	prec. (mm) 1991	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	1.8	72	3.88888889	1.044938272	4.911111	0.21277024	0.013	7.6	0.021021699
Febrero	2.3	72	3.88888889	2.317160494	5.411111	0.42822268	0.013	7.6	0.042308401
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	0.5	72	3.88888889	0.077160494	3.611111	0.02136752	0.013	7.6	0.002111111
Mayo	203.2	72	3.88888889	40974.75605	206.3111	198.606637	0.013	7.6	19.62233578
Junio	152.4	72	3.88888889	22989.29827	155.5111	147.830583	0.013	7.6	14.60566163
Julio	75.2	72	3.88888889	5538.66716	78.31111	70.7264535	0.013	7.6	6.987773608
Agosto	106.6	72	3.88888889	11198.34272	109.7111	102.071181	0.013	7.6	10.08463272
Septiembre	187.4	72	3.88888889	34827.85383	190.5111	182.812717	0.013	7.6	18.06189643
Octubre	221.1	72	3.88888889	48541.8816	224.2111	216.500785	0.013	7.6	21.39027758
Noviembre	26.1	72	3.88888889	641.2149383	29.21111	21.9510629	0.013	7.6	2.168765018
Diciembre	2.9	72	3.88888889	4.50382716	6.011111	0.74925036	0.013	7.6	0.074025936

mes	prec. (mm) 1992	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0.3	72	3.88888889	0.228271605	3.411111	0.06692001	0.013	7.6	0.006611697
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	86.7	72	3.88888889	7382.628272	89.81111	82.2017252	0.013	7.6	8.121530446
Junio	159	72	3.88888889	25034.2716	162.1111	154.426624	0.013	7.6	15.25735045
Julio	119.4	72	3.88888889	14071.2316	122.5111	114.856779	0.013	7.6	11.34784976
Agosto	62.2	72	3.88888889	3772.689383	65.31111	57.7648936	0.013	7.6	5.707171485
Septiembre	143.3	72	3.88888889	20312.58383	146.4111	138.736628	0.013	7.6	13.70717883
Octubre	114.4	72	3.88888889	12910.00938	117.5111	109.862031	0.013	7.6	10.85436871
Noviembre	4.1	72	3.88888889	11.03716049	7.211111	1.53057696	0.013	7.6	0.151221003
Diciembre	16	72	3.88888889	231.7160494	19.11111	12.124677	0.013	7.6	1.197918088

mes	prec. (mm) 1993	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	1.3	72	3.88888889	0.272716049	4.411111	0.0618248	0.013	7.6	0.00610829
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	29.2	72	3.88888889	807.822716	32.31111	25.0013908	0.013	7.6	2.470137411
Mayo	347.3	72	3.88888889	120077.6505	350.4111	342.676493	0.013	7.6	33.85643746
Junio	101.1	72	3.88888889	10064.54827	104.2111	96.5784566	0.013	7.6	9.541951512
Julio	104.7	72	3.88888889	10799.82827	107.8111	100.173611	0.013	7.6	9.897152735
Agosto	287.2	72	3.88888889	82037.68938	290.3111	282.585427	0.013	7.6	27.91944022
Septiembre	345.3	72	3.88888889	118695.5616	348.4111	340.67674	0.013	7.6	33.65886194
Octubre	112.6	72	3.88888889	12504.20938	115.7111	108.064033	0.013	7.6	10.67672651
Noviembre	85.2	72	3.88888889	7127.111605	88.31111	80.7045854	0.013	7.6	7.973613034
Diciembre	1.4	72	3.88888889	0.387160494	4.511111	0.08582375	0.013	7.6	0.008479387

mes	prec. (mm) 1994	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	2.9	72	3.88888889	4.50382716	6.011111	0.74925036	0.013	7.6	0.074025936
Febrero	0.6	72	3.88888889	0.031604938	3.711111	0.0085163	0.013	7.6	0.000841411
Marzo	2.7	72	3.88888889	3.694938272	5.811111	0.63584024	0.013	7.6	0.062821016
Abril	129.1	72	3.88888889	16466.59272	132.2111	124.547722	0.013	7.6	12.30531494
Mayo	83.2	72	3.88888889	6793.422716	86.31111	78.7085536	0.013	7.6	7.776405097
Junio	49.3	72	3.88888889	2354.406049	52.41111	44.9218877	0.013	7.6	4.438282508
Julio	95.2	72	3.88888889	8915.556049	98.31111	90.687166	0.013	7.6	8.959891997
Agosto	79.9	72	3.88888889	6260.326049	83.01111	75.4155193	0.013	7.6	7.451053304
Septiembre	167.7	72	3.88888889	27863.02827	170.8111	163.121872	0.013	7.6	16.11644099
Octubre	222	72	3.88888889	48939.2716	225.1111	217.400516	0.013	7.6	21.47917093
Noviembre	143.2	72	3.88888889	20284.08938	146.3111	138.636698	0.013	7.6	13.6973058
Diciembre	10.2	72	3.88888889	88.7782716	13.31111	6.66948618	0.013	7.6	0.658945235

mes	prec. (mm) 1995	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	16	72	3.88888889	231.7160494	19.11111	12.124677	0.013	7.6	1.197918088
Abril	115.6	72	3.88888889	13184.14272	118.7111	111.06073	0.013	7.6	10.97280017
Mayo	20.6	72	3.88888889	392.9204938	23.71111	16.5711548	0.013	7.6	1.637230099
Junio	212.3	72	3.88888889	44741.65049	215.4111	207.703541	0.013	7.6	20.52110983
Julio	112.3	72	3.88888889	12437.20605	115.4111	107.764373	0.013	7.6	10.64712007
Agosto	326.1	72	3.88888889	105834.5483	329.2111	321.479272	0.013	7.6	31.76215205
Septiembre	297.4	72	3.88888889	87984.74272	300.5111	292.783659	0.013	7.6	28.92702552
Octubre	202.6	72	3.88888889	40732.20938	205.7111	198.006851	0.013	7.6	19.56307691
Noviembre	43.9	72	3.88888889	1859.526049	47.01111	39.555033	0.013	7.6	3.908037256
Diciembre	13.4	72	3.88888889	159.3204938	16.51111	9.64928967	0.013	7.6	0.953349819

mes	prec. (mm) 1996	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	21.3	72	3.88888889	421.1616049	24.41111	17.252865	0.013	7.6	1.704583064
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	5.3	72	3.88888889	20.45049383	8.411111	2.43136651	0.013	7.6	0.240219011
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	240.8	72	3.88888889	57610.66716	243.9111	236.195337	0.013	7.6	23.33609933
Junio	221.6	72	3.88888889	48762.45383	224.7111	217.000635	0.013	7.6	21.43966275
Julio	282.3	72	3.88888889	79254.7616	285.4111	277.686322	0.013	7.6	27.43540858
Agosto	116.6	72	3.88888889	13414.78716	119.7111	112.059666	0.013	7.6	11.07149503
Septiembre	275.9	72	3.88888889	75692.23716	279.0111	271.287537	0.013	7.6	26.80320867
Octubre	315.6	72	3.88888889	99113.0316	318.7111	310.980785	0.013	7.6	30.72490158
Noviembre	127.1	72	3.88888889	15957.30383	130.2111	122.549479	0.013	7.6	12.10788853
Diciembre	2.1	72	3.88888889	1.748271605	5.211111	0.33548922	0.013	7.6	0.033146335

mes	prec. (mm) 1997	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	5.8	72	3.88888889	25.22271605	8.911111	2.83047936	0.013	7.6	0.27965136
Febrero	0.5	72	3.88888889	0.077160494	3.611111	0.02136752	0.013	7.6	0.002111111
Marzo	0.4	72	3.88888889	0.142716049	3.511111	0.04064698	0.013	7.6	0.004015921
Abril	1.3	72	3.88888889	0.272716049	4.411111	0.0618248	0.013	7.6	0.00610829
Mayo	14.1	72	3.88888889	177.4816049	17.21111	10.3120364	0.013	7.6	1.0188292
Junio	291.7	72	3.88888889	84635.73938	294.8111	287.084632	0.013	7.6	28.36396165
Julio	57.5	72	3.88888889	3217.410494	60.61111	53.0828496	0.013	7.6	5.244585538
Agosto	82.3	72	3.88888889	6645.872716	85.41111	77.8104	0.013	7.6	7.687667515
Septiembre	99.3	72	3.88888889	9706.628272	102.4111	94.7810073	0.013	7.6	9.364363523
Octubre	246.2	72	3.88888889	60232.06716	249.3111	241.593994	0.013	7.6	23.86948664
Noviembre	63.3	72	3.88888889	3909.028272	66.41111	58.8610581	0.013	7.6	5.815472543
Diciembre	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111

mes	prec. (mm) 1998	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	50.6	72	3.88888889	2482.253827	53.71111	46.2149037	0.013	7.6	4.566032485
Junio	117.9	72	3.88888889	13717.61494	121.0111	113.358309	0.013	7.6	11.19980094
Julio	100.5	72	3.88888889	9944.521605	103.6111	95.979297	0.013	7.6	9.482754543
Agosto	119.2	72	3.88888889	14023.82272	122.3111	114.656981	0.013	7.6	11.3281097
Septiembre	229.8	72	3.88888889	52451.17827	232.9111	225.198266	0.013	7.6	22.24958865
Octubre	836.4	72	3.88888889	698264.4983	839.5111	831.751348	0.013	7.6	82.17703318
Noviembre	91.6	72	3.88888889	8248.676049	94.71111	87.0930132	0.013	7.6	8.604789703
Diciembre	19.7	72	3.88888889	358.0504938	22.81111	15.6963197	0.013	7.6	1.550796391

mes	prec. (mm) 1999	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	4.1	72	3.88888889	11.03716049	7.211111	1.53057696	0.013	7.6	0.151221003
Febrero	56.5	72	3.88888889	3104.966049	59.61111	52.0870353	0.013	7.6	5.146199089
Marzo	6.9	72	3.88888889	37.48160494	10.01111	3.74400049	0.013	7.6	0.369907249
Abril	37.2	72	3.88888889	1326.578272	40.31111	32.9085018	0.013	7.6	3.251359975
Mayo	45.2	72	3.88888889	1973.333827	48.31111	40.8463764	0.013	7.6	4.035621985
Junio	141.5	72	3.88888889	19802.74383	144.6111	136.937914	0.013	7.6	13.52946586
Julio	195.9	72	3.88888889	38072.6816	199.0111	191.309326	0.013	7.6	18.90136144
Agosto	168.6	72	3.88888889	28164.29827	171.7111	164.021408	0.013	7.6	16.20531514
Septiembre	348.9	72	3.88888889	121189.0816	352.0111	344.276296	0.013	7.6	34.01449808
Octubre	192.1	72	3.88888889	36604.19272	195.2111	187.510806	0.013	7.6	18.5260676
Noviembre	56.7	72	3.88888889	3127.294938	59.81111	52.286187	0.013	7.6	5.165875272
Diciembre	0.3	72	3.88888889	0.228271605	3.411111	0.06692001	0.013	7.6	0.006611697

mes	prec. (mm) 2000	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	2.7	72	3.88888889	3.694938272	5.811111	0.63584024	0.013	7.6	0.062821016
Febrero	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044
Marzo	0.1	72	3.88888889	0.459382716	3.211111	0.14306036	0.013	7.6	0.014134364
Abril	4.3	72	3.88888889	12.40604938	7.411111	1.67397968	0.013	7.6	0.165389192
Mayo	72.8	72	3.88888889	5187.200494	75.91111	68.3325592	0.013	7.6	6.751256849
Junio	118.1	72	3.88888889	13764.50383	121.2111	113.558103	0.013	7.6	11.21954057
Julio	103	72	3.88888889	10449.38272	106.1111	98.4758581	0.013	7.6	9.729414776
Agosto	63.5	72	3.88888889	3934.07716	66.61111	59.0603744	0.013	7.6	5.835164989
Septiembre	452.7	72	3.88888889	204233.6949	455.8111	448.066513	0.013	7.6	44.26897144
Octubre	121.8	72	3.88888889	14646.37827	124.9111	117.254407	0.013	7.6	11.58473542
Noviembre	12.7	72	3.88888889	142.1393827	15.81111	8.98984149	0.013	7.6	0.88819634
Diciembre	5.2	72	3.88888889	19.55604938	8.311111	2.35300059	0.013	7.6	0.232476459

mes	prec. (mm) 2001	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	2.7	72	3.88888889	3.694938272	5.811111	0.63584024	0.013	7.6	0.062821016
Febrero	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044
Marzo	0.1	72	3.88888889	0.459382716	3.211111	0.14306036	0.013	7.6	0.014134364
Abril	4.3	72	3.88888889	12.40604938	7.411111	1.67397968	0.013	7.6	0.165389192
Mayo	72.8	72	3.88888889	5187.200494	75.91111	68.3325592	0.013	7.6	6.751256849
Junio	118.1	72	3.88888889	13764.50383	121.2111	113.558103	0.013	7.6	11.21954057
Julio	103	72	3.88888889	10449.38272	106.1111	98.4758581	0.013	7.6	9.729414776
Agosto	63.5	72	3.88888889	3934.07716	66.61111	59.0603744	0.013	7.6	5.835164989
Septiembre	452.7	72	3.88888889	204233.6949	455.8111	448.066513	0.013	7.6	44.26897144
Octubre	121.8	72	3.88888889	14646.37827	124.9111	117.254407	0.013	7.6	11.58473542
Noviembre	12.7	72	3.88888889	142.1393827	15.81111	8.98984149	0.013	7.6	0.88819634
Diciembre	5.2	72	3.88888889	19.55604938	8.311111	2.35300059	0.013	7.6	0.232476459

mes	prec. (mm) 2002	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	2.7	72	3.88888889	3.694938272	5.811111	0.63584024	0.013	7.6	0.062821016
Febrero	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044
Marzo	0.1	72	3.88888889	0.459382716	3.211111	0.14306036	0.013	7.6	0.014134364
Abril	4.3	72	3.88888889	12.40604938	7.411111	1.67397968	0.013	7.6	0.165389192
Mayo	72.8	72	3.88888889	5187.200494	75.91111	68.3325592	0.013	7.6	6.751256849
Junio	118.1	72	3.88888889	13764.50383	121.2111	113.558103	0.013	7.6	11.21954057
Julio	103	72	3.88888889	10449.38272	106.1111	98.4758581	0.013	7.6	9.729414776
Agosto	63.5	72	3.88888889	3934.07716	66.61111	59.0603744	0.013	7.6	5.835164989
Septiembre	452.7	72	3.88888889	204233.6949	455.8111	448.066513	0.013	7.6	44.26897144
Octubre	121.8	72	3.88888889	14646.37827	124.9111	117.254407	0.013	7.6	11.58473542
Noviembre	12.7	72	3.88888889	142.1393827	15.81111	8.98984149	0.013	7.6	0.88819634
Diciembre	5.2	72	3.88888889	19.55604938	8.311111	2.35300059	0.013	7.6	0.232476459

mes	prec. (mm) 2003	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	1.1	72	3.88888889	0.10382716	4.211111	0.02465553	0.013	7.6	0.002435966
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	9.1	72	3.88888889	69.25938272	12.21111	5.67183298	0.013	7.6	0.560377098
Abril	113.7	72	3.88888889	12751.42827	116.8111	109.162803	0.013	7.6	10.7852849
Mayo	211.4	72	3.88888889	44361.72049	214.5111	206.803835	0.013	7.6	20.43221893
Junio	260.7	72	3.88888889	67559.5616	263.8111	256.09066	0.013	7.6	25.30175722
Julio	100	72	3.88888889	9845.049383	103.1111	95.4800048	0.013	7.6	9.433424473
Agosto	100.6	72	3.88888889	9964.476049	103.7111	96.0791563	0.013	7.6	9.492620638
Septiembre	151.6	72	3.88888889	22747.34272	154.7111	147.031086	0.013	7.6	14.52667132
Octubre	176.6	72	3.88888889	30913.45383	179.7111	172.017488	0.013	7.6	16.99532777
Noviembre	99	72	3.88888889	9647.604938	102.1111	94.4814412	0.013	7.6	9.334766389
Diciembre	5.8	72	3.88888889	25.22271605	8.911111	2.83047936	0.013	7.6	0.27965136

mes	prec. (mm) 2004	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	6.9	72	3.88888889	37.48160494	10.01111	3.74400049	0.013	7.6	0.369907249
Febrero	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044
Marzo	1.2	72	3.88888889	0.178271605	4.311111	0.04135166	0.013	7.6	0.004085544
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	162.7	72	3.88888889	26218.80605	165.8111	158.124542	0.013	7.6	15.62270478
Junio	140.3	72	3.88888889	19466.45049	143.4111	135.738789	0.013	7.6	13.41099231
Julio	112.2	72	3.88888889	12414.9116	115.3111	107.664487	0.013	7.6	10.6372513
Agosto	77.1	72	3.88888889	5825.081605	80.21111	72.621879	0.013	7.6	7.175041644
Septiembre	62.1	72	3.88888889	3760.414938	65.21111	57.6652487	0.013	7.6	5.697326569
Octubre	231.7	72	3.88888889	53325.07272	234.8111	227.09774	0.013	7.6	22.43725674
Noviembre	24.6	72	3.88888889	567.4982716	27.71111	20.4790876	0.013	7.6	2.023333854
Diciembre	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044

mes	prec. (mm) 2005	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0.1	72	3.88888889	0.459382716	3.211111	0.14306036	0.013	7.6	0.014134364
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	31.1	72	3.88888889	919.4371605	34.21111	26.8753961	0.013	7.6	2.65528913
Mayo	289.2	72	3.88888889	83187.37827	292.3111	284.585071	0.013	7.6	28.117005
Junio	220.1	72	3.88888889	48102.23716	223.2111	215.501087	0.013	7.6	21.29150743
Julio	105.3	72	3.88888889	10924.89494	108.4111	100.772834	0.013	7.6	9.956356031
Agosto	196.2	72	3.88888889	38189.84494	199.3111	191.609212	0.013	7.6	18.93099014
Septiembre	238.7	72	3.88888889	56606.98383	241.8111	234.095876	0.013	7.6	23.12867253
Octubre	243.2	72	3.88888889	58768.53383	246.3111	238.594733	0.013	7.6	23.57315964
Noviembre	70.8	72	3.88888889	4903.111605	73.91111	66.3379502	0.013	7.6	6.554189476
Diciembre	0.4	72	3.88888889	0.142716049	3.511111	0.04064698	0.013	7.6	0.004015921

mes	prec. (mm) 2006	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	8.1	72	3.88888889	53.61493827	11.21111	4.78230371	0.013	7.6	0.472491607
Febrero	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044
Marzo	2.7	72	3.88888889	3.694938272	5.811111	0.63584024	0.013	7.6	0.062821016
Abril	0.1	72	3.88888889	0.459382716	3.211111	0.14306036	0.013	7.6	0.014134364
Mayo	40.2	72	3.88888889	1554.111605	43.31111	35.8825152	0.013	7.6	3.545192507
Junio	138.2	72	3.88888889	18884.86716	141.3111	133.640356	0.013	7.6	13.20366715
Julio	136.4	72	3.88888889	18393.38716	139.5111	131.841737	0.013	7.6	13.02596357
Agosto	74.6	72	3.88888889	5449.720494	77.71111	70.1279446	0.013	7.6	6.928640925
Septiembre	130.9	72	3.88888889	16931.79272	134.0111	126.346186	0.013	7.6	12.48300314
Octubre	105	72	3.88888889	10862.2716	108.1111	100.473221	0.013	7.6	9.926754277
Noviembre	44.2	72	3.88888889	1885.489383	47.31111	39.8529931	0.013	7.6	3.937475714
Diciembre	2.7	72	3.88888889	3.694938272	5.811111	0.63584024	0.013	7.6	0.062821016

mes	prec. (mm) 2007	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0.8	72	3.88888889	0.000493827	3.911111	0.00012626	0.013	7.6	1.24747E-05
Abril	25.8	72	3.88888889	626.1116049	28.91111	21.6564352	0.013	7.6	2.1396558
Mayo	251.9	72	3.88888889	63062.37049	255.0111	247.292638	0.013	7.6	24.43251268
Junio	108.7	72	3.88888889	11647.20605	111.8111	104.168592	0.013	7.6	10.29185692
Julio	140.3	72	3.88888889	19466.45049	143.4111	135.738789	0.013	7.6	13.41099231
Agosto	292	72	3.88888889	84810.38272	295.1111	287.38458	0.013	7.6	28.3935965
Septiembre	219.6	72	3.88888889	47883.16494	222.7111	215.001239	0.013	7.6	21.24212246
Octubre	300	72	3.88888889	89533.93827	303.1111	295.383227	0.013	7.6	29.18386287
Noviembre	61.3	72	3.88888889	3662.939383	64.41111	56.8681291	0.013	7.6	5.618571156
Diciembre	11.5	72	3.88888889	114.9660494	14.61111	7.86839882	0.013	7.6	0.777397803

mes	prec. (mm) 2008	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	2	72	3.88888889	1.49382716	5.111111	0.29227053	0.013	7.6	0.028876329
Febrero	0.7	72	3.88888889	0.006049383	3.811111	0.0015873	0.013	7.6	0.000156825
Marzo	2.4	72	3.88888889	2.631604938	5.511111	0.47750896	0.013	7.6	0.047177885
Abril	3.4	72	3.88888889	6.876049383	6.511111	1.05604854	0.013	7.6	0.104337596
Mayo	226.1	72	3.88888889	50770.10383	229.2111	221.499314	0.013	7.6	21.8841322
Junio	126.3	72	3.88888889	15755.82827	129.4111	121.750197	0.013	7.6	12.02891946
Julio	276.8	72	3.88888889	76188.26716	279.9111	272.187363	0.013	7.6	26.89211145
Agosto	125.7	72	3.88888889	15605.5616	128.8111	121.150741	0.013	7.6	11.96969325
Septiembre	213	72	3.88888889	45038.2716	216.1111	208.403313	0.013	7.6	20.59024736
Octubre	455.6	72	3.88888889	206863.2538	458.7111	450.966303	0.013	7.6	44.55547072
Noviembre	7.2	72	3.88888889	41.24493827	10.31111	4.00004789	0.013	7.6	0.395204732
Diciembre	0.3	72	3.88888889	0.228271605	3.411111	0.06692001	0.013	7.6	0.006611697

mes	prec. (mm) 2009	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Mayo	91.3	72	3.88888889	8194.272716	94.41111	86.7935206	0.013	7.6	8.575199834
Junio	171.1	72	3.88888889	29009.65938	174.2111	166.520144	0.013	7.6	16.45219027
Julio	106.6	72	3.88888889	11198.34272	109.7111	102.071181	0.013	7.6	10.08463272
Agosto	75.3	72	3.88888889	5553.561605	78.41111	70.8262072	0.013	7.6	6.997629275
Septiembre	107.4	72	3.88888889	11368.29827	110.5111	102.870183	0.013	7.6	10.16357412
Octubre	163.2	72	3.88888889	26380.97827	166.3111	158.624268	0.013	7.6	15.67207769
Noviembre	63.4	72	3.88888889	3921.542716	66.51111	58.9607157	0.013	7.6	5.825318716
Diciembre	17.8	72	3.88888889	289.7560494	20.91111	13.8565592	0.013	7.6	1.369028051

mes	prec. (mm) 2010	CN	S	(P-0.2S) ²	P+0.8S	Q	q	area (km2)	Qmax (m3/s)
Enero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Febrero	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Marzo	0	72	3.88888889	0.604938272	3.111111	0.19444444	0.013	7.6	0.019211111
Abril	103.7	72	3.88888889	10592.98383	106.8111	99.174924	0.013	7.6	9.798482492
Mayo	293.2	72	3.88888889	85510.75605	296.3111	288.584372	0.013	7.6	28.512136
Junio	229.7	72	3.88888889	52405.38383	232.8111	225.098294	0.013	7.6	22.2397114
Julio	253.4	72	3.88888889	63817.98716	256.5111	248.792292	0.013	7.6	24.58067841
Agosto	331.7	72	3.88888889	109509.5172	334.8111	327.078503	0.013	7.6	32.31535614
Septiembre	379.3	72	3.88888889	143279.0727	382.4111	374.672881	0.013	7.6	37.01768064
Octubre	103.9	72	3.88888889	10634.19272	107.0111	99.3746594	0.013	7.6	9.818216346
Noviembre	80.9	72	3.88888889	6419.570494	84.01111	76.4133507	0.013	7.6	7.549639047
Diciembre	0.2	72	3.88888889	0.33382716	3.311111	0.10082028	0.013	7.6	0.009961044

5.7.3 TIEMPO DE CONCENTRACION

Tiempo de concentración para la obtención del gasto unitario (q) a partir de la tabla 15. (tc)

Es el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante, al tiempo máximo en llegar a la salida.

Calculo de tiempo de concentración:

Datos:

$$tc = \frac{0.02872 L^{0.50} \left(\frac{100}{CN} - 9\right)^{1.67}}{(0.050)^{0.50}}$$

Donde:

L= Longitud hidráulica CN= vegetación

Datos:

A = área de la cuenca

A= 7.6km²≈760ha

CN= 72

L=110A^{0.60}

L= 110(760)^{0.60}

L= 5 886.82m

$$tc = \frac{0.02872 (5886.82)^{0.50} \left(\frac{100}{72} - 9\right)^{1.67}}{(0.050)^{0.50}}$$

tc= 31.45 hrs.

Tiempo de concentración para la presa (tc)

Datos:

$$tc = \frac{0.02872 L^{0.50} \left(\frac{100}{CN} - 9\right)^{1.67}}{(0.050)^{0.50}}$$

Donde:

L= Longitud hidráulica CN= vegetación

Datos:

A = área de la presa

A= 2.47Mz≈24700m²≈2.47ha

CN= 72

$$L=110A^{0.60}$$

$$L= 110(2.47)^{0.60}$$

$$L= 182.23m$$

$$tc = \frac{0.02872 (182.23)^{0.50} \left(\frac{100}{72} - 9\right)^{1.67}}{(0.050)^{0.50}}$$

$$tc = 2.56 \text{ h.}$$

$$tc = 9216 \text{ s}$$

5.7.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO.

Para el análisis hidrológico de esta presa se decidió realizar por el método SCS porque este método es la más utilizada y recomendada por el BEAREU OF RECLAMATION en el libro de diseño de presas, ya que este método toma en cuenta la vegetación y el suelo en cuanto a la infiltración.

Una vez analizando y obteniéndose la escorrentía se procedió a calcular los caudales para cada mes de la serie de los últimos 35 años dándonos como caudal

máximo de **50.85851298 m³/s** en mayo de 1982, siendo este el parámetro de diseño para las obras hidráulicas y el dimensionamiento del nuevo embalse a partir del método del embalse para conocer si existe derrame en el vaso.

Observación: una vez que se obtuvo los caudales mensuales de los últimos 35 años estos se procederán a trabajar de manera estadística calculándose anualmente para ser utilizados en el método del embalse y conocer los volúmenes de derrame y en función de estos volúmenes y las ecuaciones correspondientes dimensionar el nuevo vaso que vendría a cumplir con las necesidad de solucionar el problema.

5.8 METODO DEL EMBALSE

Se harán cálculos de entrada de flujo y salida de flujo con el cual el embalse se está llenando y se está vaciando, estos datos se obtienen una vez encontrados los caudales de entrada y salida multiplicados por el tiempo de concentración el cual los convierte en volumen, luego estos cálculos entraran en juego con el volumen neto de la presa para así obtener los datos de derrame que se den en cada uno de sus años.

Tabla 19:

Tabla para el cálculo del volumen promedio anual o bien entrada de flujo (m³)

cantidad	años	caudal promedio anual(m ³ /s)	tiempo de concentración (s)	volumen promedio anual(m ³)
1	1976	5.306077194	9216	48900.80742
2	1977	11.36104061	9216	104703.3503
3	1978	11.54191162	9216	106370.2575
4	1979	7.051147234	9216	64983.37291
5	1980	14.55512518	9216	134140.0337
6	1981	11.03668617	9216	101714.0997
7	1982	10.39304009	9216	95782.25744
8	1983	10.76918201	9216	99248.78137
9	1984	6.268172459	9216	57767.47738
10	1985	9.194240821	9216	84734.1234
11	1986	6.081492846	9216	56047.03807
12	1987	8.767018861	9216	80796.84583
13	1988	13.48814756	9216	124306.7679
14	1989	5.996656453	9216	55265.18587
15	1990	5.896226809	9216	54339.62627
16	1991	7.756668419	9216	71485.45615
17	1992	5.534069483	9216	51001.98436
18	1993	11.33727756	9216	104484.35
19	1994	7.751708264	9216	71439.74336
20	1995	10.84402017	9216	99938.48988
21	1996	12.91125292	9216	118990.1069
22	1997	6.806288701	9216	62726.75666
23	1998	12.60297917	9216	116149.056
24	1999	9.941958699	9216	91625.09137
25	2000	7.563505204	9216	69705.26396
26	2001	6.823198971	9216	62882.60172
27	2002	9.789848747	9216	90223.24605
28	2003	9.763645599	9216	89981.75784
29	2004	6.451419432	9216	59456.28149
30	2005	11.18864516	9216	103114.5538
31	2006	5.306077194	9216	48900.80742
32	2007	11.2940836	9216	104086.2745
33	2008	11.54191162	9216	106370.2575
34	2009	6.268041259	9216	57766.26825
35	2010	14.3249579	9216	132018.812

Fuente: propia

Tabla 20:

Tabla para el cálculo del volumen de salida o salida de flujo (m³)

cantidad	años	caudal de salida(m ³ /s)	tiempo de concentración (s)	volumen de salida(m ³)
1	1976	2.32	9216	21381.12
2	1977	2.32	9216	21381.12
3	1978	2.32	9216	21381.12
4	1979	2.32	9216	21381.12
5	1980	2.32	9216	21381.12
6	1981	2.32	9216	21381.12
7	1982	2.32	9216	21381.12
8	1983	2.32	9216	21381.12
9	1984	2.32	9216	21381.12
10	1985	2.32	9216	21381.12
11	1986	2.32	9216	21381.12
12	1987	2.32	9216	21381.12
13	1988	2.32	9216	21381.12
14	1989	2.32	9216	21381.12
15	1990	2.32	9216	21381.12
16	1991	2.32	9216	21381.12
17	1992	2.32	9216	21381.12
18	1993	2.32	9216	21381.12
19	1994	2.32	9216	21381.12
20	1995	2.32	9216	21381.12
21	1996	2.32	9216	21381.12
22	1997	2.32	9216	21381.12
23	1998	2.32	9216	21381.12
24	1999	2.32	9216	21381.12
25	2000	2.32	9216	21381.12
26	2001	2.32	9216	21381.12
27	2002	2.32	9216	21381.12
28	2003	2.32	9216	21381.12
29	2004	2.32	9216	21381.12
30	2005	2.32	9216	21381.12
31	2006	2.32	9216	21381.12
32	2007	2.32	9216	21381.12
33	2008	2.32	9216	21381.12
34	2009	2.32	9216	21381.12
35	2010	2.32	9216	21381.12

Fuente: propia.

Tabla 21:

Tabla para el cálculo u obtención del derrame (m³)

CANTIDAD	ENTRADA DE FLUJO (m ³)	SALIDA DEL FLUJO (m ³)	ENT - SAL	VOLUMEN NETO(m ³)	DERRAME
1	48900.80742	21381.12	27519.68742	14284.03	27519.68742
2	104703.3503	21381.12	83322.23028	14284.03	83322.23028
3	106370.2575	21381.12	84989.13753	14284.03	84989.13753
4	64983.37291	21381.12	43602.25291	14284.03	43602.25291
5	134140.0337	21381.12	112758.9137	14284.03	112758.9137
6	101714.0997	21381.12	80332.97973	14284.03	80332.97973
7	95782.25744	21381.12	74401.13744	14284.03	74401.13744
8	99248.78137	21381.12	77867.66137	14284.03	77867.66137
9	57767.47738	21381.12	36386.35738	14284.03	36386.35738
10	84734.1234	21381.12	63353.0034	14284.03	63353.0034
11	56047.03807	21381.12	34665.91807	14284.03	34665.91807
12	80796.84583	21381.12	59415.72583	14284.03	59415.72583
13	124306.7679	21381.12	102925.6479	14284.03	102925.6479
14	55265.18587	21381.12	33884.06587	14284.03	33884.06587
15	54339.62627	21381.12	32958.50627	14284.03	32958.50627
16	71485.45615	21381.12	50104.33615	14284.03	50104.33615
17	51001.98436	21381.12	29620.86436	14284.03	29620.86436
18	104484.35	21381.12	83103.22999	14284.03	83103.22999
19	71439.74336	21381.12	50058.62336	14284.03	50058.62336
20	99938.48988	21381.12	78557.36988	14284.03	78557.36988
21	118990.1069	21381.12	97608.98695	14284.03	97608.98695
22	62726.75666	21381.12	41345.63666	14284.03	41345.63666
23	116149.056	21381.12	94767.93602	14284.03	94767.93602
24	91625.09137	21381.12	70243.97137	14284.03	70243.97137
25	69705.26396	21381.12	48324.14396	14284.03	48324.14396
26	62882.60172	21381.12	41501.48172	14284.03	41501.48172
27	90223.24605	21381.12	68842.12605	14284.03	68842.12605
28	89981.75784	21381.12	68600.63784	14284.03	68600.63784
29	59456.28149	21381.12	38075.16149	14284.03	38075.16149
30	103114.5538	21381.12	81733.43377	14284.03	81733.43377
31	48900.80742	21381.12	27519.68742	14284.03	27519.68742
32	104086.2745	21381.12	82705.15446	14284.03	82705.15446
33	106370.2575	21381.12	84989.13753	14284.03	84989.13753
34	57766.26825	21381.12	36385.14825	14284.03	36385.14825
35	132018.812	21381.12	110637.692	14284.03	110637.692

Fuente: propia.

5.9 ANALISIS DE LOS CAUDALES DE DERRAME

Este método del derrame nos proporciona la cantidad de agua que esta presa derrama por falta de las dimensiones correcta o un mal estudios hidrológico realizado de la misma. Podrían ser varios los factores que interfieran a que se produzca el derrame uno de ellos puede ser que el caudal regulado es muy pequeño en comparación del volumen que esta almacena, las dimensiones del vaso no son las adecuadas o que fueron durante su periodo de funcionamiento para la cual fue diseñada ya que esta tiene mucha cantidad de azolvamiento que es el principal factor que afecta a las presas de tierra.

El análisis práctico realizado a partir de este método llamado **método del derrame** ha calculado un derrame máximo de **110,637.692 m³** para verlo en mediciones de caudales sería dividirlo entre el tiempo de concentración que se produce en la presa que es de 9,216 segundos obteniendo un caudal de derrame de **12 m³/s.**



CAPITULO V

DISEÑO HIDRAULICO

La función de un vaso de almacenamiento para control de avenidas es almacenar una porción del escurrimiento de las avenidas en una forma tal que se reduzca el máximo de la avenida en el punto por protegerse.

6.1 INTRODUCCION

Existen dos tipos de vasos para el control de avenidas: vasos de almacenamientos y embalses retardadores, diferenciándose únicamente en el tipo de obras de extracción o salida que llevan. La descarga de un vaso de almacenamiento está regulada por compuertas alcantarillas o válvulas operadas a criterio del ingeniero

El diseño hidráulico de una presa de tierra se fundamenta en 2 clases de estudios indispensables para que este tenga un buen funcionamiento y desempeño estos estudios son el topográfico y el hidrológico ya que ambos brindan datos que son necesarios para el diseño de toda obra.

Para diseñar esta obra se necesita un estudio hidrológico que cuente con una serie de datos de caudales de la cuenca mínimo de 25 años de registro ya que en función de estos caudales se dimensionara el vaso que retendrá las avenidas máximas.

La presas de tierra como cualquier obra de ingeniería lleva obras de complementación a parte del dimensionamiento del vaso las cuales son su diseño de cresta , dimensionamiento de alcantarillas que generaran un caudal regulado a criterio del diseñador y que servirán como vertedero para una lluvia que llegara a sobre pasar sus niveles de operaciones , un canal que conduzca las aguas hacia el cauce natural más próximo y su respectivo disipador hidráulico para evitar la erosión al pies del canal .

6.2 IMPORTANCIA DEL DISEÑO HIDRAULICO.

El estudio o diseño hidráulico es la complementación de los demás estudios es el dimensionamiento y caracterización de cada elemento de la presa que tiene la función de almacenar la cantidad de agua proveniente de las crecidas y conducirlas al cauce natural producido por las alcantarillas o desagües.

6.3 METODOLOGIA A UTILIZAR

El diseño hidráulico comienza a partir de los datos del estudio hidrológico y el topográfico, son datos elementales indispensables para aplicar las correspondientes ecuaciones.

Lo primero a que se procederá es dimensionar el vaso en función del caudal y del derrame para una mayor crecida que pueda existir dimensionando la cresta que es un parámetro muy importante en la presas, determinando los niveles de operación y borde libre entre otros aspectos , luego procedemos a regular el caudal en términos promedio de entrada este caudal de $12\text{m}^3/\text{s}$ el cual a nuestro criterio lo dejaremos en $4\text{ m}^3/\text{s}$ con el cual se diseñaran las alcantarillas de concreto que servirán como desagües estas producen una caída libre y trae una velocidad que puede erosionar el pie del canal para lo cual se diseñara un dissipador hidráulico que se une con el canal revestido que este conducirá sus aguas hasta el cauce natural de manera que no afecte a nadie.

6.4 INFORMACION UTILIZADA

- Definición de las características y componentes de la presa: determinar las dimensiones de las alcantarillas que regulan el caudal de la presa, elevación de la cresta y ancho del canal de revestido
- Información topográfica: Área de la cuenca, curvas de nivel a cada 1m para determinar el volumen que posee el embalse, pendiente media del terreno, perfil

del terreno de la nueva propuesta de canal revestido, pendiente de las alcantarillas.

- Información hidráulica: caudal de diseño promedio, caudales medios anuales, condiciones de rugosidad del material.

6.5 INFORMACION LEVANTADA

Se realizó el levantamiento para determinar el área actual de la presa y se levantó todo el tramo por donde se pretende que pase el canal revestido hasta llegar al cauce natural. Este perfil tiene una longitud de 200 ml con sus respectivas curvas de nivel a cada 1m y sus correspondientes pendientes necesarias para el nuevo diseño.

6.6 CARACTERISTICAS TRAMO DEL NUEVO CANAL

Este tramo tiene una longitud de 200 ml es la única solución de encausar las aguas de manera que no afecte a nadie, existe suficiente área para diseñar el canal que conduzca el caudal regulado por el embalse. La vegetación que existe en este tramo es muy escasa lo cual beneficioso en caso de realizar un impacto ambiental, existe una ventaja en lo que al alineamiento respecta es bastante derecho lo que facilita su construcción y disminuirá significativamente los costos.

El cauce natural en promedio de las secciones tiene entre 6m y 5m de ancho lo cual significa que conducirá perfectamente las aguas, algo muy importante que resalta a este diseño de canal es que existirá más corte y poco relleno de acuerdo a la topografía que existe en este lugar.

6.7 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL VASO ACTUAL

Con los datos del levantamiento topográficos y calculando las áreas entre curvas con **auto CAD** se determinó las áreas entre cada curva que posee el embalse, de modo que se calculara un volumen por cada área entre curva.

Áreas entre curvas: extraídas por **auto CAD** a partir de un plano digital.

$$\text{Curva 92} = 3250 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva 92.5} = 6223.24 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva 93} = 7462.96 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva 93.5} = 8636.71 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva 94} = 9239.36 \text{ m}^2$$

Calculo de volúmenes por área entre curva:

$$\text{Vol. curva 92} = A_{92} * 2\text{m} = 6500 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. curva 92.5} = (A_{92.5} - A_{92}) * 2 - (A_{92.5} - A_{92}) * 0.5 / 2 = 5203.17 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. curva 93} = (A_{93} - A_{92.5}) * 1.5 - (A_{93} - A_{92.5}) * 0.5 / 2 = 1549.89 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. curva 93.5} = (A_{93.5} - A_{93}) * 1 - (A_{93.5} - A_{93}) * 0.5 / 2 = 880.31 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. curva 94} = (A_{94} - A_{93.5}) * 0.5 - (A_{94} - A_{93.5}) * 0.5 / 2 = 150.66 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Total} = 14\ 284.03 \text{ m}^3$$

A como se observa el volumen es muy poco, **14 284.03 m³** el cual no soportara con una avenida o crecida muy fuerte o que llegue a generarse por un tiempo largo, se producirá un derrame de grandes volúmenes, el cual no puede dejar a

que tome libre curso que es lo que hace que se formen las corrientes que se adecuan a la topografía del lugar.

6.8. DIMENSIONAMIENTO DEL NUEVO VASO.

6.8.1 CAPACIDAD DE VOLUMEN DEL NUEVO EMBALCE.

1- Volumen de escurrimiento

$$V_e = C_e \cdot P_m \cdot A_c$$

Donde:

C_e = coeficiente de escurrimiento

P_m = precipitación media de la cuenca en (mm)

A_c = área de cuenca en (m²)

$$V_e = 0.25 \cdot 0.1199583333 \cdot 7600000$$

$$V_e = 227\,920.83 \text{ m}^3$$

2 - Volumen aprovechable

$$V_{ap} = V_e \cdot K_{ap}$$

Donde:

V_e = volumen de escurrimiento

K_{ap} = coeficiente de aprovechamiento 0.3- 0.9

$$V_{ap} = 227\,920.83 \cdot 0.6$$

$$V_{ap} = 136\,752.5 \text{ m}^3$$

3 - Capacidad de azolves

$$Caz = Kaz * Na * Ve$$

Donde:

Caz= Capacidad de azolves

Kaz = coeficiente de azolvamiento para presas pequeñas 0.0015

Na = vida útil de la presa en años

$$Caz = 0.0015 * 25 * 227\,920.83$$

$$Caz = 8\,547.03 \text{ m}^3$$

4- Capacidad muerta

$$Cm = Caz + Vcp + Vr + Vt$$

Donde:

Cm = Capacidad muerta

Caz= Capacidad de azolves

Vcp= volumen para cría de peses

Vr = volumen para recreación

Vt= volumen para turismo

$$Cm = Caz$$

$$Cm = 8\,547.03 \text{ m}^3$$

5 - capacidad útil calculada

$$Cuc = Vapr$$

$$Cuc = Vapr / Ev$$

Donde:

Vapr = volumen útil aprovechable

Ev = eficiencia del vaso varía entre 0.3 - 1.5

$$\mathbf{Cuc = 136\ 752.5 / 1}$$

$$\mathbf{Cuc = 136\ 752.5\ m^3}$$

Comprobación

Volumen del vaso actual + volumen de derrame máximo = capacidad útil calculada

$$\mathbf{14\ 284.03\ m^3 + 110\ 637.692\ m^3 = 124\ 921.73\ m^3 \geq 136\ 752.5\ m^3}$$

6.8.2 DIMENSIONAMIENTO DEL NUEVO VASO.

Tendrá la forma convencional y tradicional de trapecio ya que este tipo de embalse tiene una mejor eficiencia:

Se propone:

Una base menor de 120m x 150 m = 18 000 m²

Una base mayor de 140m x 170m = 23 800m²

$$= 41\ 800\ m^2$$

$$\text{Volumen del nuevo vaso} = \left(\frac{A1+A2}{2}\right) \cdot h$$

Despejando h para encontrar el nivel máximo de operaciones del embalse

$$h = \frac{\text{capacidad util calculada}}{\left(\frac{A1+A2}{2}\right)}$$

$$h = \frac{136752.5}{\left(\frac{18000+41800}{2}\right)} = 6.55\text{m. Nivel máximo de operaciones del embalse}$$

La altura de la cresta será el nivel máximo de operaciones + el borde libre

La **US bureau of reclamation** recomienda que para presas de tierra un borde libre entre 1m y 2 m.

La altura de la cresta de la presa será de 8m.

TABLA 22: Para el diseño del talud aguas abajo y aguas arriba se toman los siguientes criterios de diseño.

Altura (M)	Talud Agua Arriba	Talud Aguas Abajo
5	2.0H: 1V	1.5H:1V
5-10	2.5H:1V	2.0H:1V
12-15	2.75H:1V	2.5H:1V
15-30	3.0H:1V	2.5H:1V

Fuente: Proyecto de presas pequeñas, Unitated Stated departamento Of THE INTERIOR , Stewart L Udall, Secretary Bureau of Reclamation Floy E DOMINY , Commyssionere

Para el talud aguas arriba:

La altura total de la cresta es de 8m

Si para 1v: 2.5h

Para 8 = 20 m

Para el talud aguas abajo:

Si para 1v: 2h

Para 8 = 16m

El diseño de la cresta queda con una base de 36 m abajo y 7m de ancho en la parte superior con una altura de 8m incluyendo borde libre.

6.8.3 DISEÑO DEL CANAL REVESTIDO QUE CONDUCIRÁ LAS AGUAS HASTA EL CAUCE NATURAL EXISTENTE

Por lo general los causes que guían las aguas tienen la forma trapezoidal por ser el más eficientes para este tipo de estructuras. Diseñar el canal trapezoidal utilizando el factor de sección y la máxima eficiencia.

Datos

$$Q = 4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N = 0.012$$

$$Z = 1.5$$

$$S = 6\%$$

Cálculos**Coeficiente de sección:**

$$K = \frac{Qn}{S^{1/2}}$$

$$K = \frac{(4 \text{ m}^3/\text{s})(0.012)}{0.06^{1/2}}$$

$$K = 0.20$$

Tirante o altura mojada:

$$Y = \left(\frac{K}{1.09} \right)^{3/8}$$

$$Y = \left(\frac{0.20}{1.09} \right)^{3/8}$$

$$Y = 0.53\text{m}$$

Base de la sección:

$$B = \frac{Y}{\cos\theta}$$

$$B = \frac{0.53}{\cos 30}$$

$$B = 3.49 \approx 4\text{m}$$

Perímetro de la sección:

$$P = 2\sqrt{3}y$$

$$P = 2\sqrt{3}(0.53)$$

$$P = 1.84\text{m}$$

Radio hidráulico:

$$RH = 0.5 (y)$$

$$RH = 0.5 (0.53)$$

$$RH = 0.265\text{m}$$

Área de la sección:

$$A = \sqrt{3} (y^2)$$

$$A = \sqrt{3} (0.53^2)$$

$$A = 0.49\text{m}^2$$

Espejo de agua:

$$T = 2yz + b$$

$$T = 2(0.53)(1.5) + (4)$$

$$T = 5.6 \approx 6\text{m}$$

Calculo de la velocidad de diseño:

$$Q = AV$$

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

$$V = \frac{4\text{m}^3/\text{s}}{0.49\text{m}^2}$$

$$V = 8 \text{ m/s}$$

$$V_d > V_{lim}$$

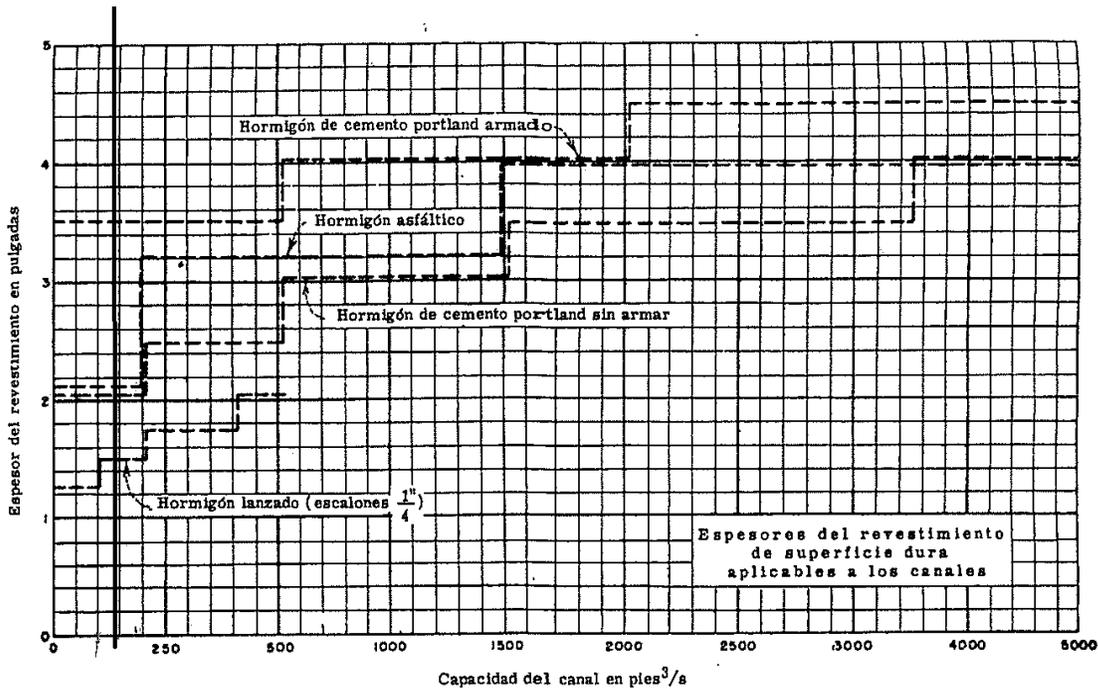


Figura 26. **Nomograma para encontrar espesor del revestimiento a partir del caudal.**

Fuente:

El caudal de $4\text{ m}^3/\text{s} \approx 141.26\text{ ft}^3/\text{s}$, utilizando el nomograma para encontrar el espesor de concreto resulta de 2.5 pulgadas, espesor que significara evitar el desgaste o erosión del canal.

6.8.4 DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS ALCANTARILLA

Se diseñaran para un par de alcantarillas para un caudal de 2 m³/s cada una de ellas y una en la parte alta 7m de nivel del fondo del vaso que servirá como vertedero para una lluvia extrema si llegase a pasar su nivel máximo de operaciones.

Datos:

$$Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = 0.005 \quad N_{\text{concreto}} = 0.012 \quad J = 0.4612 \text{ (para una relación } D/d=1)$$

$$D = \left(\frac{QN}{J\sqrt{S}} \right)^{3/8}$$

$$D = \left(\frac{2 \cdot 0.012}{0.4612 \sqrt{0.005}} \right)^{3/8}$$

$$D = 0.89 \text{ m}$$

$$A = D^2 \left(\frac{\pi}{4} \frac{360-\theta}{360} + \frac{\sin\theta}{8} \right)$$

$$A = (0.89)^2 \left(\frac{\pi}{4} \frac{360-6.2832}{360} + \frac{\sin 6.2832}{8} \right)$$

$$A = 0.62 \text{ m}^2$$

$$P = D \cdot \pi \frac{360-6.2832\theta}{360}$$

$$P = 0.89 \cdot \pi \frac{360-6.2832}{360}$$

$$P = 2.74 \text{ m}$$

$$T = D \cdot \sin 1/2\theta$$

$$T = 0.89 \cdot \sin 3.14$$

$$T = 0.48$$

$$R_h = D \left(\frac{1}{4} + \frac{360}{360-\theta} \frac{\sin\theta}{8\pi} \right)$$

$$Rh = 0.89 \left(\frac{1}{4} + \frac{360}{360-6.2832} \frac{\sin 6.2832}{8\pi} \right)$$

$$Rh = 0.23 \text{ m}$$

Se utilizaran 2 alcantarillas circulares con diámetros de 1m cada una según el catálogo de diámetros comerciales son las más adecuadas.

Diseño de alcantarilla superior para un caudal de 3m³/s.

Datos:

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

$$S = 0.005$$

$$N_{\text{concreto}} = 0.012$$

$$J = 0.4612 \text{ (para una relación } D/d=1)$$

$$D = \left(\frac{3 \cdot 0.012}{0.4612 \sqrt{0.005}} \right)^{3/8}$$

$$D = 1.04 \text{ m}$$

$$A = 1.04^2 \left(\frac{\pi}{4} \frac{360-6.2832}{360} + \frac{\sin 6.2832}{8} \right)$$

$$A = 0.84 \text{ m}^2$$

$$P = 1.04 \cdot \pi \frac{360-6.2832}{360}$$

$$P = 3.21 \text{ m}$$

$$T = 1.04 \sin 3.14$$

$$T = 0.60$$

$$Rh = 1.04 \left(\frac{1}{4} + \frac{360}{360-6.2832} \frac{\sin 6.2832}{8\pi} \right)$$

$$Rh = 0.26 \text{ m}$$

Se usara una alcantarilla con un diámetro de 1.20m por ser un diámetro comercial

6.8.5 DISEÑO DEL DISIPADOR HIDRÁULICO

La altura de cresta de la presa será de 8m incluyendo su borde libre. la primer alcantarilla que regulara el caudal se encuentra a 1.5m del nivel del fondo y la segunda que funcionara como vertedero se encuentra a 6.80 desde el fondo, sirviendo como vertedero para una tormenta que llegase a superar su nivel máximo de operaciones el cual es de 6.55m

$$D_s = 1.90 * H_t^{0.225} * Q^{0.56}$$

Donde:

D_s = Máximo nivel de calado de socavación por debajo del nivel del agua en metros

H_t = nivel de altura desde el nivel de agua del embalse

Q = caudal especifico en $m^3/s/m$ de ancho

$$D_s = 1.90 * 6.80^{0.225} * 1^{0.56}$$

$D_s = 2.92$ m (máximo)

Se propone 1.5m para disminuir la energía cinética del flujo y evitar el resalto hidráulico y socavación en el canal trapezoidal.

El número de gradas:

$$\#gradas = \frac{H_t}{D_s}$$

$$\#gradas = \frac{6.80}{1.5} = 5$$

Para el diseño de la huella de se utilizan los siguientes criterios de diseños:

- cimentar las estructuras siempre en corte y nunca sobre rellenos.
- Acomodar las gradas a la pendiente del terreno, evitando las gradas de gran altura
- La altura de los muros laterales debe ser superior a la mitad de la altura de la grada $D \geq \frac{1}{2}D_s$
- Debe ser auto limpiante (Que no permita la sedimentación).
- Debe incluirse una estructura de disipación en el pie de la torrentera.

7.0 ANEXOS.

Tabla 23:
Tabla de propiedades geométricas de los tubos.

Y D	A d2	P D	R d	T d	D d	AD1/2 d5/2	AR2/3 d8/3	θ
0.02	0.0037	0.2838	0.0132	0.2800	0.0134	0.0004	0.0002	0.5676
0.04	0.0105	0.4027	0.0262	0.3919	0.0269	0.0017	0.0009	0.8054
0.06	0.0192	0.4949	0.0389	0.4750	0.0405	0.0039	0.0022	0.9899
0.08	0.0294	0.5735	0.0513	0.5426	0.0542	0.0069	0.0041	1.1470
0.10	0.0409	0.6435	0.0635	0.6000	0.0681	0.0107	0.0065	1.2870
0.12	0.0534	0.7075	0.0755	0.6499	0.0821	0.0153	0.0095	1.4150
0.14	0.0668	0.7670	0.0871	0.6940	0.0963	0.0207	0.0131	1.5340
0.16	0.0811	0.8230	0.0986	0.7332	0.1106	0.0270	0.0173	1.6461
0.18	0.0961	0.8763	0.1097	0.7684	0.1251	0.0340	0.0220	1.7526
0.20	0.1118	0.9273	0.1206	0.8000	0.1398	0.0418	0.0273	1.8546
0.22	0.1281	0.9764	0.1312	0.8285	0.1546	0.0504	0.0331	1.9528
0.24	0.1449	1.0239	0.1416	0.8542	0.1697	0.0597	0.0394	2.0479
0.26	0.1623	1.0701	0.1516	0.8773	0.1850	0.0698	0.0461	2.1403
0.28	0.1800	1.1152	0.1614	0.8980	0.2005	0.0806	0.0534	2.2304
0.30	0.1982	1.1593	0.1709	0.9165	0.2162	0.0921	0.0610	2.3186
0.32	0.2167	1.2025	0.1802	0.9330	0.2322	0.1044	0.0691	2.4051
0.34	0.2355	1.2451	0.1891	0.9474	0.2485	0.1174	0.0776	2.4901
0.36	0.2546	1.2870	0.1978	0.9600	0.2652	0.1311	0.0864	2.5740
0.38	0.2739	1.3284	0.2062	0.9708	0.2821	0.1455	0.0956	2.6569
0.40	0.2934	1.3694	0.2142	0.9798	0.2994	0.1605	0.1050	2.7389
0.42	0.3130	1.4101	0.2220	0.9871	0.3171	0.1763	0.1148	2.8202
0.44	0.3328	1.4505	0.2295	0.9928	0.3353	0.1927	0.1284	2.9010
0.46	0.3527	1.4907	0.2366	0.9968	0.3539	0.2098	0.1349	2.9814
0.48	0.3727	1.5308	0.2435	0.9992	0.3730	0.2276	0.1453	3.0616
0.50	0.3927	1.5708	0.2500	1.0000	0.3927	0.2461	0.1558	3.1416
0.52	0.4127	1.6108	0.2562	0.9992	0.4130	0.2652	0.1665	3.2216
0.54	0.4327	1.6509	0.2621	0.9968	0.4340	0.2850	0.1772	3.3018
0.56	0.4526	1.6911	0.2676	0.9928	0.4558	0.3055	0.1879	3.3822
0.58	0.4724	1.7315	0.2728	0.9871	0.4785	0.3268	0.1987	3.4630
0.60	0.4920	1.7722	0.2776	0.9798	0.5022	0.3487	0.2094	3.5443
0.62	0.5115	1.8132	0.2821	0.9708	0.5269	0.3713	0.2200	3.6263
0.64	0.5308	1.8546	0.2862	0.9600	0.5530	0.3947	0.2306	3.7092
0.66	0.5499	1.8965	0.2900	0.9474	0.5804	0.4190	0.2409	3.7931
0.68	0.5687	1.9391	0.2933	0.9330	0.6096	0.4440	0.2511	3.8781
0.70	0.5872	1.9823	0.2962	0.9165	0.6407	0.4700	0.2610	3.9646
0.72	0.6054	2.0264	0.2987	0.8980	0.6741	0.4971	0.2705	4.0528
0.74	0.6231	2.0715	0.3008	0.8773	0.7103	0.5252	0.2798	4.1429
0.76	0.6405	2.1176	0.3024	0.8542	0.7498	0.5546	0.2886	4.2353
0.78	0.6573	2.1652	0.3036	0.8285	0.7933	0.5854	0.2969	4.3304
0.80	0.6736	2.2143	0.3042	0.8000	0.8420	0.6181	0.3047	4.4286
0.82	0.6893	2.2653	0.3043	0.7684	0.8970	0.6528	0.3118	4.5306
0.84	0.7043	2.3186	0.3038	0.7332	0.9605	0.6903	0.3183	4.6371
0.86	0.7186	2.3746	0.3026	0.6940	1.0354	0.7312	0.3239	4.7492
0.88	0.7320	2.4341	0.3007	0.6499	1.1263	0.7769	0.3286	4.8682
0.90	0.7445	2.4981	0.2980	0.6000	1.2409	0.8294	0.3322	4.9962
0.92	0.7560	2.5681	0.2944	0.5426	1.3933	0.8923	0.3345	5.1362
0.94	0.7662	2.6467	0.2895	0.4750	1.6131	0.9731	0.3353	5.2933
0.96	0.7749	2.7389	0.2829	0.3919	1.9771	1.0895	0.3339	5.4778
0.98	0.7816	2.8578	0.2735	0.2800	2.7916	1.3060	0.3294	5.7156
1.00	0.7854	2.1416	0.2500	0.0000			0.3117	6.2832

Fuente: productos de concreto empresa Holcim S.A

Tabla 24:

Alcantarillas trabajando con nivel máximo del agua.

Diámetro nominal(cm)	Diámetro interior(cm)	Caudal (m ³ /seg)	Área (m ²)	Pendiente crítica(m/m)
10	10.2	0.005	0.0060	0.0113
15	15.2	0.013	0.0133	0.0099
20	20.3	0.026	0.0238	0.0090
25	25.4	0.046	0.0372	0.0083
30	30.5	0.073	0.0537	0.0078
30	30.0	0.070	0.0519	0.0079
40	40.0	0.144	0.0923	0.0071
50	50.0	0.252	0.1442	0.0066
60	60.0	0.397	0.2076	0.0062
70	70.0	0.584	0.2826	0.0059
80	80.0	0.816	0.3691	0.0057
90	90.0	1.090	0.4672	0.0054
100	100.0	1.420	0.5767	0.0053
120	120.0	2.250	0.8305	0.0050
137	137.2	3.140	1.086	0.0047
152	152.4	4.090	1.340	0.0046
168	167.6	5.180	1.620	0.0044
183	182.9	6.450	1.929	0.0043
213	213.4	9.480	2.626	0.0041

Fuente: productos de concreto empresa Holcim S.A, 2010

Tabla 25:

Segmentos circulares y sus relaciones hidráulicas.

d/D	A/D'	R/D	T/D	J'	d/D	A/D'	R/D	T/D	J'
0.01	0.0013	0.0066	0.199		0.51	0.4027	0.2531	1.000	0.2395
.02	.0037	.0132	0.280	.0003	0.52	.4127	.2562	0.999	.2474
.03	.0068	.0197	0.341	.0007	0.53	.4227	.2592	0.998	.2553
.04	.0105	.0262	0.392	.001	0.54	.4327	.2621	0.997	.2633
.05	.0147	.0325	0.436	.002	0.55	.4426	.2649	0.995	.2713
.06	.0192	.0388	0.475	.0033	0.56	.4526	.2676	0.993	.2793
.07	.0242	.0451	0.510	.0046	0.57	.4625	.2703	0.990	.2873
.08	.0294	.0513	0.543	.0060	0.58	.4723	.2728	0.987	.2952
.09	.0350	.0575	0.572	.0077	0.59	.4822	.2753	0.984	.3032
.10	.0409	.0635	0.600	.0097	0.60	.4920	.2776	0.980	.3112
.11	.0470	.0695	0.626	.0118	0.61	.5018	.2799	0.975	.3191
.12	.0534	.0754	0.650	.0142	0.62	.5115	.2821	0.971	.3270
.13	.0600	.0813	0.673	.0167	0.63	.5212	.2842	0.966	.3348
.14	.0668	.0871	0.694	.0195	0.64	.5308	.2862	0.960	.3426
.15	.0739	.0929	0.714	.0225	0.65	.5404	.2881	0.954	.3503
.16	.0811	.0985	0.733	.0257	0.66	.5499	.2900	0.947	.3580
.17	.0885	.1041	0.751	.0291	0.67	.5593	.2917	0.940	.3656
.18	.0961	.1097	0.768	.0327	0.68	.5687	.2933	0.933	.3731
.19	.1039	.1152	0.785	.0365	0.69	.5780	.2948	0.925	.3805
.20	.1118	.1206	0.800	.0406	0.70	.5872	.2962	0.916	.3878
.21	.1199	.1259	0.815	.0448	0.71	.5963	.2976	0.907	.3950
.22	.1281	.1312	0.828	.0492	0.72	.6054	.2987	0.898	.4020
.23	.1365	.1364	0.842	.0537	0.73	.6143	.2998	0.888	.4089
.24	.1449	.1415	0.854	.0585	0.74	.6231	.3008	0.877	.4157
.25	.1535	.1466	0.866	.0634	0.75	.6318	.3017	0.866	.4223
.26	.1623	.1516	0.877	.0686	0.76	.6404	.3024	0.854	.4288
.27	.1711	.1566	0.888	.0739	0.77	.6489	.3031	0.842	.4351
.28	.1800	.1614	0.898	.0793	0.78	.6573	.3036	0.829	.4412
.29	.1890	.1662	0.908	.0849	0.79	.6655	.3039	0.815	.4470
.30	.1982	.1709	0.917	.0907	0.80	.6735	.3042	0.800	.4527
.31	.2074	.1756	0.925	.0966	0.81	.6815	.3043	0.785	.4582
.32	.2166	.1802	0.933	.1027	0.82	.6892	.3043	0.768	.4634
.33	.2260	.1847	0.940	.1089	0.83	.6969	.3041	0.751	.4683
.34	.2355	.1891	0.947	.1153	0.84	.7043	.3038	0.733	.4730
.35	.2450	.1935	0.954	.1218	0.85	.7115	.3033	0.714	.4773
.36	.2546	.1978	0.960	.1284	0.86	.7186	.3026	0.694	.4813
.37	.2642	.2020	0.966	.1352	0.87	.7254	.3018	0.673	.4850
.38	.2739	.2062	0.971	.1420	0.88	.7320	.3007	0.650	.4882
.39	.2836	.2102	0.975	.1490	0.89	.7384	.2995	0.626	.4911
.40	.2934	.2142	0.980	.1561	0.90	.7445	.2980	0.600	.4936
.41	.3032	.2181	0.984	.1633	0.91	.7504	.2963	0.572	.4956
.42	.3130	.2220	0.987	.1705	0.92	.7559	.2944	0.543	.4971
.43	.3229	.2258	0.990	.177	0.93	.7612	.2921	0.510	.4980
.44	.3328	.2295	0.993	.185	0.94	.7661	.2895	0.475	.4982
.45	.3428	.2331	0.995	.1929	0.95	.7707	.2865	0.436	.4977
.46	.3527	.2366	0.997	.2005	0.96	.7749	.2829	0.392	.4962
.47	.3627	.2401	0.998	.2082	0.97	.7785	.2787	0.341	.4936
.48	.3727	.2435	0.999	.2160	0.98	.7816	.2735	0.280	.4894
.49	.3827	.2468	1.000	.2238	0.99	.7840	.2666	0.199	.4826
.50	.3927	.2500	1.000	.2316	1.00	.7854	.2500	0.000	.4632

Fuente: AMERICAN CIVIL ENGINEERING PRACTICE, ROBERT W.ABBETT.

Sección transversal del canal verificado por el programa H canales versión 3.0

Lugar:	<input type="text" value="San Isidro Libertador."/>	Proyecto:	<input type="text" value="Micro Presa"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+88 , 0+190"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="4"/> m3/s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="4"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="1.5"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.012"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.006"/> m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3227"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="5.1635"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="1.4470"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2802"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="4.9681"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.7643"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.6353"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.7122"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>		

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--------------	----------------------	--------------	--------------------	-----------------

Figura 26. Verificación de la sección del canal.

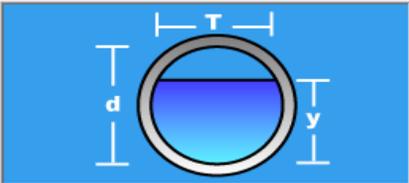
Fuente: realización propia, software H canal.

Diámetro menor de alcantarilla D=1m a un nivel mínimo de operaciones, verificado por el programa H canales versión 3.0

Lugar:	<input type="text" value="San Isidro Libertador"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Micro Presa"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+63 , 099"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:

Caudal (Q) :	<input type="text" value="2"/>	m ³ /s
Relación (y/d) :	<input type="text" value="0.90"/>	
Rugosidad (n) :	<input type="text" value="0.012"/>	
Pendiente (S) :	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Diámetro (d) :	<input type="text" value="1.0081"/>	m	Perímetro mojado (p) :	<input type="text" value="2.5183"/>	m
Tirante (y) :	<input type="text" value="0.9073"/>	m	Radio hidráulico (R) :	<input type="text" value="0.3004"/>	m
Area hidráulica (A) :	<input type="text" value="0.7566"/>	m ²	Velocidad (v) :	<input type="text" value="2.6433"/>	m/s
Espejo de agua (T) :	<input type="text" value="0.6049"/>	m	Energía específica (E) :	<input type="text" value="1.2634"/>	m-Kg/Kg
Número de Froude (F) :	<input type="text" value="0.7546"/>		Tipo de flujo :	<input type="text" value="Subcrítico"/>	

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Figura 27. Verificación del diámetro menor de la alcantarilla

Fuente: realización propia, software H canal.

Diámetro mayor de alcantarilla D=1.2m a una altura de 7m iniciando del nivel cero del embalse, verificado por el programa H canales versión 3.0

Lugar:	<input type="text" value="San Isidro Libertador"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Micro Presa"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+63 , 099"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="3"/>	m ³ /s
Relación (y/d):	<input type="text" value="0.90"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.012"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Diámetro (d):	<input type="text" value="1,1736"/>	m	Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="2,9319"/>	m
Tirante (y):	<input type="text" value="1,0563"/>	m	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0,3498"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="1,0255"/>	m ²	Velocidad (v):	<input type="text" value="2,9253"/>	m/s
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0,7042"/>	m	Energía específica (E):	<input type="text" value="1,4924"/>	m-Kg/Kg
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0,7739"/>		Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>	

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
--	--	--	--	---

Figura 28. Verificación del diámetro mayor de la alcantarilla

Fuente: realización propia, software H canal.



CAPITULO VI

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se denomina evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado

7.1 INTRODUCCION

El un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), siendo este un requisito de ley a partir de 1994, según lo establece el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, mediante el decreto No. 45-94 “Reglamento de Permiso y Evaluación de Impacto Ambiental” en el que se establece que cualquier individuo o institución dueño de cualquier proyecto que potenciara causar impactos negativos al ambiente, deberá presentar dicho estudio para la obtención del permiso ambiental del Proyecto en cuestión.

En este caso el proyecto consiste en la construcción de una micro presa para el mejoramiento del sistema de drenaje y evitar inundaciones en el barrio memorial Sandino, municipio de Managua, departamento de Managua, la localización prevista para el sitio del embalse está en el lugar conocido como “San Isidro Libertador” a una distancia aproximada de 800 m de la pista suburbana sector sur.

Según el decreto 45-94, en su artículo 5, inciso “i”; presas, micro presas y reservorios están sujetos a la presentación de Estudio de Impacto Ambiental para la concesión del permiso ambiental. En la elaboración del presente estudio se miden los efectos que este proyecto causa sobre el conjunto de elementos: medio abiótico, biótico y socioeconómico.

A la vez se incorporan las medidas para reducir los posibles riesgos que se puedan ocasionar al ambiente, acompañado de un Plan de Gestión Ambiental para dar seguimiento y control al cumplimiento de estas medidas.

7.2 INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

Este proyecto consiste en mejorar la dirección de encausamiento de las aguas dirigiéndolas al cauce natural llamado "EL ARROYO" el cual aguas abajo se unen dos cauces llamados *Cauce De Cuajachillo* y *Cauce De Pochocuape*, antes de llegar a *EL CARMEN* se forman en uno solo llamado **CAUCE OCCIDENTAL** desaguando al Lago Xólotlan (ver anexos 1).

La actual estructura ha cumplido con el límite de tiempo de diseño requiriendo obligatoriamente un rediseño, además dicha estructura desfasada no se adapta al funcionamiento con el cual se había diseñado debido al aumento de la densidad poblacional y la toma de terrenos aledaños a la micro presa, poniendo en riesgo la sobrevivencia del poblado cercano a él. se cambiara la sección del canal en dirección oeste donde transitan las aguas de los cauces antes mencionados.

Esta obra de drenaje mayor: ampliara en su totalidad el volumen de capacidad del embalse con su nueva cresta, esta tendrá un caudal regulado de salida de 4 m³/s diseñando dos alcantarillas de diámetros 1m a un nivel mínimo de operación y una alcantarilla de diámetro 1.2 m para una máxima crecida que llegara a sobre pasar el nivel máximo de operaciones que es de 6.55 m de altura, iniciando desde el fondo del embalse.

El material de corte del canal será utilizado en el relleno de los bordes de las partes más bajas del embalse, el material arcilloso para la cresta será tomado de bancos locales para evitar los altos costos cuando a transporte se refiere, por lo cual se hará un estudio ambiental de afectación en el área de influencia directa e indirecta.

Es imprescindible durante la construcción de la obra un campamento temporal y plantel para las maquinas.

7.3 CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA.

El área de influencia se define como el área en donde el proyecto podría incidir de una u otra manera de forma directa o indirecta durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

Los criterios para definir las áreas de influencia fueron basados en relación a los posibles impactos que generan este tipo de proyecto en el medio biótico, abiótico y socio económico generados durante el período de ejecución y operación de un embalse.

Se identificaron y clasificaron cuatro áreas de influencias directas e indirectas, las que se detallan a continuación:

- ✓ Micro cuenca de San Isidro libertador
- ✓ Área total del embalse
- ✓ Casco urbano del barrio Colinas del Memorial Sandino

7.3.1 Micro cuenca de San Isidro libertador

Esta es el área a proteger para garantizar el control y recuperación del recurso natural afectado y evitar la contaminación y deterioro de las fuentes de aguas superficiales.

La micro cuenca San Isidro Libertador tiene una superficie de 7.6 m² y se captan las aguas provenientes de la parte sur de Managua y de las comarca Candelaria y Pochocuape.

7.3.2 Área total del embalse

El área total del embalse se concentra en 6.25 hectáreas significando el 0.90 % de la micro cuenca San Isidro Libertador. El área sujeta a inundarse es de 2.10 hectáreas significando el 0.30% de la superficie total.

La mayor superficie afectada para las construcción del embalse será la construcción del canal revestido que encausara las aguas hasta el cauce el Arrollo este tiene una área de 0.12 hectáreas que según la topografía solo existirá corte.

El objetivo de esta delimitación y el análisis es de importancia para:

- a) Evaluar la zona de mayor impacto, por la alteración al suelo y Perdida de cobertura boscosa aunque es muy poca más que todo son arbustos los que se encuentran en el perímetro.
- b) Planificación en el desarrollo de las actividades en su fase inicial (primera etapa)
- c) Minimizar las acciones de intervención en el resto de las zonas definidas para el embalse.

7.3.3 CASCO URBANO DEL BARRIO COLINAS DEL MEMORIAL SANDINO

Las colinas del barrio Memorial Sandino se Verán afectadas levemente en algunas de las etapas de la construcción del proyecto, ya que el único camino acceso para llegar el sitio es cruzando el barrio y el equipo de construcción que se utilizara es pesado como lo son camiones, tractores, compactadora, rodillo de hule, cisternas etc.

7.4 CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE DE LA ZONA

El área de influencia directa de la presa San Isidro Libertador tiene una calidad ambiental media, debido a que sobre esta ya existe el embalse que a funcionado por más de 25 años lo cual con el nuevo diseño lo que se hará es ampliar sus dimensiones y por caracterizarse un ambiente tropical seco muy común en Managua, con poca presencia de flora, según se resume del análisis realizado en la descripción del medio físico en capítulos anteriores.

Por otro lado el área de influencia indirecta tiene una características un poco diferentes ya que en esta se encuentra pequeños arboles comunes que nacen en los predios vacíos que por cierto el uso de estos es de potreros para ganado de pequeñas fincas que se encuentran en las cercanías al proyecto

En las siguientes tablas se presenta la lista de chequeo con la revisión de los principales problemas ambientales detectados, sobre los factores del medio físico-natural del sitio del proyecto.

7.5 ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MITIGACION.

7.5.1 METODOLOGIA

El método comúnmente conocido y utilizado para EIA en presas es el análisis de riesgo ecológico y es el que utilizamos en esta evaluación aunque existen otros métodos.

Esta metodología requiere de la evaluación de los impactos de todas las emisiones posibles que puedan afectar los potenciales ecológicos. Se distinguen los siguientes potenciales ecológicos: Aire, agua, suelo, especies/biotipos, vida y patrimonios culturales y recreación.

Para determinar mejor el volumen del impacto de las instalaciones tanto en la fase de construcción como en la fase de operación, las evaluaciones son integradas en una matriz (figura 29) que se origina por medio una lista de verificación de los posibles impactos que se generarán y que a nuestro criterio por las características mismas del área de influencia del proyecto y la situación ambiental existente se definen cuales de estos serán los más impactos. De esta forma se puede extraer la variante más adecuada de todas las alternativas de ubicaciones y conceptos.

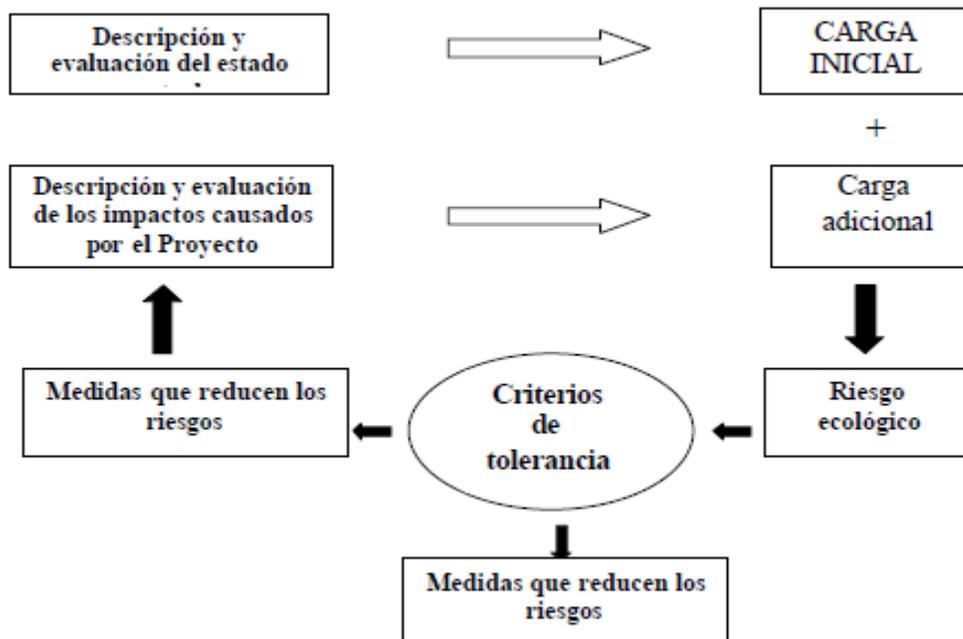


Figura 29. **Esquema del Análisis del Riesgo Ecológico.**

Fuente: proyecto presas rocas morenas-camoapa.

El análisis de riesgo ecológico se basa en una combinación del estado actual de la naturaleza y del paisaje con un pronóstico de las consecuencias que el proyecto producirá. La diferencia existente previa y posterior define el riesgo ecológico. En la figura 29. Se muestra un esquema del análisis de riesgo ecológico. En la figura 30. Se presenta el método de evaluación referente a los impactos importantes por la construcción de la presa San Isidro Libertador.

Carga Inicial Causa....	Carga Adicional Es....	Carga Total Es....
Impacto considerable <i>La totalidad de valores sobrepasan los valores límites</i>	Perceptible y medible <i>Carga no aceptable</i>	Considerable
Impacto <i>Algunos valores sobrepasan los valores límites</i>	Perceptible y medible <i>Carga aceptable</i>	Mediana
Ningún impacto <i>Los valores están dentro de los valores límites</i>	No perceptible ni medible <i>Carga aceptable</i>	Reducida

Figura 30. **Método General de Evaluación para construcción de presas.**

Fuente: proyecto presas rocas morenas-camoapa.

Basándonos en el riesgo elaborado en la figura 26 a continuación se presenta un resumen de las principales medidas de mitigación consideradas para el presente estudio.

Tabla 26:

IMPACTOS Y MEDIDAS GENERADAS.

1. Efectos negativos al ambiente durante la Construcción	1. Medidas para reducir los impactos
- Contaminación del aire y ejecución de obras y vertido de desperdicios	La contaminación del aire por partículas de polvo generado por el movimiento de tierra y despales solamente afectara al personal que ejecutara ya que el viento sopla en sentido contrario de las casas y si llegara a afectar solo seria una pequeña zona de cultivo. Los trabajadores deberán de utilizar mascararas de protección.
Problemas de saneamiento y salud por la construcción de champas, destrucción de la vegetación	La ubicación de champas, el plantel y servicios higiénicos provisionales se deberán de situar fuera del área de inundación, específicamente en un sitio aguas abajo del embalse

Erosión del suelo	Precauciones para reducir la erosión, Las excavaciones y los movimientos de tierra serán un poco grandes y se concentrarán en la línea de construcción del canal de desagüe, utilizando como camino de acceso, el existente camino para la llegada al sitio de presa. La tala de árboles será casi nula mostrado en el anexo imagen 10 cap. III Reforestación del área
RUIDO: Elevados niveles de ruido que provocan molestias a causa de la operación de maquinaria trabajando	
Pérdidas de pequeñas porciones de tierra para la ganadería y la agricultura por las características de inundación del embalse y su canal	El dique se ubicó en un punto de cierre de la cuenca de tal manera que permita reducir el área del espejo de agua del reservorio. El territorio inundará será reforestado y protegido para compensar los terrenos inundados (El territorio inundado es muy poco ya que el embalse ya existe solo se ampliara)
Proliferación de algas y plantas acuáticas dentro del embalse y el deterioro de la calidad de este al descargar aguas abajo sobre el cauce natural	Deja un claro margen entre la zona reforestada y el límite del área de inundación como medida de control de plantas acuáticas y algas; regulación de las descargas de agua y manipulación de los niveles de agua para inhibir el crecimiento de las plantas acuáticas

Incremento de enfermedades de origen Hídrico	Diseño y operación del dique para reducir proliferación de vectores, Control de vectores Profilaxis de enfermedades y tratamiento.
Acumulación de depósitos de sedimentos en la presa disminuyendo su volumen	El volumen de sedimentos acumulados será mínimo porque solamente seis meses del año se embalsará el agua, en caso de acumulación de estos serán retirados a un banco de banco de materiales o para algún buen uso.
Impactos por la construcción del canal que conducirá las aguas hasta el cauce natural	Se hará un canal en el costado oeste del embalse con las dimensiones mínimas y adecuadas, en cuando a corte y relleno. En este sector no se localiza ningún banco de materiales que pudiera ser considerado ya que además este canal solo se realizará volúmenes de corte de acuerdo a la topografía del sitio. El canal se comenzará a construir en la parte central de la cortina siendo en esta sección la ubicación central de drenaje.

Contaminación por desperdicios de aceites e hidrocarburos en el área del embalse y camino de acceso	Construcción de un sistema de recolección y tratamiento para aceites y derivados del petróleo utilizados en el proceso de construcción, que serán llevados a un lugar seguro que no perjudique el medio ambiente
IMPACTOS AMBIENTALES INDIRECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION
Migración controlada de personas a Sitios cercanos al área de embalse.	Limitación del acceso al área de embalse porque esta propiedad será cercada para impedir el acceso de personas y ganadería, estimular el desarrollo rural y los servicios de salud para tratar de minimizar el impacto
IMPACTOS AMBIENTALES EXTERNOS	MEDIDAS DE MITIGACION
Mal manejo del suelo en el área de Influencia y en la cuenca dando como Resultado la erosión del suelo vegetal.	Uso planificado del suelo en un esfuerzo que incluya el manejo adecuado de la cuenca y preservación del medio ambiente incluyendo su paisaje.

Fuente: fuente propia.

7.6 IMPACTOS POSITIVOS

- ✓ La población de las colinas del Memorial se beneficiara directamente en cuanto a las inundaciones de sus propiedades productos de las lluvias en épocas de invierno y garantizando sobre todo su seguridad y la de sus familias que viven en el contorno a la micro cuenca San Isidro Libertador.
- ✓ Reforestación del área circundante al embalse que sirva como una barrera de protección del Embalse y a la vez mejore la estética del lugar.
- ✓ Reforestación del área circundante al embalse que sirva como una barrera de protección del embalse y a la vez mejore la estética del lugar.
- ✓ La implementación de este proyecto servirá de impulso para la construcción de un sistema de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales lo que obviamente elevará aún más la calidad de vida de la población beneficiada.

- ✓ Generación de empleos y calificación de la mano de obra local que tenga la oportunidad de participar en esta obra igualmente aumentara los ingresos por los servicios que se presten en toda la fase de construcción.

7.6.1 PLAN DE GESTION AMBIENTAL

El plan de Gestión ambiental tiene como propósito dar seguimiento a los cumplimientos de las medidas establecidas así como evaluar sí las actividades están incidiendo directa o indirectamente sobre la calidad del medio ambiente, para lo cual se realizarán programas de monitoreo.

Los programas de monitoreo son elementos esenciales para la protección del medio ambiente y sirven para efectuar observaciones a largo plazo, verificar y documentar el medio ambiente según métodos estandarizados.

El plan de gestión ambiental de este proyecto consta de un plan de supervisión el cual se llevará a cabo en la etapa de construcción y un plan de monitoreo el cual se ejecutará en la etapa de operación.

Los factores a ser monitoreados durante la etapa de operación son:

- ✓ Precipitación.
- ✓ Volumen de agua almacenado□.
- ✓ Volumen de sedimento transportado dentro del embalse.
- ✓ Registro de la salud pública y de enfermedades vectoriales.
- ✓ Control del acceso a personas y animales dentro del área del embalse.
- ✓ Control de la vegetación en la cuenca aguas arriba del embalse y alrededor del embalse.

7.7 EVALUACION DE IMPACTOS

7.7.1 Etapa de construcción.

En el siguiente cuadro se presentan los principales impactos que se producirán durante la etapa de construcción del puente. Los impactos han sido evaluados de acuerdo a la siguiente escala de valoración:

- a) Un número que va desde 1 hasta 3, indicando la magnitud del impacto.
- b) Un signo antepuesto al número indicando si el impacto es benéfico (+) o adverso (-).
- c) La letra D o I dependiendo de si el impacto es directa o indirecta.
- d) La letra P o T dependiendo de si el impacto es de carácter temporal o permanente.

Tabla 27:

Evaluación de los principales impactos ambientales (*Etapa de construcción*).

Concepto	Población del área			Factores naturales					TOTALES
	Salud	Comodidad	Economía	Suelos	Aire	Aguas	Flora	Fauna	
Construcción de champa temporal	0	0	1	-1	-1	0	-1	-1	-3
				D.T	D.T		D.T	D.T	
Movimiento de tierra	-3	-2	1	-3	-3	0	-2	-1	-13
	D.T	D.T	D.T	D.T	D.T		D.T	D.T	
Traslado de materiales	-1	-2	1	-3	-3	0	-1	-1	-10
	I.T	D.T	D.T	D.T	D.T		D.T	I.T	
Construcción del embalse	-1	-3	3	-3	-1	0	-2	-2	-9
	D.T	D.T	D.T	D.T	I.T		D.T	D.T	
TOTALES	-5	-7	6	-10	-8		-6	-5	-35

Fuente: fuente propia.

Durante la operación del embalse los impactos ambientales son básicamente positivos, el único impacto será el mantenimiento que esta se le ejecutara principalmente antes del periodo de invierno con el fin de garantizar un buen funcionamiento. En la siguiente tabla se muestran los principales impacto utilizando la escala de valorización de la tabla anterior.

Tabla 28:

Evaluación de los principales impactos ambientales (*Etapas de operación*).

Funcionabilidad de la Obra	Población del Área			Factores Naturales					Totales
	Salud	Comodidad	Economía	Suelos	Aire	Aguas	Flora	Fauna	
Desarrollo económico	1	2	1	-1	-1	0	-1	-2	-1
	I.P	I.P	D.P	D.T	D.P		D.P	D.P	
Operación de la obra	3	2	1	-1	0	0	0	0	5
	D.P	D.P	D.P	D.T					
Medidas ambientales	2	1	1	1	1	0	1	2	9
	I.P	D.P	D.T	D.T	D.P		D.P	D.P	
TOTALES	6	5	3	-1	0	0	0	0	13

Fuente: fuente propia.

7.6.4 Análisis de resumen para la evaluación de impactos ambientales.

7.6.4.1 Etapa constructiva.

Los resultados de la evaluación durante la etapa constructiva son poco por lo que el embalse ya existe pero habrán impacto, el mayor es el producido por el movimiento de tierra y el volumen de corte por el nuevo canal que se construirá esto vendrá a dar un nuevo cambio al actual suelo y al paisaje de la zona pero que no afectara las condiciones de la cuenca.

La construcción de la champa es necesario ya que es el lugar donde se guardan los materiales y las maquinas a utilizar causara un efecto leve ya que aquí también se harán los cambios de aceites y se guardara combustible y derivados del petróleo entre otros desperdicios que luego serán depositados en lugares debidamente adecuados.

El traslado del material es poco porque solo se pretende trasladar el material de la cresta y en cuanto al excavado será depositado en un lugar seguro se pretende depositar en el banco de materiales plantel de Batahola donde actualmente se está relleno dicho banco con materiales similares.

Durante la construcción el principal impacto será el ruido este es inevitable pero solo será temporal y se usara la maquinaria necesaria con un mejor rendimiento posible.

7.6.4.2 Etapa de operaciones

Según la tabla de impacto y sus resultados durante la etapa de operaciones el mayor impacto será el mantenimiento, este mantenimiento es anual y consiste en limpiar el volumen de azolves acumulados en el embalse ya que estos reducen la vida útil.

La etapa de operaciones generara una seria de impactos de gran beneficios a la población como es la estabilidad de la comunidad al evitar las inundaciones y un mejor bien estar para los pobladores aledaños al proyecto.

7.7 Plan de mitigación contra desastres naturales

1. Se entiende como **DESASTRE**, la manifestación de la dinámica del riesgo, su ocurrencia implica alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el ambiente, que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada, de tal forma que, para su atención y rehabilitación se requiere de ayuda externa.
2. El riesgo aparece cuando en un mismo territorio y en un mismo tiempo, coinciden eventos **amenazantes**, que pueden ser de origen natural o creados por el hombre, con unas condiciones de **vulnerabilidad** dadas. Así, el riesgo es una situación derivada del proceso de desarrollo histórico

de las comunidades, que ha conducido a la construcción y ubicación de infraestructura pública o privada de forma inapropiada con relación a la oferta ambiental del territorio.

3. El riesgo alude a una situación latente o potencial y por lo tanto es posible Intervenido actuando sobre sus elementos constitutivos (conocidos como la Amenaza y la Vulnerabilidad), con el fin de evitarlo o de reducir el nivel esperado de pérdidas y daños. Estas actuaciones hacen parte de una serie de acciones, iniciativas y procedimientos que constituyen la denominada **Gestión del Riesgo**.
4. Las amenazas se definen como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre, con la capacidad de generar daños o pérdidas en un lugar y momento determinado



- 5.
6. **Figura 31. Esquema de un poblado con una área de riesgo muy típica durante un fenómeno natural.**
7. Fuente: GUÍA AMBIENTAL PARA EVITAR, CORREGIR Y COMPENSAR LOS IMPACTOS DE LAS ACCIONES DE REDUCCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL NIVEL MUNICIPAL

8. El concepto de vulnerabilidad hace referencia tanto a la susceptibilidad de un sistema social *de ser afectado* por una amenaza como a la capacidad del mismo sistema de *sobreponerse* luego de la afectación

9. **Prevención**, es el **conjunto de acciones y medidas** dispuestas con anticipación, con el fin de **evitar** la ocurrencia de desastres derivados de eventos naturales o antrópicos, o de reducir sus consecuencias sobre la población, los bienes, servicios y el Medio ambiente.

10. **Mitigar** significa tomar medidas y/o acciones para **reducir** el nivel de pérdidas esperado ante la ocurrencia del desastre. El término mitigación se emplea para denotar una gran variedad de actividades y medidas de protección que pueden ser adoptadas, tales como el reforzamiento de edificios de forma sismo resistente o la reubicación de viviendas asentadas en zonas de alto riesgo

11. MEDIDAS A UTILIZAR EN LA GESTIÓN DE RIESGOS

12. Obras para la prevención de los fenómenos de remoción en masa

Los fenómenos de remoción en masa se refieren al desprendimiento de piedras, tierra o detritos en una pendiente a causa de la gravedad y comúnmente se conocen o nombran como deslizamientos. Pueden ser detonados por lluvias, inundaciones, terremotos u otras causas naturales.

13. Remoción y/o conformación del perfil del terreno o talud: Se refiere a la reconfiguración del talud con el fin de incrementar su estabilidad, bien disminuyendo la masa inestable en la corona o aumentando la masa en la base del movimiento.

Si se interviene un talud mediante su tendido, esta medida es preventiva, mientras que si se utiliza cuando el talud ha fallado o cuando existe una superficie de falla definida la medida es correctiva.

Las técnicas más utilizadas para este fin son:

- Tendido del talud
- Construcción de bermas o rellenos de contrapeso
- Construcción de trincheras.

14. Estabilizantes

- Terraceo.

15. Control de drenaje e infiltración: Son obras que permiten controlar o disminuir la presión que ejerce el agua dentro del suelo o la roca, facilitando su circulación y evacuación rápida a través del talud, evitando excesos de presiones y erosión interna. Es un método utilizado en la prevención y corrección en áreas inestables y hace parte de la solución integral en la estabilización del talud. Estas obras pueden ser implementadas tanto para el manejo de aguas superficiales

16. como en el de aguas superficiales. Algunas obras de drenaje para aguas superficiales son:

- Divisores de agua
- Explanación del talud para eliminar apozamientos
- Revestimientos
- Revegetalización

17. Obras para el control de la erosión: La erosión es un fenómeno -natural y antrópico- que detona o contribuye a los

18. Fenómenos de remoción en masa y las avenidas torrenciales, razón por la cual se consideran prioritarias todas las acciones encaminadas a controlar o prevenir este tipo de procesos.

19. Las acciones del hombre como quemas, talas incontroladas de bosques, vertimientos Inadecuados de agua, movimientos de tierra, uso agrícola del suelo no adecuado al trópico, entre otras, aceleran los procesos erosivos degradándolos suelos y aumentando los aportes de sedimentos a los ríos y quebradas que modifican su dinámica fluvial. Hoy esta acción erosiva afecta grandes extensiones de tierras en el país y por ello, requiere de medidas correctivas efectivas en el corto plazo y preventivas en el mediano y largo plazo.

20. Tratamiento de regulación de la escorrentía superficial: Estos tratamientos consisten en la construcción de canales que interceptan y conducen la escorrentía hacia la red de drenaje natural. Cumplen la función de regular el gran volumen de flujo directo o escorrentía superficial en zonas con baja cobertura vegetal y se utilizan en casos donde las laderas presentan procesos de erosión crecientes.

21. Los canales en su conjunto conforman una red de drenaje y pueden ser:

- De desviación
- Transversales
- Longitudinales

22. Incremento de infiltración: Se logra mediante la conformación de sistemas de infiltración que reducen la velocidad, el poder erosivo del agua de escorrentía superficial y retienen los sedimentos trasportados; en algunos casos, permiten acumular aguas lluvias para el riego. Este tipo de intervención se recomienda en zonas donde la escorrentía predomina sobre la infiltración. Algunas de las medidas utilizadas para incrementar la infiltración son:

- Las zanjas de infiltración o

- Las micro terrazas forestales (utilizadas en laderas con pendientes moderadas)

23. Obras para la prevención y control de las inundaciones:

Ampliación de cauces: Este tipo de acción permite mejorar las condiciones hidráulicas del cauce, bien sea por el retiro de los sedimentos mediante dragado o por la rectificación de sus márgenes.

Se utiliza en áreas de desembocadura, de alta sedimentación o donde la acción del hombre ha alterado la sección del cauce con rellenos u obras de infraestructura

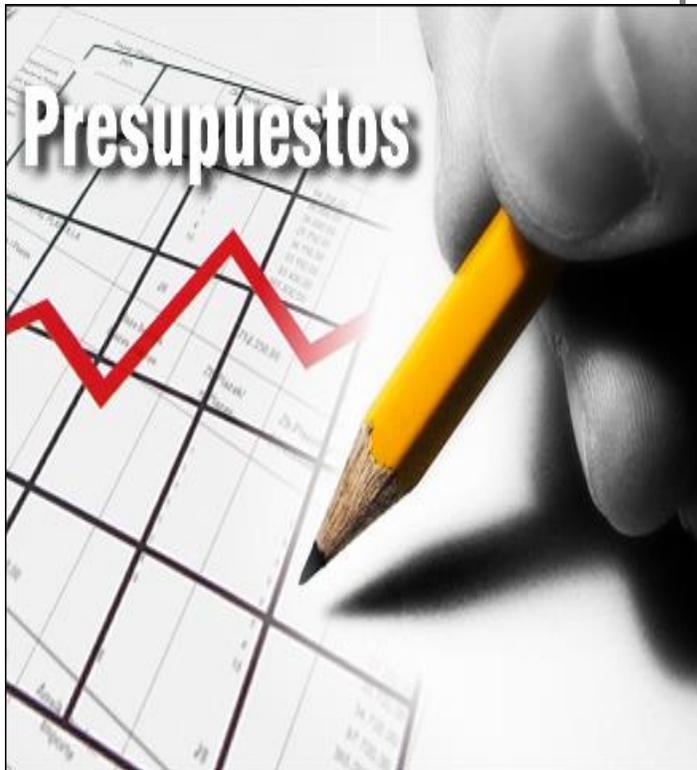
Diques: Estas obras ayudan a controlar y contener las crecientes incrementando la capacidad hidráulica del cauce mediante la ampliación de la sección del margen con una barrera de tierra, cumplen la función de contención de la creciente a la vez que disminuyen el efecto erosivo de las corrientes de agua.

24. **Longitudinales.** Llamados también jarillones, son estructuras lineales construidas con rellenos de materiales del sitio; el realce de las vías constituye una forma particular de diques. Este tipo de obra debe acompañarse de obras de control de drenaje e infiltración.

25. **Transversales.** Son estructuras construidas de manera perpendicular al cauce. Pueden ser de madera, concreto o gaviones y protegen las márgenes de un cauce de la erosión y las inundaciones.

26. En el caso de nuestra presa de tierra es un embalse retardador diferenciándose de los vasos de almacenamientos típicos por el tipo de obras de extracción o salida. La descarga de los vasos de almacenamientos está regulada por compuertas y válvulas operadas a juicio del diseñador, mientras que los vasos retardadores descargan atreves

de alcantarillas para generar un caudal regulado que se encausan en un cauce natural estos embalses no posees vertedero ya que el Beuru of Reclamation en su publicación DESIG SMALL OF DAM tiene como norma que los vertederos se colocan en embalses con capacidad mayor a los 250 000 m³ como mínimo.



CAPITULO VII

COSTO Y PRESUPUESTO

SE BASA EN REALIZAR UN ANALISIS PRESUPUESTARIO DE UNA OBRA, EL INGENIERO DEBERA DAR REPUESTA A DOS PREGUNTAS BASICAS CUANTO COSTARA LA OBRA? CUANTO TIEMPO SE INVERTIRA EN SU REALIZACION?

8.1 INTRODUCCION

La estimación de costos y la elaboración de presupuestos, representa uno de los pasos más importantes en lo que se refiere a la planificación de una obra. En cada etapa de la construcción, el presupuesto representa la base para la toma de decisiones. Actualmente, la gran competitividad en el sector de la construcción, hace que la estimación de costos sea una de las causas de éxito o fracaso de empresas.

La elaboración de un presupuesto, tiene su base en la asignación de un precio unitario a cada una de las actividades que se desarrollan representadas por un volumen de obra. El costo total es la sumatoria de la multiplicación de los precios unitarios y la cantidad de cada ítem.

La determinación de los volúmenes de obra se basa en la interpretación de los planos y de las especificaciones técnicas, tanto para la elaboración del presupuesto como para la medición de obra para el pago de los trabajos realizados.

8.2 ASPECTOS CONCEPTUALES

Programación y presupuesto: Las actividades de programación y presupuestación están enlazadas entre sí, no se pueden delimitar como dos etapas diferentes, antes y después del presupuesto se dan actividades de programación. La programación implica la anticipación de cómo se ejecutará una obra, involucra la formulación de un plan de acción para la ejecución y definición de los recursos necesarios para lograrlo en tiempo, costo y calidad acorde a especificaciones previas.

Las actividades de que consta un programa de obras son todas las necesarias para su realización, no solamente las de tipo constructivo, involucra actividades como instalaciones de oficinas, bodegas, champas, así como las relativas a terminación y entrega de la obra.

Presupuesto de la obra: Dentro de la construcción, el control de la presupuestación de la obras presentan particularidades propias de cada obra, en virtud de las características que diferencian este tipo de obras, al involucrar una serie de procesos y operaciones extensas, donde cada una implica métodos de construcción, equipos y maquinarias, mano de obra diferentes, al existir lugares de trabajo siempre diferentes, personal en la obra variados: profesionales, obreros calificados, obreros no calificados, cuyos costos por lo tanto son variables y difíciles de controlar.

Cada obra en particular requiere ser cuidadosamente estudiada y analizada desde todos los puntos de vistas: Normas específicas institucionales, métodos constructivos a utilizar, disponibilidad de recursos financieros, materiales y mano de obra, modalidad de contratación, fluctuaciones en el mercado, tiempos de ejecución, pliego de bases del concurso, ajuste de precios, etc.

Precio unitario: Es la remuneración o pago total que debe cubrirse por cada unidad de concepto de trabajo terminado, ejecutado conforme a las especificaciones técnicas de construcción Correspondiente. Cada precio unitario está integrado por Costos Directos y Costos Indirectos.

Constituye el precio de cada concepto de obra. Para obtenerlo se analizan sus componentes: Los materiales, mano de obra, herramientas y equipos (costos directos), además de los gastos por administración de oficinas, impuestos y utilidad (costos Indirectos)

Costo directo: Es el conjunto de erogaciones que tienen aplicación en un producto determinado. Está compuesto por la suma de los gastos de: materiales, mano de obra, equipos y herramientas.

Costo de mano de obra: Es el conjunto de erogaciones que son aplicadas al pago del salario de los trabajadores de la construcción, ya sea a nivel individual o por grupos o cuadrillas por concepto de la ejecución directa de un trabajo establecido.

Este pago puede ser de dos tipos:

Pago de una jornada de trabajo a un precio previamente acordado, nunca menor al salario mínimo.

Destajo: Pago por la cantidad de obra realizada por cada trabajador o grupos de trabajadores a un precio unitario, previamente acordado.

Clasificación de los trabajadores de la construcción:

Peón: Realiza labores como de demolición, excavaciones, acarreo, rellenos y ayuda a oficiales de albañilería.

Oficial de: Albañilería, carpintería, electricidad, pintura, plomería, ebanistería, etc.: Es el personal que realiza trabajos específicos según su rama de especialización.

Maestro de Obra: Conoce de las actividades de la construcción, puede leer planos,

Costos indirectos: Son aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado y se considera como la suma de gastos técnicos administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo.

Imprevistos: Es indispensable precisar, que a cada nivel o etapa de un planteamiento económico, corresponde un imprevisto, deben confinarse a aquellas acciones que quedan bajo el control y responsabilidad del constructor y que la provisión por indeterminaciones debe considerarse contingencia previsible y manejarse fuera del imprevisto y de la suma alzada.

8.3 Detalles de costos directos

1 - Obras preliminares

Construcción temporal de plantel:

Dimensiones de 5m x 10m

24 de 2"x2" pilares de 3.10m cada uno = 74.40

30m de perímetro x 3 = 90

Clavadores = 16.25m

Reglas de 2"x1" = 74.17m

El zinc que se usará serán láminas de 10' con ancho útil de 0.85m y largo 2.80m

Ancho = $5.30 / 2.80 = 1.89 \approx 2$ laminas

Largo = $10.30 / 0.75 = 14$ laminas

Ancho = $5.30 / 2.30 = 2$ laminas

$14 \times 2 = 28$ laminas

Para los lados

$30 \times 3 = 90 \text{m}^2 / 2.436 \text{ área de lámina} = 37$ láminas.

Madera en pulg varas cuadrada:

$2 \times 2 \times 216 = 864$

$864 \times 3.91 \text{ cordobas/pulg} = 3379.80 \times 1.15 = 3886.77$ cordobas

$2 \times 1 \times 74.17 = 148.34 \times 3.91 \times 1.15 = 667.1 = 4553.87$

Clavos

Clavos de $\frac{1}{2}$ " = 21 libras

Clavos de zinc son 8 por laminas =16libras

21 libras de clavo de zinc = 573.30

16 libras de clavo de $\frac{1}{2}$ = 345.6

65 láminas de zinc = 16,146

Madera = 3,887

Total= 20,951.9/50

=419.04 córdobas/m² + 133.37mano de obra/m²= 27,638.5

Trazo y nivelación

Área de 180 x 160 =28,800m²

28,800m² x 5.5 = 158400

Instalación de servicios higiénicos

Se instalara un servicio higiénico portátil de plástico este se alquila por 1 mes y tiene un valor de 4,338 córdobas incluye acarreo.

2 - Movimiento de tierra

Excavación del embalse con retro excavadora cat 225

$11,718.91\text{m}^3 \cdot 1.10 = 12,890.80 / 430 = 29.98$ días x 8 horas = 239.84horas

$239.84 \cdot 894.89 = 2,165,65.44$ córdobas

$2,165,65.44 / 12,890.80 + 0.15 = 16.80$

Excavación del canal con retro excavadora.

$7443.7\text{m}^3 \cdot 16.80 = 125,054.16$ córdobas

3 – Elaboración de cresta

Núcleo de arcilla compactado con rodillo

El núcleo será de arcilla del banco de materiales chiltepe

$$8,400\text{m}^3 \cdot 80 \cdot 1.30 = 873,600 \text{ cordobas} / 8,400 = 104 \text{ cordobas/m}^3$$

$$8,400 / 1,300 = 6.46 \cdot 8 = 51.69$$

$$51.69 \cdot 1138.48 = 58,848.04 \text{ córdobas}$$

$$= 58,848.04 / 8,400 = 7 \text{ córdobas/m}^3.$$

Taludes con motoniveladora

$$29,172 / 1140 \text{m}^3/\text{d} = 26 \cdot 8 = 208\text{h}$$

$$208 \cdot 1,612.67 = 335,435.36 / 2,197.20 = 11.50 \text{ córdobas/m}^3$$

$$11.50 + 0.15 = 11.65 \text{ córdobas/m}^3$$

Compactación de taludes con rodillo.

$$29172 \cdot 7.65 = 21,879$$

$$21,879 / 29172 = 7.65 \text{ córdobas/m}^3$$

Instalación de tuberías clase A

Son 36m lineales de alcantarillado de diámetros de 1m los costos de estos materiales y mano de obra acarreo fueron suministrados directamente por la CONCRETERA TOTAL.

Alcantarillas de 1m de diámetro= 3,550.5ml

Equipo= 320ml

Mano de obra= 355.05ml

Instalación de tuberías clase B

En este caso son 11m está alcantarilla tiene 1,20m de diámetro

Alcantarillas de 1m de diámetro = 2531.65ml

Equipo = 390ml

Mano de obra = 255.88ml

Botar material sobrante

Según los cálculos el material sobrante será de 1085m³

Se usara camión volquete con capacidad de 15m³, velocidad promedio 40km/h

$$t = d/v = 500m/11m/s = 454.54/60 = 8 \text{ minutos} \times 2 = 16$$

16 por ciclo + 5 de carga + descarga = 26 minutos por ciclo.

8 horas * 60 segundos = 480/26 = 18 lo dejamos en 16 viajes de 15m³ cada uno

$$16 \text{ viajes} \times 15 = 240 \text{ m}^3 \text{ al día}$$

$$1,085/240 = 4.52 \times 8 = 36.16 \text{ horas}$$

$$36.16 \times 743.13 = 26,871.58/1,085 = 24.72 \text{ córdobas /m}^3$$

Elaboración de aletones

Para 1m³:

$$8.20 \text{ bolsas de cemento} \times 189.40 = 1553.10$$

$$0.55 \text{ m}^3 \text{ de arena} = 147.83$$

$$0.935 \text{ de grava} = 340.70$$

$$\text{Total} = 2148.41 + 10.50 = 2,158.91 \text{ córdobas /m}^3$$

$$31.1\text{m}^3 \times 2,158.91 \text{ córdobas /m}^3 = 66,815.551$$

4 - Revestimiento de canal

Construcción del disipador

$$5.35 \times 2,158.91 \text{ córdobas /m}^3 = 11,550.1685$$

Revestimiento de canal

$$86.62 \times 2,158.91 \text{ córdobas /m}^3 = 187,004.7842$$

5 - Limpieza final y entrega

Limpieza final

$$28,800 \times 5/\text{m}^2 = 144,000$$

8.4 TAKE OFF DE COSTOS DE REEMPLAZO DE MICRO PRESA SAN ISIDRO LIBERTADOR.

Etapa	Descripción	UM	Cantidad	Costo unitario directo en C\$				Total
				Material	Mano de obra	Equipo	Costo unitario	
1	Obras preliminares							190376.5
	Construcción temporal de plantel	M ²	50	419	133.77	0	552.77	27638.5
	Trazo y nivelación	M ²	28800	0	5.5	0	5.5	158400
	Instalación de servicios higiénicos	unidad	1	0	0	4338	4338	4338
			0					
2	Movimiento de tierra							341619.6
	Excavación del embalse con retro excavadora.	M ³	12890.8	0	0.15	16.18	16.33	216565.44
	Excavación del canal con retro excavadora.	M ³	7443.7	0	0.15	16.8	16.8	125054.16
3	Elaboración de cresta							1762965.731
	núcleo de arcilla compactado con rodillo	M ³	8400	104	0.15	7	111.15	933660
	Taludes con motoniveladora	M ³	29172	0	0.15	11.5	11.65	339853.8
	Compactación de taludes.	M ³	29172	0	0.15	7	7.15	208579.8
	instalación de tuberías clase A	MI	36	3550.5	320	355.05	4225.55	152119.8
	instalación de tuberías clase B	MI	11	2531.65	390	255.88	3177.53	34952.83
	Botar material sobrante	M ³	1085		0.15	24.72	24.87	26983.95
	Elaboración de aletones	M ²	31.1	2148.41	10.5		2158.91	66815.551

4	Revestimiento de canal							198554.9527
	Construcción del disipador	M ³	5.35	2148.41	10.5	0	2158.91	11550.1685
	Revestimiento de canal	M ³	86.62	2148.41	10.5	0	2158.91	187004.7842
5	Limpieza final y entrega							144000
	Limpieza final	M ²	28800	0	5	0	5	144000
SUB TOTAL COSTOS DIRECTO EN C\$								263,7516.784
COSTOS INDIRECTOS DE OPERACIÓN 10% DE SUB TOTAL DE COSTOS DIRECTOS EN \$								263,751.6784
IMPUESTOS 15% DE SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS EN \$								395,627.5176
IMPREVISTO 10% SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS EN \$								2,637,51.6784
UTILIDADES 15% DEL SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS EN \$								3,956,275.176
COSTOS TOTAL DE LA OBRA EN C\$								3,956,275.176

Tabla 29

Fuente propia.

El estimado del monto del proyecto es **3,956,275.176** (Tres millones, novecientos cincuenta y seis mil , doscientos setenta y cinco con ciento setenta y seis centavos de córdobas), equivalente en dólares americanos a 164,024.69 a una tasa de cambio de (veinte cuatro y doce centavos) equivalentes a un dólar .

H. CONCLUSIÓN

Se recopiló la información del estado actual de la micro presa, dicha información describe que es una presa de tierra, el cual a su vez ha venido perdiendo su dimensionamiento y capacidad del vaso debido a la gran cantidad de sedimentos acumulados y otro factor importante son sus alcantarillas de dimensiones pequeñas y mal ubicadas, También su sección transversal que descarga sus aguas a terrenos privados teniendo como verdadera solución el cauce natural que se encuentra paralelo al embalse.

A través del estudio topográfico se realizó el levantamiento de la poligonal obteniendo el área actual del embalse 2.47 MZ, y si sumamos los 200 ml del levantamiento del canal-propuesta que vendría a dar solución al problema se obtienen 3.57 MZ de área respectivamente. Con respecto a la pendiente del nuevo canal se tiene que su promedio es del 5%, también obteniendo los datos de las elevaciones necesarios para la elaboración de las curvas de nivel.

El estudio hidrológico se considera como el principal estudio ya que de aquí en adelante todo será un diseño basado en los resultados que se obtuvieron de este o mejor dicho de sus caudales de diseño entre otros parámetros como lo es el tiempo de concentración etc.

Se obtuvieron los caudales de los últimos 35 años mensualmente registrando el mayor caudal en mayo de 1982 con una cifra de **50.85851298 m³/s**. Como es típico en nuestro país mayo es el principio del invierno y por consiguiente es una ocasión natural que se comporte de esa manera. Obteniendo estos caudales y posteriormente los promedios anuales, se utilizó el método del vaso haciendo un juego de sumas y restas a partir de los flujos de entrada y salida para obtener un máximo derrame de **110,637.692 m³** llegando a cumplir con el objetivo principal de este capítulo para poder seguir con el estudio, parámetro de diseño de gran envergadura para encontrar nuevas dimensiones.

Se ha cambiado completamente el diseño de la presa y sus componentes. la nueva capacidad del embalse es de 167 200m³ diseño basado en el estudio hidrológico, suficiente capacidad para que opere y no ocurra derrame, con una altura de cresta de 6.55m de material arcilloso, dándole 1.45m de borde libre que se considera suficiente para una máxima avenida.

Las demás componentes de diseño como lo son las alcantarillas, canal trapezoidal y dissipador de energía están diseñados básicamente en el caudal regulado que transitara por cada uno de estos elementos hidráulicos.

Los cálculos de las alcantarillas que también funcionarían como vertedero la que está en la parte superior de la cresta para una máxima avenida que supere el nivel máximo de operaciones de 6.55m donde se colocara una alcantarilla de 1.20m de diámetro capaz de conducir un caudal de 3m³/s con una pendiente mínima de 0.05% y en la parte inferior se colocarían dos alcantarillas de diámetro 1m cada una colocadas a 1m de altura iniciando del fondo.

Según el estudio de impacto ambiental se evaluaron los principales impactos durante la etapa de construcción y durante la etapa de operación, de acuerdo a sus números indica que el proyecto puede llevarse a cabo sin ningún problema, siempre y cuando se efectúen sus medidas de mitigación para cada uno de esos impactos, aunque suelen ser mínimos no deben de despreciarse siempre tienen que tomarse en cuenta para evitar riesgos ecológicos al medio en que vivimos.

I. ESPECIFICACIONES TECNICAS.

La realización de toda obra requiere que sea materializada conforme un programa constructivo y especificaciones técnicas de acuerdo a las características especiales de la estructura

En el caso especial de la construcción de presas de tierra, el programa constructivo toma especial relevancia, en virtud que la estructura tiene que ejecutarse sobre una corriente sujeta a escurrimientos variado que en momentos dado, que en un momento dado una mala planificación y especificaciones técnicas constructivas, puede traer como consecuencias la destrucción de lo ejecutado, daños materiales y en ocasión hasta pedidas de vidas humanas.

Principales especificaciones durante la etapa de la construcción:

- El material a utilizar en los taludes de embalse será el mismo del sitio producto de la excavación del fondo de la presa.
- Para el control de colocación del material impermeable a utilizar en el núcleo de la cresta sea efectivo, se deberá tomar un mínimo de 3 capas diarias colocadas con cuidado que estas no sean tomadas a espesores mayores de un metro de terraplén.
- Los taludes del embalse serán compactados en campas de 30cm ya que estos serán conformados con el material existente del sitio y se necesita asegurar una buena compactación para evitar asentamientos.
- Muchas presas de tierras son compactadas con rodillo pata de cabra de acuerdo a las condiciones del sitio pero en nuestro caso será con rodillo vibratorio ya que la mejor programación seria hacerlo en temporada de verano.
- Se estima que sobrarian 1000 m³ del material excavo , este será acumulado para ir a depositarlo al plantel batahola donde estaba el banco de material donde actualmente se está rellinando este se encuentra a 6km del embalse San Isidro Libertador.

I. Especificaciones Técnicas

- El concreto a utilizar en el canal, letones y dissipador es el mismo con una capacidad de 3000PSI este por ser de gran calidad en lo que tenemos que tener cuidado es el tiempo de vaciado no exceda antes de que comience a fraguar
- El curado del concreto por ser dimensiones bastantes grandes tiene que ser humedecido al menos 3 veces al día por un mínimo de 10 días
- Las alcantarillas tienen un largo útil de 2m por lo que existirán juntas en muchos proyectos se hacen de concreto simple pero en este se colocaran empaques rueda media vuelta con el propósito de evitar la filtración de la misma
- Las alcantarillas de diámetro de 1m que están en la parte inferior de la cresta a 1m de nivel de suelo tendrá una pequeña cama de arena u otro material comprensible de 10cm de altura ya que estas son las que más trabajaran en invierno la otra solo por una avenida máxima de crecidas.

J. RECOMENDACIONES

- ✓ No es favorable emplear un corazón inclinado hacia aguas arriba para el caso de presas pequeñas, pues se propicia a si su fractura miento hidráulico.
- ✓ El ancho de la cresta depende principalmente del uso que esta estará sujeta el US Army Corps of Engineers recomienda como un ancho mínimo 7.5m para permitir una adecuada compactación.
- ✓ El mejor material para el núcleo o corazón en la arcilla por su alto grado de compactación que llega alcanzar.
- ✓ El espesor mínimo del núcleo debe ser de 3 metros, en general el espesor del núcleo debe ser igual o mayor al 25% de la altura de agua en el sitio..
- ✓ Se recomienda utilizar la experiencia de otros países y también se debe considerar que las presas de tierra se encuentran sometidas a la acción constante de la naturaleza , a los cambios de clima y algunas otras razones que pueden afectar su funcionamiento , es por eso que el ingeniero debe hacer estudio con anterioridad de fallas de otras presas de tierra y en base a estas fallas rediseñar para obtener un mejor rediseño y obtener un buen funcionamiento de la misma en el caso de nuestro diseño consultamos la bibliografía **COMPORTAMIENTO DE PRESAS CONSTRUIDAS EN MEXICO.**
- ✓ Los taludes aguas abajo es recomendable protegerlos con vegetación.
- ✓ Para garantizar su efectivo funcionamiento es necesario realizar limpiezas como mínimo una vez al año para remover todo el volumen de azolvamiento del vaso y mantener su capacidad de diseño.

K. Bibliografía

- ❖ ALCALDIA DE MANAGUA (ALMA)
- ❖ Apuntes de costo y presupuesto y métodos y equipos, impartidas por el Ing., Ernesto Cuadra.
- ❖ Apuntes de facultativa obras hidráulicas (UNAN-MANAGUA). Prof. de asignatura: Dr. Otoniel Arguello.
- ❖ Apuntes de hidráulica I y II (UNAN-MANAGUA). Prof. de asignatura: DR Víctor Tirado
- ❖ Apuntes de topografía I y II (UNAN-MANAGUA). Prof. de asignatura: ING. WILBER PEREZ.
- ❖ Ballester Tena, Nabor; Topografía; Edit. Limusa; México; 2000.
- ❖ Catálogo de actividades de construcción. 2012
- ❖ Comportamiento de presas construidas en México 1976 Instituto de ingeniería UNAM.
- ❖ Curso de Hidrología caudales máximos Sergio Velásquez Mazariegos. 2011.
 - ❖ Datos de precipitaciones y mapas topográficos 1:50 000 de INETER.
 - ❖ Diseño de pequeñas presas (Beareu of Reclamation) 2da edición 1973.
 - ❖ Enciclopedia de Nicaragua. Editorial océano 2008
 - ❖ Guía de precios revista. edición No. 115, septiembre del 2012.
 - ❖ Guía ambiental para evitar , corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal
 - ❖ Hidráulica de canales abiertos ven te Chow. Editorial Diana, México, 1983.
 - ❖ Hidrología aplicada a pequeñas obras hidráulicas. SAGARPA 2010.
 - ❖ <http://civilgeeks.com/2011/11/30/curso-de-irrigacin-diseo-de-presas/>
 - ❖ Ingeniería de los recursos hidráulicos Ray E. Linsley octava edición 1978

- ❖ instituto nacional de estudios y censos (INEC)
- ❖ Manual de precios de tubos de concreto, CONCRETERA TOTAL.
- ❖ Manual de presupuesto de obras municipales (INIFOM).
- ❖ Manual de topografía-POLIGONALES. (UNI 2008)
- ❖ Manuel tubos de concreto, sistema de conducción(2010) Empresa Holcim.
- ❖ Presas con cortina de tierra compactada (2010) SAGARPA. México
- ❖ Reglamento de permiso y evaluación de impacto ambiental, MARENA 1994.
- ❖ Reporte de prefactibilidad proyecto de Tipitapa tamarindo 1978.
- ❖ ROBERT W.ABBETT. (1956) AMERICAN CIVIL ENGINEERING PRACTICE
- ❖ Software Hcanales versión 3.0
- ❖ UNI-FIC-DAHH CURSO DE IRRIGACIÓN Alfredo Mansen Valderrama
- ❖ VII censo de Población y IV de Vivienda. Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC). 2005
- ❖ www.google.com//evaluacionyrecomendacionesgeneralesdepresasdetierras//.
- ❖ www.wikipedia.conceptosbasicosdetopografia.com
- ❖ Zaradny y Feddes,Obras de drenaje y sub drenaje1979

ANEXOS