

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Título del trabajo

**“DISEÑO DE DIQUES ALTERNATIVOS PARA LOGRAR
EMBALSES EN EL PROYECTO DE DOTACIÓN DE AGUA
POTABLE EN MANGLARALTO”**

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA CIVIL

Presentado por:

ANA CRISTINA ALENCASTRO SEGURA

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de materia integradora a mis padres, Claudio Vicente Alencastro Alarcón y Elizabeth del Carmen Segura Chávez por todo el apoyo que me han brindado y por ser un pilar fundamental en mi formación como futura profesional.

Ana Cristina Alencastro Segura.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mis padres, amigos y profesores por todo el apoyo y alentó que me han dado a lo largo de mi formación como hija, compañera y estudiante.

Ana Cristina Alencastro Segura

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Ana Cristina Alencastro Segura y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Ana Cristina Alencastro Segura

EVALUADORES

Ph. D. Miguel Angel Chávez M

PROFESOR DE LA MATERIA / PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo consiste en los estudios y análisis para construir una solución de embalse (el más grande posible) en el cauce del Río Manglaralto, con la finalidad de incrementar las reservas de agua dulce que actualmente se disponen para potabilizar.

La Comunidad de Manglaralto solicitó, a la Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra de la ESPOL, contribuya con la realización de soluciones técnicas que permitan aprovechar los recursos hídricos que se tienen abundantemente en la época lluviosa, pero que en el período de estiaje son muy escasos.

Evidentemente el agua se requiere todo el año, para ser tratada y así dotar un producto apto para consumo de la población. Se conoce, por experiencias anteriores, que proyectos como el que se ha formulado, podrán ser implementados (construidos) mediante acciones que los directivos de la comuna desarrollan, en los entes públicos y en ocasiones logran también el apoyo de la empresa privada.

Como resultado del presente trabajo se ha diseñado una presa de tierra de poca altura y de bajo costo, lográndose un embalse de tres a cuatro veces mayor que los que se han logrado en otros intentos. El terraplén será muy estable ya que está constituido por taludes o paramentos de poca pendiente, además se construirá un aliviadero hidráulico fusible que permitirá el paso de caudales extraordinarios sin afectar al cuerpo principal de la presa.

Palabras Clave: *Embalse, Presa de Tierra, Río Manglaralto*

ABSTRACT

The present work consists of the studies and analysis to build a reservoir solution (the largest possible) in the Manglaralto River bed, in order to increase the freshwater reserves that are currently available for drinking water.

he Community of Manglaralto requested, to the Facultad de Ingeniería en Ciencia de la Tierra of the ESPOL, contribute with the realization of technical solutions that allow to take advantage of the water resources that are abundantly in the rainy season, but that in the period of low water are very scarce.

Obviously water is required all year round, to be treated and thus provide a product suitable for consumption by the population. It is known, from previous experiences, that projects such as the one that has been formulated, can be implemented (built) through actions that the managers of the commune develop, in public entities and sometimes also achieve the support of private companies.

As a result of this work, a low-cost, low-cost land dam has been designed, achieving a reservoir three to four times greater than those that have been achieved in other attempts. The embankment will be very stable since it is constituted by slopes or paraments of little slope, in addition a fusible hydraulic spillway, will be constructed that will allow the passage of extraordinary flows without affecting the main body of the dam.

Keywords: *Reservoir, Manglaralto River*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Marco teórico	3
CAPÍTULO 2.....	6
2. Metodología.....	6
CAPÍTULO 3.....	8
3. Resultados Y ANÁLISIS	8
3.1 Localización general del proyecto	8
3.2 Ubicación de la Presa	9
3.3 Prediseño de la presa	10
3.4 Vaso.....	10
3.5 Cuerpo de Presa	11
3.5.1 Determinación de la Geometría de la Presa.	12
3.5.2 Planta y Perfiles típicos de la Presa.....	15

3.5.3	Perfil típico de la Presa	16
3.6	Ubicación en planta y características del Aliviadero.	17
3.7	Criterios que deben aplicarse en el proceso constructivo	18
3.8	El proyecto propuesto respecto al requerimiento.....	18
CAPÍTULO 4.....		22
4.	Conclusiones Y RECOMENDACIONES.....	22
4.1	Conclusiones.....	22
4.2	Recomendaciones.....	22
BIBLIOGRAFÍA		23
5.	Bibliografía	23

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ICT	Ingeniería de Ciencias de la Tierra
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

SIMBOLOGÍA

m	Metro
mm	Milímetro
km	Kilómetro
m ²	Metros Cuadrados
m ³	Metros Cúbicos
km	Kilómetro

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Cuerpo de presa, embalse y deposito aluvial en el cauce. Adicionalmente se debe tener un aliviadero.....	4
Figura 1.2 Foto: Canal Aliviadero de la Presa Anderson Ranch, Río SF Boise – Idaho, USA [2].....	5
Figura 3.1 Localización general del proyecto	8
Figura 3.2 Se observa el valle del Río Manglaralto, en el área de los estudios, con un color verde claro.....	9
Figura 3.3 Implantación del eje de presa.....	9
Figura 3.4 Perfiles principales transversales de la abscisa 0+570.....	10
Figura 3.5 Perfiles principales transversales del dique en la abscisa 0+570	11
Figura 3.6 Análisis de la estabilidad del cuerpo de presa sin sismo aguas arriba.....	13
Figura 3.7 Análisis de la estabilidad del cuerpo de presa con sismo aguas arriba.....	13
Figura 3.8 Análisis de la estabilidad del cuerpo de presa sin sismo aguas abajo.	14
Figura 3.9 Análisis de la estabilidad del cuerpo de presa con sismo aguas abajo.	14
Figura 3.10 Talud aguas abajo apoyado en el dique existente. Nótese además que la presa nueva se empotra en la cimentación.	15
Figura 3.11 Implantación de cuerpo de presa	16
Figura 3.12 : Red de flujo de la Presa en el tramo de mayor altura que se debe apoyar en el dique actualmente construido.	16
Figura 3.13 Sección típica del aliviadero.	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Volumen de embalse	11
Tabla 3.2 Volumen Cuerpo de Presa	12
Tabla 3.3 Consumo mensual en la planta de agua potable de Manglaralto	19
Tabla 3.4 El proyecto propuesto respecto al requerimiento	19
Tabla 3.5 Clasificación de las conformidades.....	19
Tabla 3.6 Matriz de Impacto Ambiental	20
Tabla 3.7 Tabla de cantidades y precios	21

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La comunidad de Manglaralto dentro de lo que constituyen las obras básicas y en lo referente a la provisión del agua, depende exclusivamente del recurso que se encuentra en el cauce y valle del río que también se denomina Manglaralto.

Desde décadas ha tratado de acumular agua para utilizarla, inicialmente sin tratamiento y en estos últimos años ya con potabilización. En la margen izquierda del río existe una planta de tratamiento que se nutre del agua que se recoge en el cauce y mediante pozos someros.

La Facultad ICT mediante sus carreras de Ingeniería Civil y de Geología ha estado participando en los estudios de la cuenca y del valle del Río Manglaralto. En un primer trabajo se localizó y diseñó un dique con estructura mixta, de hormigón, enrocado y suelo cemento. Los representantes de la Comunidad recibieron el trabajo con planos y diseños, sin embargo, al momento de realizar la construcción los diseños propuestos han sido modificados aplicando criterios deducidos de trabajos anteriores, que no han sido exitosos, pero que se han vuelto a construir con ciertas mejoras que se esperan funcionen.

Debido a que el dique que se está construyendo tiene una capacidad de embalsamiento limitada, en el presente trabajo se propone otra solución que siendo factible utiliza diseños que guardan una homología con otros diques que ya han sido construidos, pero por las características técnicas de estos nuevos diseños, van a tener una mucha mayor vida útil.

1.1 Descripción del problema

La comunidad de Manglaralto utiliza los caudales que se generan únicamente los primeros meses de año en el río del mismo nombre. El estiaje en el cauce es el período más largo por el agua disponible para su potabilización y consumo de la población puede disminuir notablemente o agotarse

1.2 Justificación del problema

El estudio, diseño y la posterior construcción de un dique o presa que retenga y almacene caudales en la época de lluvias, constituye una solución o al menos una importante contribución para permitir la producción de agua potable durante todo el año

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar soluciones técnicas para lograr el almacenamiento de caudales que se producen en la temporada lluviosa del Río Manglaralto.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Revisar y aprovechar los estudios previamente efectuados, especialmente los estudios geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos efectuados en un anterior proyecto de graduación.
- Realizar reconocimientos de campo en el valle del Río Manglaralto
- Efectuar el reconocimiento técnico de las obras o soluciones construidas por la comunidad y las causas de las afectaciones.
- Ejecutar un levantamiento topográfico que incluya el cauce y una considerable franja que cubra todo el ancho del valle.
- Reconocer la infraestructura construida en el valle, vías, viviendas, las instalaciones de la planta de agua potable, otros diques, etc., para así determinar las restricciones del emplazamiento y la amplitud del embalse.
- Estudiar las características geotécnicas del cauce y los bordes o taludes del río.
- Investigar la ubicación y características técnicas de los materiales aptos para la construcción que se encuentran en el lugar.
- Realizar perfiles topográficos longitudinales y transversales cubriendo todas las áreas de interés
- Definir el área de represamiento más conveniente
- Determinar la altura de presa y su emplazamiento
- Diseñar la corona y taludes del dique de embalse, verificando su estabilidad
- Diseñar el aliviadero para evacuar excedencias.
- Valorar el impacto ambiental

- Efectuar el presupuesto de obras.

1.4 Marco teórico

Las siguientes notas han sido tomadas del curso de hidráulica de suelos y rocas, presas de tierra, dictado en la ESPOL en años pasados (3).

Los diques de tierra como los que se propone construir son por lo general conocidos como presas de tierra, soluciones de la ingeniería geotécnica e hidráulica que a la vez tienen varias alternativas.

Las presas de tierra son construidas en valles amplios, en rocas sedimentarias de baja a mediana resistencia. Su principal objetivo es embalsar agua para ser destinada para diferentes fines entre ellos el riego, el agua potable y en ciertos casos la generación de hidroelectricidad. En situaciones especiales las presas de tierra, de gran capacidad de embalse, constituyen soluciones para el control de inundaciones [1].

Dentro de los diferentes tipos de presas de tierra, son de interés para el presente proyecto, las presas homogéneas, con las que se logra embalsar, pero que al mismo tiempo permiten un flujo laminar a través del cuerpo del terraplén, sin que este sea afectado.

Para conformar los terraplenes se utilizar por lo general materiales extraídos del mismo sitio o sector, con la finalidad de ahorrar costos y, además, como es el caso del proyecto en actual desarrollo, incrementar la capacidad del embalse.

Toda presa de tierra tiene como solución hidráulica indispensable la construcción de un aliviadero o vertedero, el cual es un canal que puede tener diferentes secciones transversales y geometrías, para permitir la salida de los caudales de avenida o crecida una vez que el embalse se llena. Una presa de tierra no debe ser desbordada ya que se erosiona y falla. Ver figura 1.2.

Existen varios tipos de aliviadero y por su funcionabilidad se denominan vertedores de servicio, también se tienen aliviaderos auxiliares o secundarios. Un tipo especial de aliviaderos constituyen los que se denominan vertederos (o aliviaderos) fusible, lo cuales en el momento de requerirse se destruyen parcialmente para permitir el paso de caudales, cuya magnitud no ha sido prevista, por lo que al ser afectados pueden ser reparados o acondicionados.

También tienen mucha importancia en presas de tierra el tipo de material que se utiliza para conformar el terraplén. Si son suelos muy arcillosos al saturarse pierden su resistencia al corte y hasta pueden fluir. En el caso de tenerse suelos granulares

extraídos de los aluviales, estos materiales poseen un ángulo de fricción relativamente alto, aun cuando estén saturados, soportan esfuerzos cortantes cuando están en taludes apropiados, permiten además el flujo interno sin provocar erosiones.

En el caso de presas de tierra zonadas, el cuerpo del terraplén incluye un núcleo impermeable, el cual contiene el flujo a través del terraplén, desviando hacia un dren filtro. Para que el cuerpo arcilloso no falle debe estar bien compactado y al mismo tiempo debe estar bien confinado por espaldones de otros suelos de mayor resistencia cuando están compactados.

Para conocer la cantidad de agua que se dispone en el cauce del río es indispensable la realización de un estudio hidrometeorológico de la cuenca de drenaje. Este estudio permite conocer el régimen hídrico del río y más específicamente los caudales de avenida (avenida máxima probable) y también los caudales de estiaje, para saber los meses en los cuales existe muy poco flujo o desaparecen los caudales.

Todos los ríos poseen un depósito aluvial, cuando están cerca de montañas o cerros los sedimentos que se depositan en el cauce son gravo arenosos y estos materiales tienen la particularidad de almacenar agua en los espacios vacíos que se tienen entre los fragmentos o partículas de roca.

Cuando se construyen los cierres de presa los depósitos aluviales pueden almacenar internamente agua, con lo que se amplían los volúmenes de agua disponible. Esta situación es muy relevante cuando en vaso o reservorio de la presa es pequeño y el cauce es grande. Ver figura 1.1.

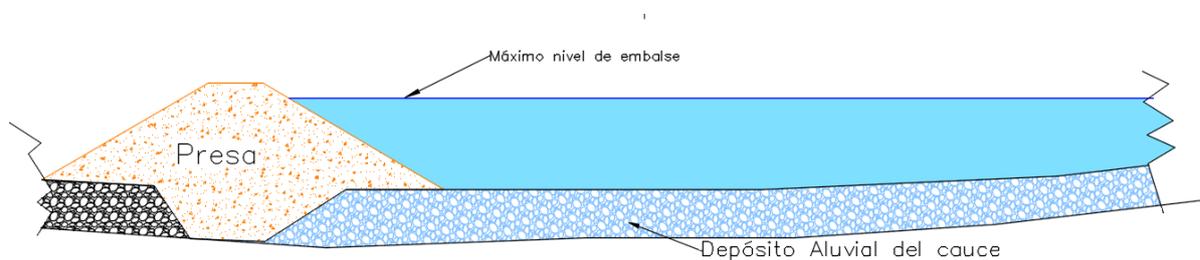


Figura 1.1 Cuerpo de presa, embalse y deposito aluvial en el cauce. Adicionalmente se debe tener un aliviadero

Las presas de tierra son por lo general las obras hidráulicas para embalsamiento que tiene el menor costos y además las más fáciles de construir.



Figura 1.2 Foto: Canal Aliviadero de la Presa Anderson Ranch, Río SF Boise – Idaho, USA [2]

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo se apoya en los estudios que fueron previamente realizados para buscar soluciones que permitan obtener recursos hídricos en el valle del Río Manglaralto. Los estudios ya efectuados permitieron conocer que en el río antes mencionado se generan ocasionalmente grandes caudales, los mismos que se descargan al mar sin ser utilizados.

El problema que aún persiste es que solo se logran almacenar, volúmenes relativamente pequeños de agua y que esta se agota por la explotación que se debe realizar para potabilizar el agua destinada al consumo de una considerable población.

Por las razones antes expuestas se consideró imprescindible cumplir el objetivo general que es diseñar uno o más embalses que permitan el almacenamiento de agua. Por esta razón fue fundamental realizar trabajos de campo más detallados que permitan establecer, con mayores detalles las posibilidades de construir diques para embalsamiento, para lo cual, además de las observaciones geomorfológicas fue necesario efectuar el levantamiento topográfico de un área más extensa, en todas las direcciones.

El plano topográfico y los perfiles longitudinales y transversales que se efectuaron permitieron reconocer, los posibles sitios de cierre o dique. Al principio se eligieron tres alternativas de presa y a partir de los reconocimientos detallados de campo se establecieron varias restricciones.

Uno de los principales obstáculos encontrados fue la presencia de una vía asfaltada y de viviendas con fincas desarrolladas. Otra restricción fue de tipo geotécnico ya que unos de los estribos del dique, concretamente el izquierdo, estaba constituido por taludes relativamente altos de materiales limosos, fácilmente erosionables, de baja resistencia al cortante y a soportar flujos internos.

Por las razones antes señaladas se descartó una alternativa. Otra alternativa permitía la construcción de un dique, sin embargo, el embalse que se lograba era de pequeñas dimensiones, por lo que también fue descartado.

De las tres alternativas inicialmente establecidas se llegó a tener una, por cuanto no tiene las restricciones antes mencionadas. Puede decirse que al igual que las dos alternativas descartadas si tiene una restricción, que es de tipo ambiental por la ocupación de

terrenos, que quedaran bajo agua. Es importante señalar toda el área que se cubrirá con el embalse, está totalmente deforestada y sólo tiene arbustos y pastos que se han desarrollado y en ocasiones son parcialmente afectados por inundaciones.

Establecido el sitio de presa se estudiaron detalladamente sus características físicas y el comportamiento geotécnico e hídrico de los empotramientos y de la cimentación, del dique, partiendo de los perfiles topográficos longitudinales y transversales y los parámetros geotécnicos obtenidos en los estudios anteriores.

A continuación, se debió definir el tipo de presa a diseñar teniendo en cuenta las condiciones del terreno y la acción que podrán tener los caudales del río. Así se efectuaron varios análisis hasta llegar a determinar las características geométricas más convenientes que debe tener la presa.

Se determinó la ubicación de los préstamos de suelo para la construcción del terraplén y también el procedimiento constructivo.

Como un aspecto de primera importancia se determinó la ubicación, las características geométricas y los materiales para construir el aliviadero.

Finalmente se elaboró el presupuesto de obras a construir y el cronograma para la construcción de las obras.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Localización general del proyecto

Tal como se constata en la figura 3.1 y con los detalles de la foto 3.2, el área de interés se ubica en la parroquia Manglaralto, perteneciente al cantón Santa Elena, en la provincia del mismo nombre. El sector específico corresponde al valle del Río Manglaralto que se desarrolla aproximadamente de Este a Oeste y cuya cuenca de drenaje nace en las estribaciones de la denominada Cordillera Chongón - Colonche, en el tramo que se emplaza al Norte de la Península de Santa Elena

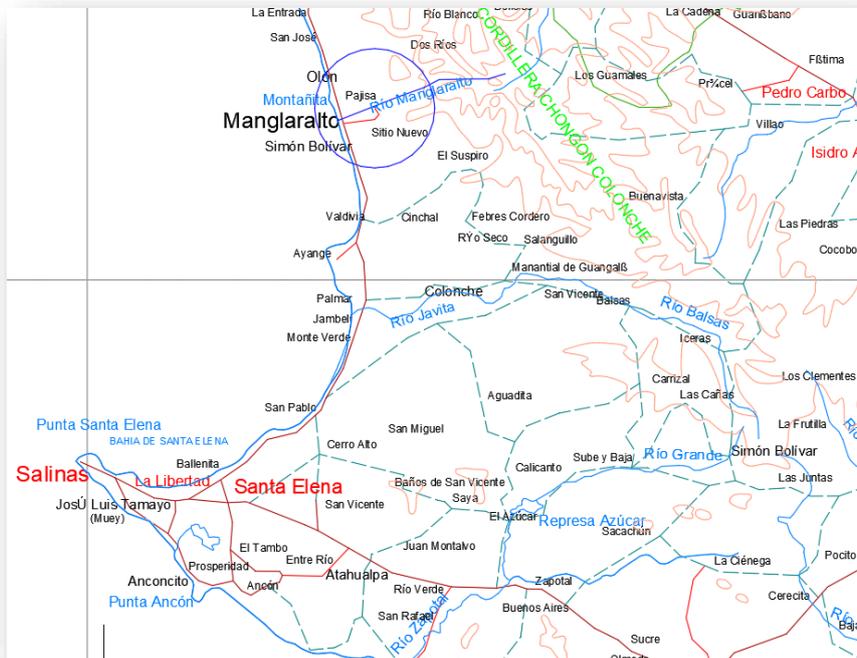


Figura 3.1 Localización general del proyecto



Figura 3.2 Se observa el valle del Río Manglaralto, en el área de los estudios, con un color verde claro

3.2 Ubicación de la Presa

Mediante el levantamiento topográfico, los estudios hidrológicos y geotécnicos, se determinó un eje de presa, mediante tres puntos con las siguientes coordenadas:

Punto A: 529119.1043; 9796555.9422

Punto B: 529145.9288; 9796704.1136

Punto C: 529167.3439; 9796722.0600

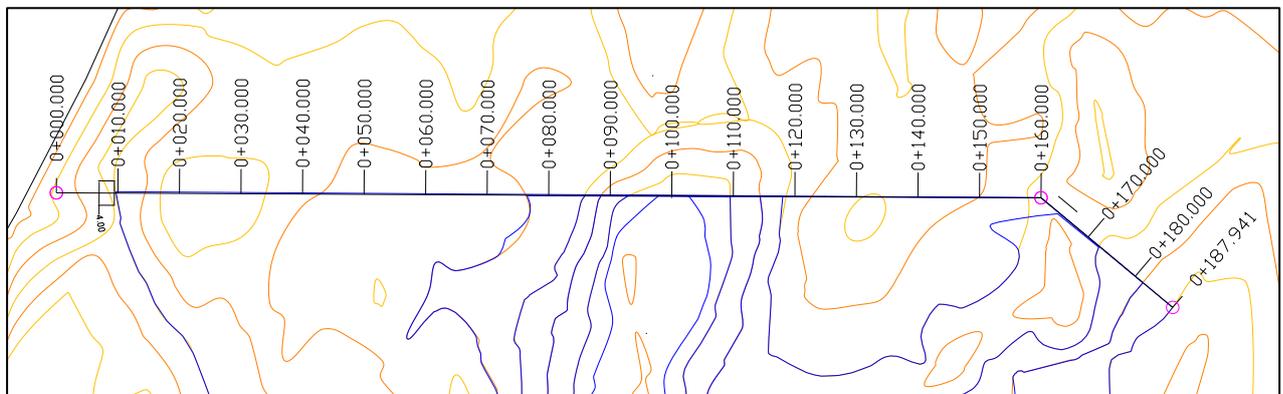


Figura 3.3 Implantación del eje de presa

Entre los puntos A y C se tienen 187.941 m, lo cual se evidencia con la ayuda de un abscisado que se inicia con el 0+000 en el punto A.

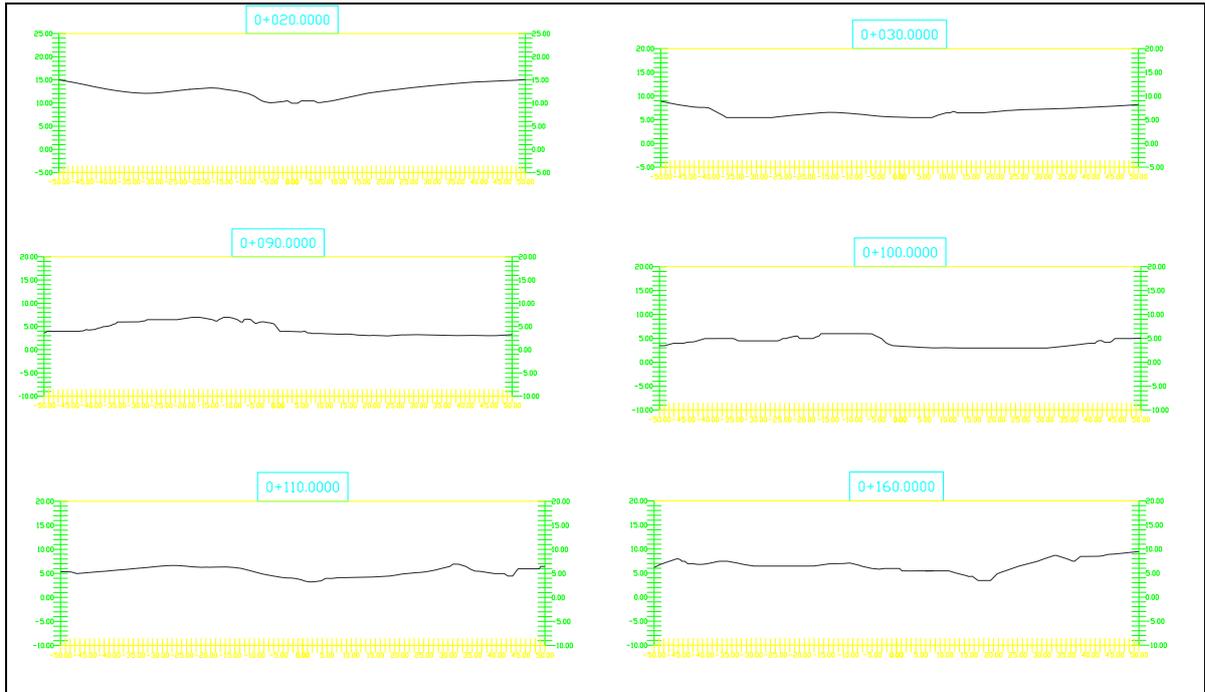


Figura 3.4 Perfiles principales transversales de la abscisa 0+570

3.3 Prediseño de la presa

Para realizar el prediseño de la presa se necesita la topografía del lugar de interés, estudios geológicos geotécnicos e hidrológicos, algunos de los cuales fueron realizados previamente en trabajos anteriores, los estudios faltantes fueron realizados los realizó. Luego de analizar la topografía y la información recopilada de estudios anteriores se establece que el máximo nivel de embalse se lo obtiene en la cota 8, ya que si es mayor inundaría la vía, pero debido a que a la altura del eje de presa y que en parte esta cota se encuentra gente habitando, lo cual es una restricción se considerara la cota 7 como altura máxima de embalse. Se propone que la presa de tierra homogénea con una corona de 4 m y con taludes de 4:1 para asegurar estabilidad.

3.4 Vaso

El reservorio se determina a partir del eje de presa aguas arriba. Se ha definido como nivel máximo de embalse la cota 7, en el cual el aliviadero empieza a trabajar.

El cálculo de los niveles de embalse que se tienen en cada cota se presenta en el siguiente cuadro de áreas y volúmenes:

Tabla 3.1 Volumen de embalse

PRESA DE EMBALSE EN EL RÍO MANGLARALTO			
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL VASO			
Cota	Área (m²)	Volumen Parcial (m³)	Volumen Acumulado (m³)
3,00	346,14	0,00	0,00
3,46	118,42	106,85	106,85
4,00	1653,71	478,47	585,32
5,00	6543,60	4098,65	4683,97
6,00	13331,24	9937,42	14621,39
7,00	21431,14	17381,19	32002,58
8,00	28208,08	24819,61	56822,19

El valor de volumen de embalse con el que se desarrollará el proyecto será el de la cota 7 debido a que en la cota 8 se tiene restricciones.

3.5 Cuerpo de Presa

Mediante el abscisado y los perfiles transversales se definió las características del terraplén que permitirá el embalsamiento. Los perfiles topográficos más significativos son los que se presentan a continuación.

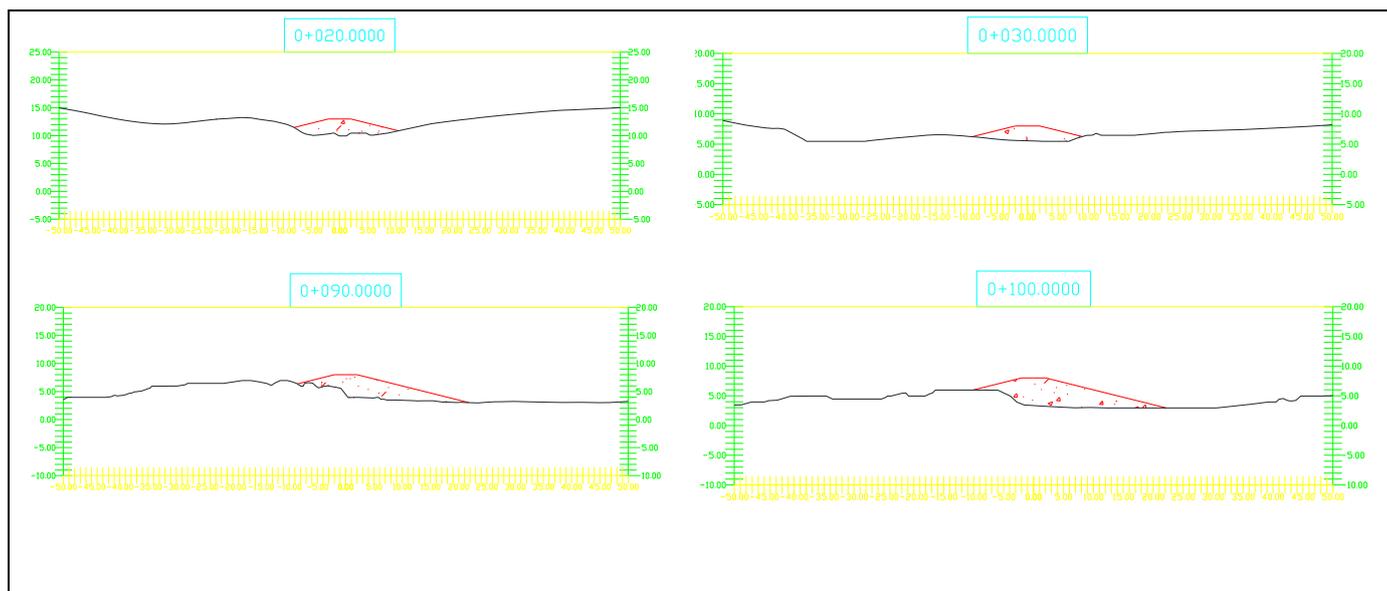


Figura 3.5 Perfiles principales transversales del dique en la abscisa 0+570

Para determinar el volumen del cuerpo del terraplén se definieron previamente las secciones transversales de la presa, en todas las abscisas. Dado que se conoce la

distancia entre abscisas es posible calcular los volúmenes parciales y mediante la sumatoria de estos el volumen total del cuerpo de presa.

Tabla 3.2 Volumen Cuerpo de Presa

PRESA DE EMBALSE EN EL RÍO MANGLARALTO			
CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL TERRAPLÉN			
Abscisa	Área(m²)	Distancia (m)	Volumen(m³)
0+010	0,63	10,00	-
0+020	35,47	10,00	180,51
0+030	29,23	10,00	323,48
0+040	10,23	10,00	197,29
0+050	3,51	10,00	68,72
0+060	6,76	10,00	51,36
0+070	4,13	10,00	54,45
0+080	15,65	10,00	98,89
0+090	61,58	10,00	386,13
0+100	81,18	10,00	713,79
0+110	69,38	10,00	752,79
0+120	8,04	10,00	387,08
0+130	0,50	10,00	42,67
0+140	3,15	10,00	18,26
0+150	9,42	10,00	62,89
0+160	39,85	10,00	246,37
0+170	57,91	10,00	488,81
0+180	12,81	10,00	353,59
0+190	0,38	10,00	38,57
Volumen del cuerpo de Presa (m³)			4.465,65

3.5.1 Determinación de la Geometría de la Presa.

Considerando un borde libre de 1m, se asumió que la cota máxima en la corona del terraplén de presa es 8.00. Con la finalidad de lograr un cuerpo fácil de compactar se definió como ancho de la corona 4.00m.

Para lograr la suficiente estabilidad se asumió taludes con pendiente 1:4, a sabiendas que, un talud de suelos limo, arenosos, arcillosos con clastos, tiene un alto factor de seguridad, principalmente por tratarse de un espaldón de poca altura (máximo 8 m en el sitio del cauce). Para verificar esta afirmación se procedió a realizar cálculos de estabilidad de taludes empleando el programa geotécnico Galena, en su versión última, cuyos resultados se muestran a continuación:

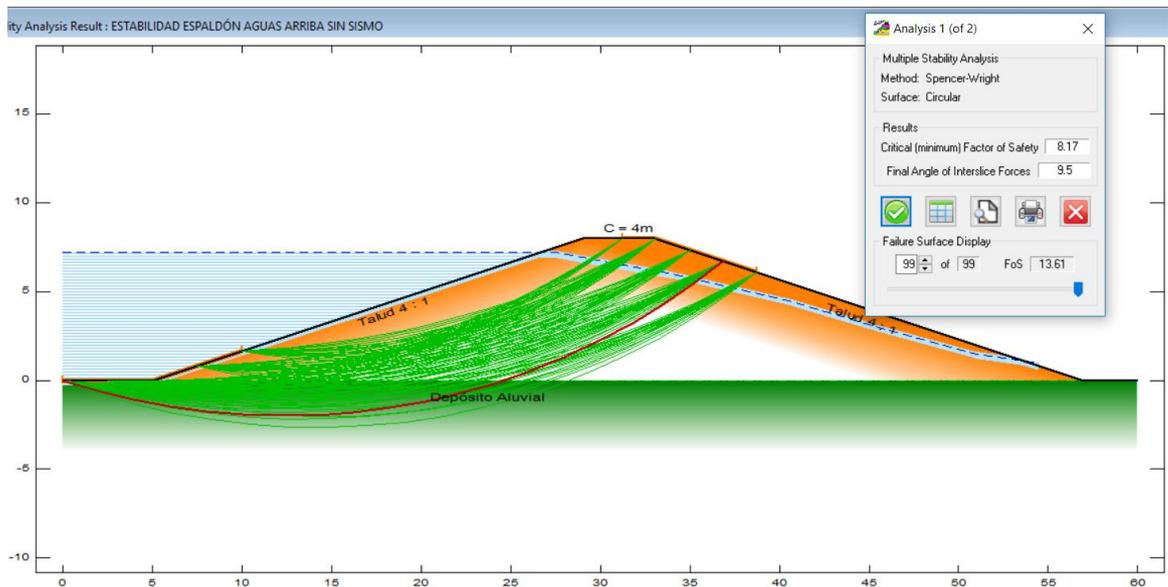


Figura 3.6 Análisis de la estabilidad del cuerpo de presa sin sismo aguas arriba.

El factor de seguridad obtenido, sin tomar en cuenta aceleraciones sísmicas es de 8.17, con embalse lleno significa que el talud es muy estable, ya que una estabilidad aceptable, adoptando seguridades podría ser 2.00.

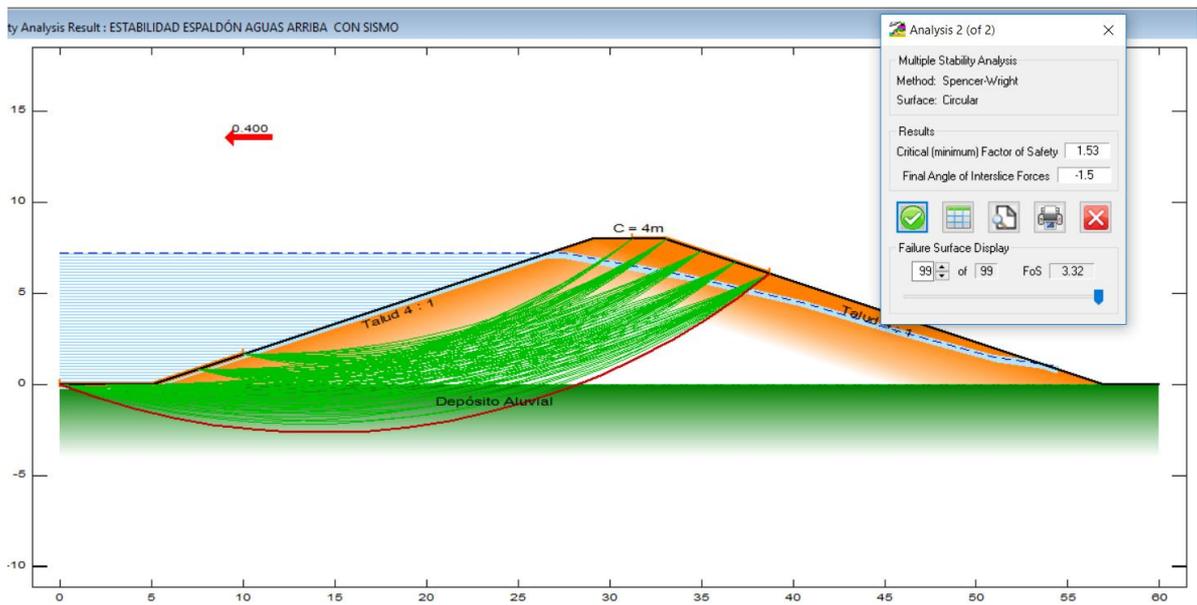


Figura 3.7 Análisis de la estabilidad del cuerpo de presa con sismo aguas arriba.

Cuando se consideran en el cálculo una aceleración máxima probable de 0.40g, que corresponde a un sismo de alta intensidad es de 1.53, lo que demuestra gran estabilidad.

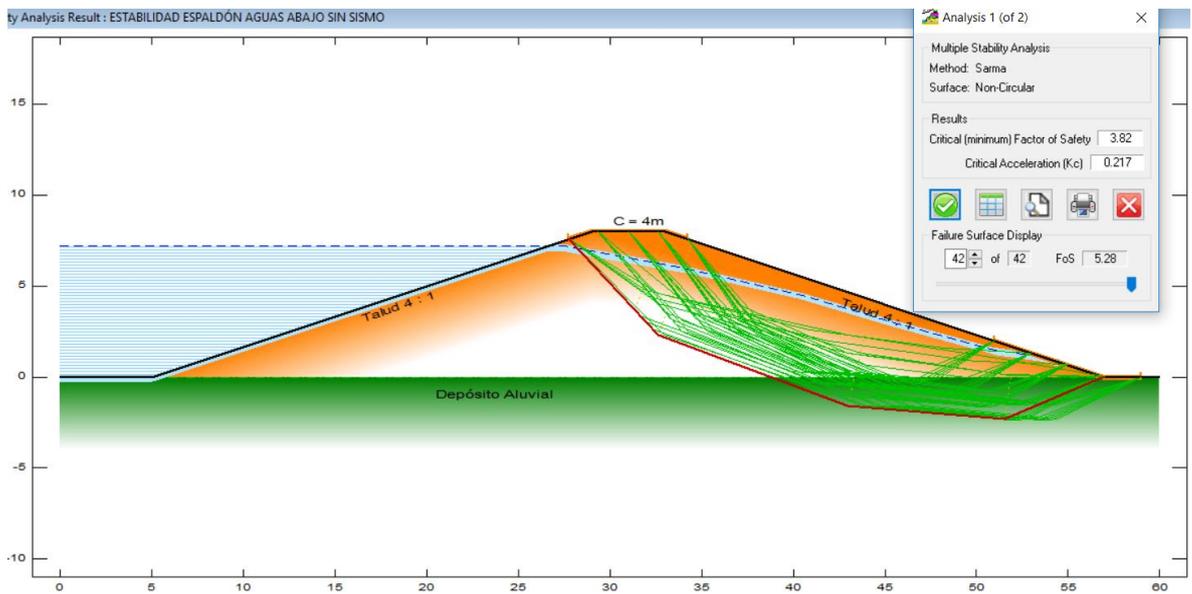


Figura 3.8 Análisis de la estabilidad del cuerpo de presa sin sismo aguas abajo.

El factor de seguridad que se obtiene en el paramento aguas abajo, sin calcular con sismo es de 3.82, lo que significa que el talud es muy estable.

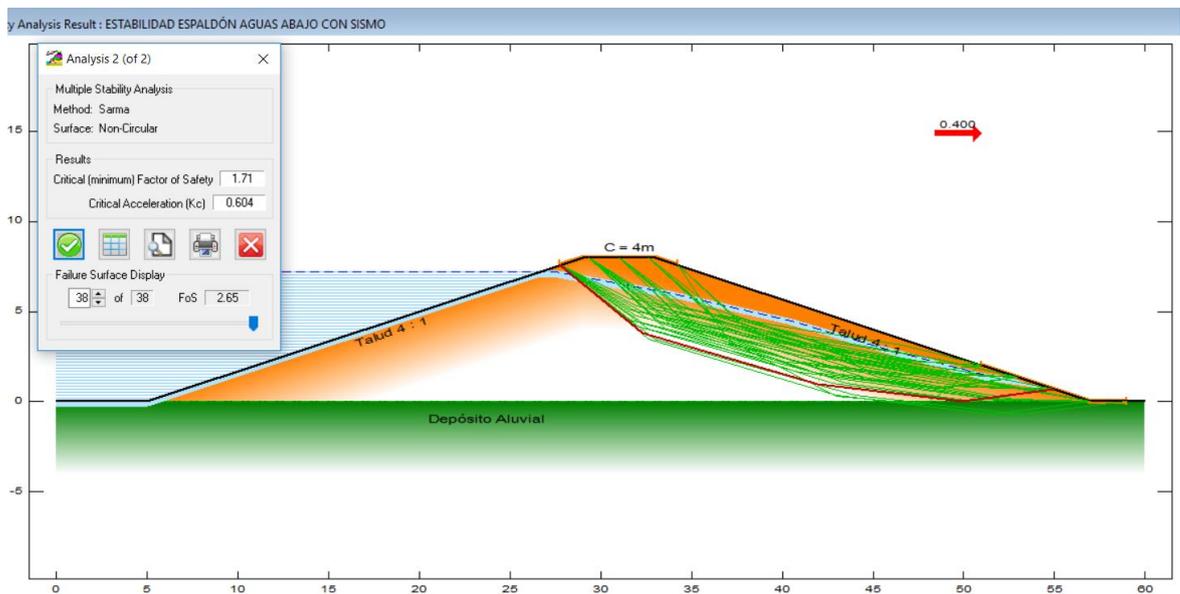


Figura 3.9 Análisis de la estabilidad del cuerpo de presa con sismo aguas abajo.

Cuando se hace una corrida para el talud aguas abajo y se considera una aceleración de 0.40g, que representa un sismo de alta intensidad, se obtiene un factor de seguridad de 1.71, superior al obtenido en el talud aguas arriba. Esto confirma que el talud es muy estable.

Respecto al paramento aguas abajo es importante señalar que el talud se apoyará en el dique artesanal que actualmente existe y que se mantiene estable, lo cual se muestra en la figura 3.10, a escala.

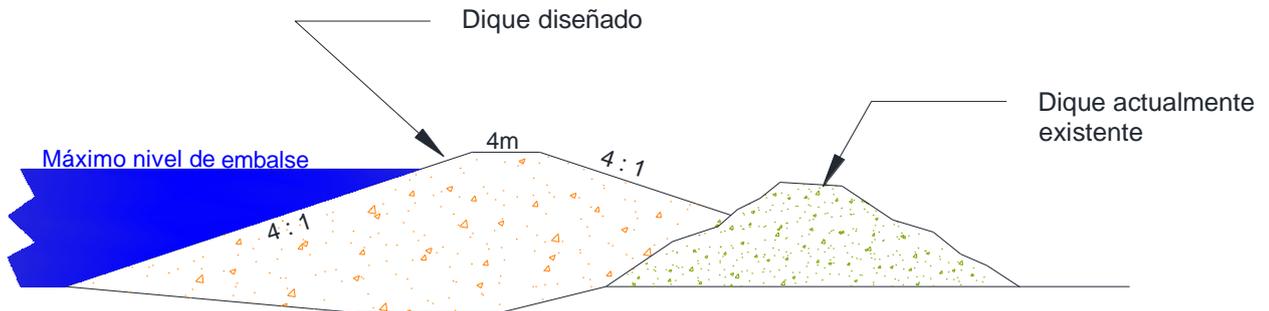


Figura 3.10 Talud aguas abajo apoyado en el dique existente. Nótese además que la presa nueva se empotra en la cimentación.

La situación antes explicada significa que el talud o paramento aguas abajo, tiene un factor de seguridad que es bastante más estable que el valor calculado mediante el software Galena. En general todo el cuerpo de presa va a tener un mayor factor de seguridad que lo calculado, es decir, es convenientemente más estable.

3.5.2 Planta y Perfiles típicos de la Presa

El material con el que se construirá el dique es el mismo que se encuentra en el depósito aluvial, arena gravosa con suelos finos y clastos. Con este material también se ha construido el dique, cerrando el cauce. La presa que se propone construir en el presente estudio se apoyará mediante su paramento aguas abajo en el mencionado dique ya construido (ver perfil de la Figura 3.10).

El cuerpo de presa tiene una corona de 4m y su mayor altura (8) en el cauce, debiéndose excavar 1 m desde el fondo hacia el interior, para lograr empotramiento, de esta forma, el cuerpo compactado de la presa tendría 9m de altura, pero de hace más estable.

La mayor extensión longitudinal en el sentido de la corona de la presa será de una altura que fluctúa entre 1 y 5m, sin embargo, de esta se mantiene la geometría de los taludes con una pendiente 4:1, por lo que son suficientemente estables y van

a trabajar a bajos gradientes hidráulicos, con lo que se garantiza que no haya erosión interna y que las filtraciones sean moderadas.

Un aspecto que se debe destacar en la concepción de la solución propuesta es que el material para construir el cuerpo de presa será obtenido en el área que corresponde al vaso, se esta manera se logrará incrementar la capacidad de embalse ocupando terrenos que actualmente no se utilizan (porque son inundables) y que están llenos de maleza.

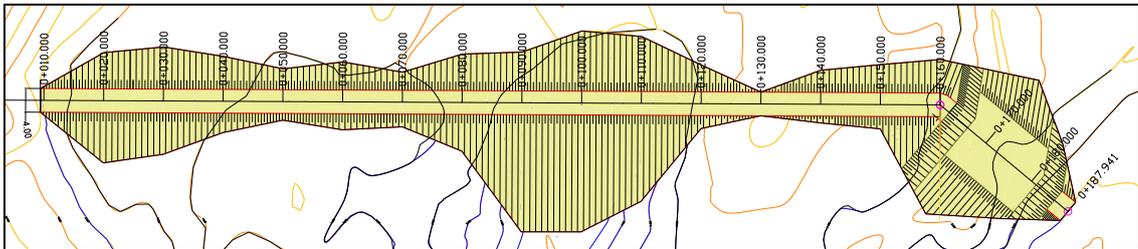


Figura 3.11 Implantación de cuerpo de presa

3.5.3 Perfil típico de la Presa

Siendo una presa homogénea conformado por suelos areno gravosos y limo arcillosos, el flujo a través del terraplén será laminar y ocurrirá teóricamente mediante una red de flujo como la que se muestra en la figura 3.

RED DE FLUJO BIDIMENSIONAL DE LA PRESA

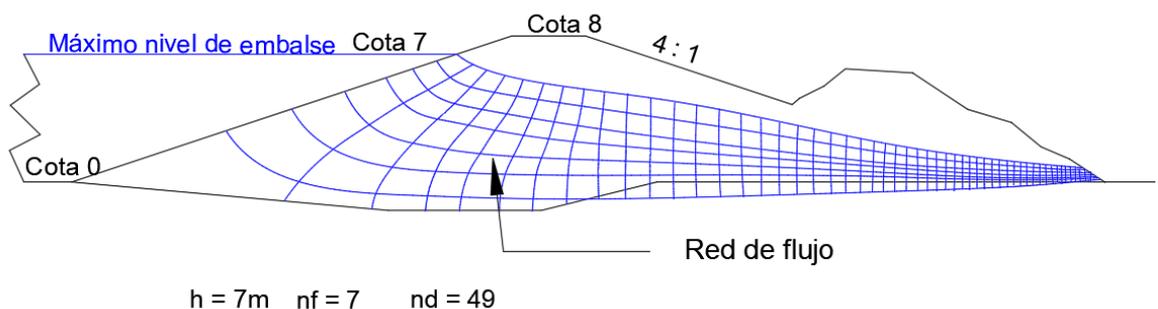


Figura 3.12 : Red de flujo de la Presa en el tramo de mayor altura que se debe apoyar en el dique actualmente construido.

Con la ayuda de la red de flujo que incluye líneas de flujo y equipotenciales, es posible determinar el caudal de infiltraciones, teniendo en cuenta que la

permeabilidad del terraplén, partiendo de la información de los estudios anteriores, es de aproximadamente 1.05×10^{-4} cm/s.

La relación de cálculo que se utiliza es:

$$Q = k_x h_x (n_f / n_d) \quad (3.1)$$

Donde:

Q = caudal de filtraciones (m^3/s)

h = carga hidrostática (m)

n_f = número de tubos de flujo

n_d = número de caídas de potencial

k = coeficiente de permeabilidad (m/s)

Mediante el correspondiente cálculo se determina que el caudal de filtraciones a través de la presa es de 0.0105 m/s (10.5 litros/s). Asumiendo que la permeabilidad es mayor, por formarse el terraplén con capas más permeables del orden de 0.85×10^{-3} cm/s, el caudal de filtraciones es de 0.085 m/s (85 litros/s), un caudal que se estima es menor a la escorrentía promedio en el período de estiaje, por lo que se compensa con la pérdida por filtraciones.

Al determinarse mediante los análisis antes efectuados que el terraplén analizado es estable inclusive en las condiciones más críticas, que incluyen aceleraciones sísmicas y grandes caudales, el perfil típico de la presa, en la parte de mayor altura, es el siguiente.

3.6 Ubicación en planta y características del Aliviadero.

El aliviadero para evacuar caudales de avenida una vez que se llene el vaso, se ubica en las cercanías al empotramiento derecho de la Presa. Ese sitio hay un canal que se ha excavado por la acción de los caudales de desvío de río, al haber construido la comunidad un dique artesanal en el cauce, que aún se mantiene en sitio (perfil de la figura 3.10).

Este canal tiene una geometría trapezoidal cuya solera es en la cota 7.00, con un ancho de 15 m, taludes 4:1 y una altura de 1m. El material para conformar el canal es el mismo con el que conforma el cuerpo de presa. En el sentido longitudinal la pendiente de salida

del aliviadero será bastante suave, tiene un valor de 6:1 a 8:1, con lo cual se garantiza que los procesos erosivos debido al paso de caudales sean relativamente lentos.

Por las características del vertedor se considera la posibilidad de que cada cierto tiempo (en unos o dos años) se requiere recuperar el borde de la rasante para así elevar los niveles de embalse, reparación o adecuación que podrá ser realizada a finales de la época de lluvias, utilizando pocas horas máquina. Por esta razón se ha denominado a esta obra de excedencias como un aliviadero fusible.

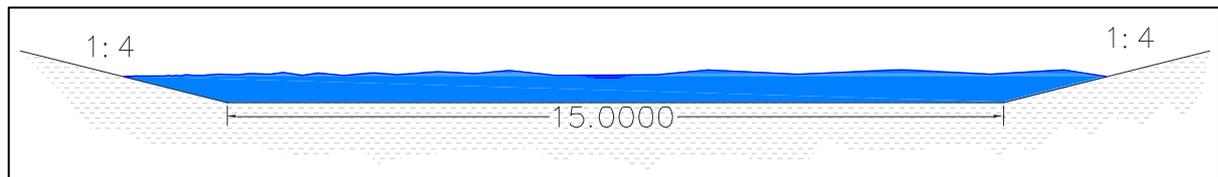


Figura 3.13 Sección típica del aliviadero.

3.7 Criterios que deben aplicarse en el proceso constructivo

Mediante los ensayos que se presentan en anexos, se demuestra que es posible construir un terraplén utilizando los materiales que se encuentran en el valle del Río Manglaralto, que son depósitos aluviales que contienen suelos granulares, fragmentos redondeados de rocas y también suelos finos, un conjunto de materiales que pueden ser compactados.

Para poder edificar el dique o presa se requiere realizar los trabajos en la época de estiaje (semanas después de la época de lluvias). Acumulando provisionalmente materiales a unos 50 m aguas arriba del área de emplazamiento del cuerpo de presa, se podrán retener y hasta embalsar los pequeños caudales, en decrecimiento, que se generan en el cauce.

Así se debe construir primero el cuerpo de presa que se emplaza en el cauce de río, compactado en capas de 30cm a 40cm, mediante un rodillo liso vibrador. Mediante ensayos in situ, se deberá verificar que al compactar se ha obtenido, como mínimo un 90% del próctor estándar, de no ser así realizar nuevas pasadas hasta obtener ese grado de compactación.

3.8 El proyecto propuesto respecto al requerimiento

El consumo de diario de agua en la planta de Manglaralto se detalla en la tabla 3.3, se obtiene un total de consumo de enero a abril de 10.650,00 m³, mientras que de mayo a diciembre se tiene 14.700,00 m³

Tabla 3.3 Consumo mensual en la planta de agua potable de Manglaralto

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oc.t	Nov.	Dic.
m ³	2550	2800	2750	2550	1800	1800	1850	1950	1900	1800	1800	1800

Se obtiene que el agua a consumirse de la presa es 22.155,00 m³, comparada con la capacidad de embalse de la cota 7 y las perdidas por evaporación, aun se tendría embalse disponible en la época de estiaje, lo cual se resume en la siguiente tabla.

Tabla 3.4 El proyecto propuesto respecto al requerimiento

Agua total para consumirse de la Presa	22.155,00 m³
Capacidad del embalse en la cota 7	36.467,93 m³
Perdida por evaporación	911,70 m³
Volumen disponible anualmente	35.556,23 m³
Saldo disponible el mes de diciembre	13.401,23 m³

3.9 Impacto Ambiental

Se realiza la evaluación de impacto ambiental, evaluando los diferentes aspectos e impactos ambientales y socioeconómicos que se verán involucrados en la etapa de construcción y mantenimiento del dique en el río Manglaralto. Como se puede observar en la tabla 3.5 son evaluados los aspectos negativos y positivos calificándolos de acuerdo con la gravedad de afectación que el impacto tenga en el medio ambiente. Si se considera que alguno de los aspectos evaluados alcanza una gravedad elevada se recomendará una medida de mitigación para dicho aspecto, como se indica en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Clasificación de las conformidades

Calificación	Abreviatura	Relevancia	Color	Consecuencias
Conformidad	C	Aspecto positivo		>>> No se tomarán medidas
		No significativo		
No conformidad Menor	NC-	Significa menor		>>> tomarán medidas de mitigación
No conformidad	NC-	Medianamente significativo		
No conformidad Mayor	NC+	Significativo		
		Altamente significativo		

Tabla 3.6 Matriz de Impacto Ambiental

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL			ACCIONES	CONSTRUCCIÓN										DESALOJO				
				Requerimiento de mano de obra	Transporte de equipos	Preparación de equipos y	Desbroce y desbosque	Limpieza del terreno	Trazado y replanteo	Excavación	Relleno	Compactación y armado del cuerpo	Desalojo de material	Construcción del dique	Movimiento de tierra	Desalojo de material	Desalojo de escombros	
PARÁMETROS			Rel.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
Físico	Aire	Calidad del aire	a															
		Ruidos y vibraciones	b															
	Suelo	Geomorfología	c															
		Calidad del suelo	d															
		Capacidad de uso	e															
	Agua	Calidad de agua superficial	f															
		Calidad de agua subterránea	g															
		Disminución de recurso de agua	h															
Biológico	Flora	Diversidad y abundancia de especies	i															
		Alteración del hábitat de especies protegidas	j															
	Fauna	Diversidad y abundancia de especies	k															
		Alteración del hábitat de especies protegidas	l															
Socioeconómico	Económico	Generación de empleos	m															
		Impulsar matriz productiva	n															
	Social	Salud	o															
		Educación	p															
		Modo de vida	q															
		Estético/Paisajístico	r															

3.10 Presupuesto

El presupuesto referencial del proyecto de una presa homogénea de tierra con su aliviadero, aprovechando que los materiales del sitio si son aptos para ser usados en el proyecto, alcanza los \$61579,06 (sesenta y un mil quinientos setenta y nueve 06/100 Dólares americanos).

Tabla 3.7 Tabla de cantidades y precios

OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN LA PARROQUIA MANGLARALTO					
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	Trazado y replanteo	m ²	190	1,07	203,3
2	Desbroce(inc desalojo)	Ha	1,3313	320	426,016
3	Excavación (inc desalojo)	m ³	4.465,65	3,6	16076,3337
4	Material de préstamo	m ³	4.465,65	9,95	44433,2
5	Transporte y desalojo de escombros	m ³	20	1,09	21,8
6	Protección para trabajador	u	8	33,24	265,92
7	Alquiler de baterías sanitarias	u	1	152,49	152,49
				TOTAL: \$	61579,06

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Es posible construir una presa de tierra de poca altura para lograr el almacenamiento de caudales durante la época lluviosa. Sería el mayor volumen de embalse que se puede lograr en el valle del Río Manglaralto.

La capacidad del embalse se incrementará extrayendo materiales para la construcción del terraplén de préstamos ubicados en el área de vaso o reservorio.

Para construir la presa se aprovecha algunos trabajos, de movimiento de tierras, realizados previamente por los comuneros de Manglaralto.

Con la finalidad de controlar el funcionamiento hidráulico del dique de presa se han diseñado espaldones del terraplén bien tendidos y en un sitio apartado del dique principal se ha diseñado un aliviadero fusible de suelos, el cual podrá erosionarse para dejar pasar caudales extraordinarios, pudiendo ser reparado.

El costo de la solución formulada es relativamente bajo respecto a los beneficios que se pueden obtener. Adicionalmente el proceso constructivo, técnicamente controlado, no presentará complicaciones y podrá ser construido durante la época de estiaje.

4.2 Recomendaciones

Debido a que en la Península de Santa Elena existe escasez de agua durante la mayor parte del año, es necesario que se estudien, diseñen y construyan proyectos de embalse y así compensar ese déficit.

Deben realizarse estudios más detallados de las cuencas de drenaje de los ríos, para estudiar su comportamiento hídrico, las condiciones geomorfológicas, la caracterización geológica y geotécnica.

Es necesario que para construir obras de contención de embalses se realicen estudios técnicos especializados y se construya con la dirección y asesoramiento de profesionales competentes.

Dadas las experiencias negativas vividas anteriormente en Manglaralto, es necesario que se construyan obras o soluciones que tengan la mayor vida útil posible, lo cual sólo se puede lograr si los diseños son los apropiados.

BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. L. G. Navarro y A. d. C. Aguilera, Saltos de agua y presa de embalse. T. 2 Presas de embalse, 3 ed., Madrid: Tipografía Artística, 1964.
- [2] P. Novak, Estructuras Hidráulicas, MC Graw Hill, 2001.
- [3] V. M. L. & M. D. Chow, Hidrología Aplicada, McGraw-Hill Interamericana S.A., 1994.
- [4] I. C. T. d. Varela, Mecánica de Suelos Práctica, Guayaquil, 2007.
- [5] Amado, «Observaciones sobre la Geología del río Manglaralto.,» 1990.

ANEXO A

Ensayo Proctor

Cantidad de agua (ml)	Recipiente No.	Peso tierra húmeda + rcp (gr.)	Peso tierra seca + rcp (gr.)	Peso del rcp (gr.)	peso de agua	Peso seco (gr.)	W (%)	Peso tierra húmeda + cilindro (kg)	Peso tierra húmeda (kg)	1 + W/100	Peso tierra seca (kg)	Peso volumétrico seco (kg/ml)
100	6	1266,05	1167,55	146,47	98,50	1021,08	9,65	6,586	3,814	1,0965	3,478	1635,38
200	5	1439,85	1311,9	148,70	127,95	1163,20	11,00	6,932	4,160	1,1100	3,748	1761,99
300	3	1388,46	1241,93	143,44	146,53	1098,49	13,34	7,004	4,232	1,1334	3,734	1755,49
400	10	1455,8	1285,46	141,86	170,34	1143,60	14,90	7,064	4,292	1,1490	3,736	1756,27

