

“DISEÑO DE UNA PRESA, DE MATERIALES SUELTOS, EN EL RÍO GRANDE DEL PROYECTO MULTIPROPÓSITO CHONE”

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE

Departamento de Ciencia de la Tierra y la Construcción

Ingeniería Civil

Autor: *Alejandra Elizabeth León Montenegro (aeleon1@espe.edu.ec)*

Director: *Dr. Washington Sandoval (wrsandoval@espe.edu.ec)*

Codirector: *Ing. Eduardo Aguilera (eaguilera@espe.edu.ec)*

RESUMEN

Los ríos Garrapata, Mosquito y Grande, conforman un sistema hidrográfico que confluye en la ciudad de Chone, por ende tienen una gran influencia en el desarrollo local y de las comunidades que se encuentran aledañas a esos ríos. La zona de Río Grande se caracteriza por ser muy fértil, permitiendo una amplia producción agrícola ganadera, estimándose en cerca de 20 millones de dólares anuales su aporte a la economía local de Chone; pero por el comportamiento hidrológico de la zona, en épocas de grandes precipitaciones los ríos aumentan su caudal y causan daños que paralizan estas actividades afectando en el ámbito laboral, desarrollo económico y social a gran parte de la población. Con el fin de resolver estos problemas de carácter recurrente, la Secretaría Nacional del Agua impulsó el proyecto multipropósito Chone, dentro del cual está inmersa la construcción de la Presa Río Grande, que servirá para el control de inundaciones y para el riego de 2.200 ha en la Provincia de Manabí, que favorece a unos 100 mil habitantes de la ciudad de Chone.

ABSTRACT

Rivers Tick, Mosquito and Grande, in its upper part, form a river system that flows into the city of Chone which have a great influence on local development and communities that are adjacent to these rivers. Rio Grande area is characterized by being very fertile, allowing extensive livestock farming, estimated at about 20 million dollars a year its contribution to the local economy Chone; but in times of heavy rainfall the rivers increase their flow and cause crippling damage affecting these the economic and social development on a large part of the population . In order to solve these problems, the National Water Secretariat (SENAGUA) increased the importance of the construction of Chone multipurpose project, in which is embedded the construction of the Rio Grande Dam, which will serve for flood control and irrigation of 2,200 hectares in the province of Manabi, and it favors more than 100 000 inhabitants of the town of Chone

INTRODUCCIÓN

El Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de Manabí–Fase I, divide a la provincia en 22 cuencas hidrológicas o unidades de planificación, dentro de los cuales, el sistema hidrográfico Carrizal-Chone ocupa un área de 2.267 Km². Dentro de este sistema se incluyen las cuencas de los ríos Garrapata, Mosquito y Grande, que forman el río Chone.



Figura No. 1.- Sistema hidrográfico que confluye en la ciudad de Chone

Fuente: Plan de Desarrollo de los recursos hídricos de Manabí (Fase 1)

A inicios del año 2013 se difundió una gran cantidad de información sobre los daños originados por las lluvias estacionales en varias zonas del Ecuador. También se conoce que a partir de abril 2014, aproximadamente 25.567 personas han sido afectadas, 3.906 viviendas han sido dañadas y 127 destruidas en la provincia de Manabí. El Cantón Chone se caracteriza por ser un área muy fértil, lo que ha facilitado el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera, que genera más de 4.000 puestos de empleo, estimándose en cerca de 20 millones de dólares anuales su aporte a la economía local de Chone; pero por el comportamiento hidrológico, que está en convergencia con el régimen pluviométrico de la zona, en épocas de grandes precipitaciones los ríos aumentan su caudal produciéndose daños que paralizan estas actividades afectando en el ámbito laboral, desarrollo económico y social a gran parte de la población.



Figura No. 2.- Llanura de Inundación

Fuente: Plan de Desarrollo de los recursos hídricos de Manabí (Fase 1)

Con el fin de resolver estos problemas que se están presentando desde hace muchos años, la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) impulsó el proyecto multipropósito Chone, que servirá para el control de inundaciones y para el riego de 2.200 hectáreas en la provincia de Manabí, a más de favorecer a 100 mil habitantes de la ciudad de Chone.

GENERALIDADES DEL PROYECTO

La Fase I del Proyecto Multipropósito Chone tiene como sus principales elementos a la Presa Río Grande, y el control de desagüe San Antonio. El presupuesto referencial de las obras en la adjudicación realizada en abril del 2010 ascendía a 46,5 millones de dólares sin IVA, y la construcción debería estar lista en un plazo de 36 meses contados a partir de la entrega del anticipo del 35 % del valor de la obra.

El sitio de implantación de la Presa Río Grande está ubicado cerca de la ciudad de Chone, 1 km aguas abajo de la confluencia del Río Platanales con el Río Grande (en las coordenadas geográficas 9.923.000 N y 612.700 E).



Figura No. 3.- Lugar de implantación del Proyecto Multipropósito Chone

Fuente: El COMERCIO 19/10/2011

El embalse del Río Grande está destinado a regular las aportaciones del Río Grande con una triple finalidad; asegurar el abastecimiento urbano e industrial para la ciudad de Chone y poblaciones aledañas hasta el año 2038, satisfacer la demanda de riego de una zona de 2.200 ha, y reducir el riesgo de inundaciones de la ciudad de Chone, al controlar las avenidas del Río Grande.

El embalse tiene un volumen útil de 75,74 hm³, que permite regular 52,76 hm³ anuales, destinando 40,81 hm³ (77%) al riego y el 23% restante al abastecimiento urbano e industrial.

La Presa Río Grande, al igual que la de Poza Honda y La Esperanza, se construirá con “materiales sueltos”, con el fin de disminuir los costos de construcción.

La Presa Río Grande se la diseño en 1986 y tuvo un reajuste del presupuesto en el 2008; sin embargo, debido a la detección de algunos desajustes en la recolección y procesamiento de información hidrológica y geotécnica, se consideró la necesidad de elaborar una propuesta de diseño.

DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO FINAL DE LA PRESA RÍO GRANDE

El diseño comprende una presa homogénea de materiales sueltos de 270 metros de longitud con una altura de 47 metros, cuya cota de coronación se la ha fijado en la cota 72 m.s.n.m. con un ancho de la corona de 10 m. El talud aguas arriba tiene una pendiente de 3 en horizontal por 1 en vertical, mientras, la inclinación del talud aguas abajo es de 2,5 en horizontal por 1 en vertical. Por facilidad de tránsito y con la finalidad de garantizar la estabilidad de la obra, se ha establecido la necesidad de colocar en el talud aguas abajo una berma a 30 metros de altura con un ancho de 2 m.

Al tratarse de una presa homogénea, se debe cuidar especialmente del fenómeno de las filtraciones, razón por la cual se ha previsto la colocación de una pantalla de hormigón aguas arriba, que cubra todo el talud; es decir, con una longitud total de 178,36 m, y un espesor de 20 cm, inmediatamente abajo, se incluye un elemento impermeable discreto de arena y grava de la misma longitud y espesor cuya finalidad es orientar el curso del agua filtrada hacia fuera del cuerpo de la presa. Finalmente se colocará un filtro de 20 cm de espesor, que recorre el talud aguas arriba y la parte inferior del cuerpo de la presa hasta el enrocado, ubicado aguas abajo de la presa cuya altura, definida por el nivel del cauce (31 m.s.n.m.), es 9 m con un ancho de 22 m. El talud

aguas arriba y aguas abajo del enrocado tienen una inclinación de 1 m en horizontal por 1 en vertical.

El aspecto más sobresaliente en el cálculo de la Presa Río Grande, es quizá, el de la cimentación, que se la diseñó utilizando el método de mejoramiento y reforzamiento de suelo con columnas de grava, de 1 m de diámetro y una separación de 3 m entre sí con una longitud de 12 m, hasta alcanzar el estrato de suelo limo-arcilloso. El tratamiento propuesto para la cimentación comprende también una pantalla impermeable compuesta principalmente de limo, ubicada en la parte inferior del talud de aguas arriba, de 40 m de profundidad.

Es importante mencionar que a nivel del cauce existe un relleno aluvial de escasa capacidad portante, que tiene un espesor de 2 m; dicha capa se la debe remover, para que la presa quede cimentada directamente sobre el suelo limoso; esto es, en la cota 23 m.s.n.m.

CONCLUSIONES

- Dada la estratigrafía del lugar de implantación de la presa, en el que se puede evidenciar una mala calidad del suelo de cimentación, se ha determinado que la opción más viable es la construcción de una presa de materiales sueltos, que respecto a otro tipo de presas, presenta menores exigencias en cuanto a la deformabilidad de la fundación, a la vez que, el material de construcción se lo puede obtener en el sector.
- En cuanto a los espaldones de la presa, se obtuvo un factor de seguridad, sin sismo, de 2.19 y, para un sismo de 0.25g, de 1.41 aguas arriba y 1.08 aguas abajo (método pseudo estático). Se podría considerar que los factores de seguridad obtenidos son excesivos, y que, por lo tanto, incrementan el valor económico de la presa; no obstante se debe tomar en cuenta que se trata de una obra de gran importancia ubicada en una zona de alto riesgo sísmico, que, en caso de una falla por efectos sísmicos, o por colapso de la estructura, implicaría una pérdida significativa de vidas

humanas y un grave perjuicio a las actividades de miles de personas a más de las pérdidas económicas. Por este motivo, se justifica enfatizar en la seguridad como se plantea en la presente propuesta de diseño.

- Tratándose de una presa homogénea, se ha visto la necesidad de crear una pantalla de hormigón f'c 280 kg/cm², complementada con filtros y drenes laterales, que impedirá filtraciones a través del cuerpo de la presa y evitará fallas por deslizamiento o ruptura.
- A partir del último diseño se presupuestó un valor de 28' 994.746,03 USD para la construcción de la Presa Río Grande, mientras que el monto proyectado para la presente propuesta de diseño es 37' 768.052,58 USD. La diferencia de 8'773.306,55 USD se debe a la inclusión de dos rubros significativos; columnas de grava y pantalla de hormigón f'c 280 kg/cm². Aunque la diferencia entre ambos montos es considerablemente alta, se debe tomar en cuenta que las características del suelo de cimentación ameritarían que no se escatimen gastos, por lo que, sería importante implementar la técnica de refuerzo y mejoramiento de suelo conocida como columnas de grava porque aumenta la capacidad portante y la estabilidad frente a deslizamiento del terreno, garantizando la seguridad de la obra hidráulica.
- Con un análisis costo-beneficio se pudo concluir que el costo proyectado de la obra hidráulica representa solo el 15% del total de las pérdidas económicas por inundaciones en el sector, que, ascienden a un valor de 238'326.570,8 USD, entre pérdidas en el sector agrícola, ganadero y social.

RECOMENDACIONES

- La adecuada recolección de información es el pilar fundamental para el éxito de un proyecto. Así por ejemplo, la diferencia de los datos topográficos de la nueva propuesta de diseño con la anterior es de 3 m, lo que ha originado cambios en los niveles del embalse, y,

consecuentemente, en el dimensionamiento de las obras complementarias; es decir, el vertedero, aliviadero y túnel de descarga.

- Es importante destacar que un proyecto se maneja tanto por la calidad del diseño de la estructura, como por la economía de la misma, por lo que, basándose en el análisis de costos de la tesis doctoral del ingeniero Castro, se recomienda la implementación del método de mejoramiento y refuerzo de suelo conocido como columnas de grava, que, es una técnica medianamente costosa, pero de rápida ejecución, a parte que los asentamientos residuales compensan en holgura su costo.
- El proceso constructivo de las columnas de grava se lo puede desarrollar de dos maneras; por la vía seca o la vía húmeda. La diferencia fundamental entre ambas radica en el empleo de aire o agua para facilitar la penetración del vibrador. Es más recomendable utilizar el proceso constructivo por la vía seca, puesto que es mucho más respetuosa con el medio ambiente, más limpia en obra y no necesita introducir agua en ambientes como el cauce de los ríos, en los que existe almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Bureau of Reclamation de los Estados Unidos. (1970). Proyecto de Presas pequeñas. Madrid - España: Ed. Dossat.

Marsall R. y Resendiz Nuñez D. (1975). Presas de Tierra y Enrocamiento. Naucalpan - México: Victoria Litografía S.A.

ACOLIT Cia Ltda. (2008). Memoria de cálculo de la Presa Río Grande del proyecto Multipropósitos Chone. Quito-Ecuador.

C. d. (2011). Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC 11. Quito - Ecuador.

C. J. (2008). Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario. Quito-Ecuador.

Castro González, J. (2008). Análisis Teórico de la Consolidación y Deformación alrededor de las columnas de . Santander - España.

Departamentode Desarrollo Nacional del Ecuador. (2008). Plan de Desarrollo de los recursos hídricos de Manabí (Fase 1).

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología . (2011). Estudio Hidrológico de inundaciones en la cuenca alta de Río Chone (Subcuencas: Garrapata, Mosquito y Grande). Quito - Ecuador.

Novak, P. (2001). Estructuras Hidráulicas 2da Edición. Bogotá Colombia: MacGraw-Hill Interamericana SA.

Sanchez, F. (2008). Medidas Puntuales de Permeabilidad. Salamanca - España.

Sandoval, W. (2011). Principios de la Hidráulica. Quito - Ecuador.