

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

INCIDENCIA DE LA INFILTRACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE PRESAS DE TIERRA – HUANCAYO 2020

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas Tecnologías y procesos

Línea de Investigación Escuela Académica Profesional:

Estructuras

Presentado por:

Bach. CANCHUMANYA VILCHEZ, ANGELA PAOLA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

Huancayo – Perú

2022

FALSA PORTADA

ASESOR

ING. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED

DEDICATORIA

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A los ingenieros quienes me transmitieron su experiencia para el proceso de desarrollar y concluir la presente tesis.

Bach. Canchumanya Vilchez, Angela Paola

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento:

En primer lugar, agradecer a mis familiares por brindarme la oportunidad y el apoyo incondicional para obtener el título de Ingeniero Civil.

A mi alma mater, la Universidad Peruana los Andes, en especial a la Facultad de Ingeniería por acogerme y formarme como buen profesional con vocación de servicio.

A los catedráticos, maestros y doctores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil por sus enseñanzas impartidas en las aulas de clase.

A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

Bach. Canchumanya Vilchez, Angela Paola

CONSTANCIA 065

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

**"INCIDENCIA DE LA INFILTRACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE PRESAS DE TIERRA –
HUANCAYO 2020"**

Cuyo autor (a) (es) : Angela Paola, Canchumanya Vilchez.

Facultad : Ingeniería

Escuela Profesional : Ingeniería Civil

Asesor (a) (es) : Dr. Mohamed Medhi Hadi

Que, fue presentado con fecha 02.02.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 03.02.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **27%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 06 de febrero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADOS



Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Decano



Ing. Rando Porras Olarte
Jurado



Ing. Carlos Alberto Gonzales Rojas
Jurado



Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil
Jurado



Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

INDICE

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
INDICE	7
INDICE DE TABLA.....	10
INDICE DE FIGURAS	11
INDICE DE ILUSTRACIONES	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Descripción de la realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Justificación de la investigación	17
1.3.1. Justificación práctica	17
1.3.2. Justificación científica	17
1.3.3. Justificación metodológica	18
1.4. Delimitación de la investigación.....	18
1.4.1. Delimitación espacial	18
1.4.2. Delimitación temporal.....	18
1.5. Limitaciones	18
1.5.1. Limitación de espacio.....	18
1.5.2. Limitación de tiempo	19
1.6. Objetivos de la investigación.....	19
1.6.1. Objetivo general	19
1.6.2. Objetivos específicos	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación.....	20
2.1.1. Antecedentes internacionales	20

2.1.2.	Antecedentes nacionales	22
2.2.	Marco conceptual.....	24
2.2.1.	Presas de tierra.....	24
2.2.1.1.	Presas de tierra: Clasificación.....	26
2.2.1.2.	Criterios generales de diseño: Drenaje.....	28
2.2.1.3.	Tipos de presas de tierra	29
2.2.2.	Presas heterogéneas	32
2.2.3.	Presas con núcleo ancho	34
2.2.4.	Presas con núcleo delgado	34
2.2.5.	Presas con manto impermeable.....	37
2.2.6.	Ventajas de las presas de tierra.....	38
2.2.7.	Desventajas de la presa de tierra.....	39
2.2.8.	Estabilidad de taludes en presas de tierra	39
2.2.9.	Estabilidad de taludes y deslizamiento	40
2.2.10.	Fallas en presas de tierra.....	43
2.3.	Definición de términos	45
2.4.	Formulación de hipótesis.....	46
2.4.1.	Hipótesis general	46
2.4.2.	Hipótesis específicas	46
2.5.	Variable	47
2.5.1.	Definición conceptual de las variables	47
2.5.2.	Definición operacional de las variables	47
2.5.3.	Operacionalización de variables	48
CAPÍTULO III		49
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN		49
3.1.	Método de la investigación	49
3.2.	Tipo de Investigación	49
3.3.	Nivel de la investigación	49
3.4.	Diseño de la Investigación	50
3.5.	Población, muestra y el muestreo	51
3.5.1.	Población	51
3.5.2.	Muestra	52
3.6.	Técnicas e instrumentos de investigación	52

3.6.1. Técnicas.....	52
3.6.2. Instrumentos	53
3.7. Procesamiento de la información.....	53
3.7.1. Análisis de estabilidad y determinación del caudal de infiltración	53
3.7.2. Condiciones actuales	53
3.7.3. Análisis de equilibrio limite	54
3.7.4. Metodología para el análisis de estabilidad de taludes con el programa S.L.I.D.E 6.0.....	55
3.7.4.1. Definición de parámetros.....	56
CAPÍTULO IV	59
RESULTADOS	59
4.1. Análisis de infiltración de presas	59
4.1.1. Metodología para el análisis de filtración de presas con el programa S.L.I.D.E 6.0.....	59
4.1.1.1. Definición de parámetros.....	59
4.2. Objetivo secundario 1.....	61
4.3. Objetivo específico 2	62
4.3.1. Análisis estático	62
4.3.2. Análisis pseudoestático	64
4.4. Objetivo específico 3	66
5.1.1. Condiciones estáticas	66
5.1.2. Condiciones pseudoestáticas (coeficiente sísmico: 0.20)	67
CAPÍTULO IV	69
DISCUSION DE RESULTADOS	69
5.1. Objetivo general	69
5.2. Objetivo específico 1	69
5.3. Objetivo específico 2	70
5.4. Objetivo específico 3	70
CONCLUSIONES.....	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	74
ANEXOS	76

INDICE DE TABLA

Tabla 1: Predimensionamiento de taludes en presas de tierra.....	28
Tabla 2: Valores mínimos del ancho de la corona en presas de tierra	29
Tabla 3: Geometría de la presa Torococha	54
Tabla 4: Parámetros Geotécnicos Iniciales	54
Tabla 5: Parámetros Hidráulicos	54
Tabla 6: Factores de seguridad para las diferentes condiciones de análisis de estabilidad (NORMA DIN 4084)	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Presa de tierra.....	25
Figura 2: Presa de tierra de sección homogénea.....	27
Figura 3: Presa de tierra de sección graduada	28
Figura 4: Tipos de drenajes en presas de tierra	29
Figura 5: Presas Homogéneas.....	30
Figura 6: Presas Homogéneas Modificadas.....	31
Figura 7: Presa heterogénea con núcleo ancho.....	34
Figura 8: Presa heterogénea con núcleo delgado.....	35
Figura 9: Presa heterogénea con núcleo inclinado	36
Figura 10: Presa heterogénea con manto impermeable	38
Figura 11: Tipos de taludes.....	41
Figura 12: Deslizamiento de talud.....	42
Figura 13: Esquema del diseño de la investigación	50
Figura 14: Esquema del método No Experimental.....	51
Figura 15: Sección máxima representativa de la presa Torococha.....	56

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ingreso de las Propiedades Geotécnicas de la Presa Torococha.....	57
Ilustración 2: Asignación de los materiales por cada región determinada de la presa Torococha.....	57
Ilustración 3: Asignación del tipo de falla y el tipo de búsqueda de superficie de falla.....	58
Ilustración 4: Configuración para el análisis de flujos a través del cuerpo permeable.....	60
Ilustración 5: Configuración para la generación de mallado en la sección de análisis.....	60
Ilustración 6: Asignación de propiedades hidráulicas de los materiales por cada región determinada de la Presa Torococha.....	60
Ilustración 17: Líneas equipotenciales y redes de flujo de agua a través de vectores.....	61
Ilustración 18: Líneas de flujo y determinación del caudal total de pasa a través del cuerpo de la presa ($Q=0.13477$ m ³ /día).....	61
Ilustración 7: Presa fin de la construcción aguas abajo sin sismo – F.S.=1.98.....	62
Ilustración 8: Presa fin de la construcción aguas arriba sismo – F.S.=1.86.....	63
Ilustración 9: Presa embalse lleno aguas abajo sin sismo – F.S.=1.97.....	63
Ilustración 10: Presa embalse lleno aguas arriba sin sismo – F.S.=2.83.....	63
Ilustración 11: Presa desembalse rápido aguas arriba sin sismo – F.S.= 1.13.....	64
Ilustración 12: Presa fin de la construcción aguas abajo con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.= 1.45.....	64
Ilustración 13: Presa fin de la construcción aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.27.....	65
Ilustración 14: Presa embalse lleno aguas abajo con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.45.....	65
Ilustración 15: Presa embalse lleno aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.39.....	65
Ilustración 16: Presa desembalse rápido aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=0.76.....	66

RESUMEN

La tesis titulada: “Incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra – Huancayo 2020”, partió del problema: ¿Cuál es la incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020?, cuyo objetivo general fue Determinar la incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020., la hipótesis general que se verificó fue: la infiltración reduce la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020. Se utilizó un método cuantitativo - científico, de tipo de investigación aplicada, de nivel descriptivo y de diseño de la investigación transversal correlacional - causal. Desarrollado la investigación se obtuvo los resultados de acuerdo a los indicadores fluidez, presión hidráulica, funcionalidad, líneas de influencia, diagrama de fuerzas hidráulicas, durabilidad teniendo como tema de estudio de la infiltración de la presa de tierra con diferentes grados de incidencia en su estabilidad.

Palabras claves: Presa, tierra, estabilidad, infiltración.

ABSTRACT

The thesis entitled: "Incidence of infiltration on the stability of earth dams - Huancayo 2020", started from the problem: What is the incidence of infiltration on the stability of earth dams, Huancayo 2020? whose general objective was to Determine the incidence of infiltration on the stability of earth dams, Huancayo 2020., the general hypothesis that was verified was: infiltration reduces the stability of earth dams, Huancayo 2020. A Quantitative - Scientific method of research type was used Applied, Descriptive and design level of Cross-Relational - Causal research. Once the investigation was developed, the results were obtained according to the indicators of fluidity, hydraulic pressure, functionality, lines of influence, diagram of hydraulic forces, durability, having as a subject of study the infiltration of the earth dam with different degrees of incidence on its stability.

Keywords: Dam, land, stability, infiltration.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis ha sido desarrollada en los años 2020 - 2021 sobre el análisis de la incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra bajo las mismas condiciones de cargas dinámica y estática.

El modelamiento estructural sobre el análisis para ver el grado de incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra esta modelada para una misma zona y bajo las condiciones del lugar como topografía, embalse para la zona de Torococha.

Para el desarrollo de la investigación se desarrollado de la siguiente manera para su mayor comprensión:

EL CAPÍTULO I: Planteamiento del problema

En el presente capitulo se ha planteado la problemática, así como los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos, así como sus delimitaciones y limitaciones de la presente investigación.

EL CAPÍTULO II: Marco teórico

En el presente capitulo se desarrolla el marco teórico donde especifica los antecedentes nacionales y los antecedentes internacionales, así como bases conceptuales referidas al proyecto.

EL CAPÍTULO III: Metodología de la investigación

Este capítulo detalla la metodología empleada en el desarrollo de la investigación, así como las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.

EL CAPÍTULO IV: Análisis de datos e interpretación de resultados

Este capítulo desarrolla el análisis de los datos recolectados y la interpretación respectiva de todos los valores obtenidos y su respectivo comparativo con los valores de norma establecida.

EL CAPÍTULO V: Discusión de resultados

En este capítulo se la compatibilidad con investigaciones correlacionadas con el tema manteniendo un criterio y un enfoque en relación a los datos obtenidos.

Bach. Canchumanya Vilchez, Angela Paola

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El origen de las presas viene de miles de años atrás, entre ellas tenemos la presa de mampostería hace 4000 a.C. una de las presas es la presa Kaffara (2600 a.C) - Egipto, que existe como indicio hasta la fecha y que falló en algún tiempo posteriormente en el periodo de 1,000 d.C. se propagó la construcción de presas adoptando audacia en la forma y con mayores alturas a nivel de toda Europa , así como la presa de Tibi (España) del año 1,594 con 46 m de altura y 65 m de corona, hasta la fecha en servicio.

En nuestro país existen 159 ríos con 159 cuencas hidrográficas que desembocan sus aguas en las regiones hidrográficas Pacífico, Amazonas y Titicaca, que constituyen las tres vertientes del Perú.

En los años 1970 se construye en Perú una de las presas más alta de arco, gravedad en la presa de Tabla Chaca de 77 metros de altura sobre el río Mantaro en 1973, siendo la presa de tierra más alta de Sudamérica en la década de los 80 y concluida en el año 1987, en la presa del Gallito Ciego, de 114 metros de altura, sobre el río Jequetepeque.

Las presas de tierra o enrocado son materiales que a lo largo de siglos se han utilizado en la construcción de obras de infraestructura con la finalidad de almacenar los recursos hídricos, estas presas están constituidos por materiales granulares con dimensiones que varían entre 0,5 y 2.0 metros de diámetro este material ha sido principalmente utilizado en presas de tierra con una pantalla impermeable ya que en nuestra región debido a la escasez en el

estiaje, se ha proyectado obras de presas para poder almacenar agua principalmente en la mayoría de proyectos de irrigación, energía y abastecimiento de agua potable, industria, sin embargo no se ha cubierto la demanda de estas reservas de agua en la suficiente cantidad como para cubrir el déficit de nuestro país.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo interviene la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020?
- b) ¿Cómo varía el factor de seguridad de estabilidad de las presas de tierra en un estado estático y pseudo estático, Huancayo 2020?
- c) ¿Qué medidas de seguridad se debe tomar para evitar la Infiltración en presas de Tierra, Huancayo 2020?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación práctica

Según (Hernández Sampieri, 2014) “La justificación practica se podrá desarrollar cuando se presente una investigación que pueda resolver un problema o una necesidad que se pueda resolver.”

Esta investigación permite establecer la influencia de las condiciones de infiltración sobre la estabilidad de las presas de tierra para el cumplimiento de las expectativas, garantizando un soporte suficiente y estabilidad aceptable, logrando que los asentamientos se aptos para lo que han sido diseñadas.

1.3.2. Justificación científica

La justificación teórica se da por el manual de carreteras: Hidrología,

Hidráulica y drenaje, Manual de puentes y el manual de ensayos de materiales la cual nos permitirá determinar valores como borde libre, ancho de la cresta, alineamientos de la presa, taludes, asentamientos a fin de que cumplan los requisitos y/o parámetros mínimos establecidos.

1.3.3. Justificación metodológica

Según (Hernández Sampieri, 2014) “La justificación metodológica sugiere que las principales razones que pueden motivar a un estudio y a futuras investigaciones es un propósito por lo cual pueda justificar una razón suficiente para poder realizar una investigación en un tiempo corto o largo”.

Con la presente investigación se pretende dejar una forma metodológica que nos ayude en cuanto a los instrumentos e la recolección de datos, y la cual corresponde a la observación en qué grado de correlación se da la incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra dichos resultados obtenidos servirá como un antecedente que pueden ser utilizados en futuras investigaciones, relacionadas a las presas de tierra.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación espacial

La delimitación espacial para la presente investigación hace referencia a la presa de tierra de Torococha, del distrito de Pucará de la provincia de Huancayo, de la región Junín.

1.4.2. Delimitación temporal

La delimitación temporal de la presente fue realizada en los meses de febrero del 2020 hasta julio del año 2021 haciendo de 18 meses del proceso de la investigación.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitación de espacio

La investigación tuvo como limitación de espacio, a la zona evaluada, lo que hace referencia a la presa de Torococha.

1.5.2. Limitación de tiempo

La investigación tuvo como limitación temporal de 6 meses de proceso de información y 12 de interpretación de datos haciendo un total de 18 meses iniciando en febrero del 2020 hasta julio del 2021.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la intervención que produce la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020.
- b) Analizar la variación del factor de seguridad de las presas de tierra en estado estático y pseudo estático, Huancayo 2020.
- c) Identificar qué medidas de seguridad se debe tomar para evitar la infiltración en presas de Tierra, Huancayo 2020.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Cordero Mejias, 2018) presentó la tesis de pregrado **Titulado:** Análisis de filtraciones y estabilidad de taludes en presas de tierra para suelos parcialmente saturados, el cual fija como **objetivo general:** Estabilizar taludes en presas de tierra se realiza solamente en el plano de la mecánica de suelos saturados, aunque es conocida la existencia de zonas parcialmente saturadas que aportan resistencia durante los diferentes estados de carga de estas estructuras, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental”, obteniendo como **resultado:** Los factores de seguridad son empleados los métodos de equilibrio límite Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenster-Price y Spencer para los grados de saturación 100%, 98%, 90% y 80%, y finalmente **concluyo:** La geometría de la presa está definida a partir de los criterios de dimensionamiento para las condiciones de Cuba y acorde a las obras de este tipo existentes en el país.

(Mogollón Chavez, y otros, 2018), presentó la tesis de posgrado **Titulado:** Diseño de las celdas en hormigón armado de las presas de los ríos el salto y pita para la retención de lodos del volcán Cotopaxi , el cual fija como **objetivo general:** Realizar el diseño estructural de las celdas de hormigón de la presa mixta de los Ríos El Salto y Pita Evaluar, empleando

la **metodología**: Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado**: La resistencia de la roca siendo el valor de 3472.98 KN/m² a una profundidad de 2m y un ancho B de 2m, y finalmente **concluyo**: Mencionando que los elementos modelos poseen las mismas características de acuerdo a su resistencia $f'c=280$ kg/cm².

(Pérez Pliego, 2018) presentó la tesis de pregrado **Titulado**: Análisis de riesgo y confiabilidad en presas de tierra: un caso en el estado de México, el cual fija como **objetivo general**: Analizar el riesgo y la confiabilidad de una de las principales obras de infraestructura con las que México cuenta, las presas de tierra, empleando la **metodología**: Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado**: La información concerniente a modelos para evaluación de riesgo en el país, es escasa, difícil de obtener, y en algunos casos inexistente, y finalmente **concluyo**: La combinación de las metodologías adecuadas, J.E.E. y las R.B.C.N.P., permitieron obtener resultados confiables y análogos a los registrados en eventos reales de fallas de presas de tierra.

(Tapia Muñoz, 2019), presento la tesis de pregrado **Titulado**: Estudio del comportamiento de una presa de tierra en condiciones de desembalse rápido mediante modelación numérica en 3D Caso: presa Mancilla - Municipio de Facatativá, el cual fija como **objetivo general**: Estudiar el comportamiento de los taludes de una presa de tierra sometida a desembalse rápido utilizando modelación numérica en 3D para el Caso de la Presa Mancilla, ubicada en el Municipio de Facatativá, empleando la **metodología**: En el presente trabajo de investigación es Descriptivo y Explicativo, obteniendo como **resultado**: Se desprende que para la presa Mancilla se han efectuado eventos de desembalse con tasas de abatimiento de la lámina de agua en el embalse de 0.64 m/día y 0.88 m/día, y finalmente **concluyo**: Desde el punto de vista operativo, las tasas 6 y 2, resultan convenientes cuando se requiera abastecer a la población de manera rápida, siempre y cuando exista una buena recarga desde la Quebrada.

(Ortiz Quizhpi, y otros, 2019), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Estudio de estabilidad de los taludes de las presas del proyecto Pacalori, teniendo en cuenta la acción sísmica, el cual fija como **objetivo general:** Definir “el procedimiento para el cálculo de la estabilidad de los taludes de las presas de tierra del Proyecto Pacalori, para los tres estados de carga, considerando la acción sísmica, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es Descriptivo y Explicativo, obteniendo como **resultado:** la importancia económica de las presas de tierra y de la experiencia internacional en el diseño de las mismas, donde la acción sísmica no provoca fallas catastróficas, hemos concluido utilizar un período de retorno de 475, y finalmente **concluyo:** Se afirma que la pendiente de 1:3, para el talud aguas arriba y 1:2.75 con colchón de drenaje para el talud aguas abajo; dichas condiciones satisfacen los Factores de Seguridad exigidos por la Norma Española.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Briones Zevallos, 2018), presentó la tesis de pregrado **Titulado:** “Estudio Comparativo del diseño de la Presa de Tierra limón del Proyecto Olmos con Pantalla de Concreto Versus Núcleo de Material Arcilloso” el cual fija como **objetivo general:** La Comparación de los dos diseños existentes de la estructura principal de almacenamiento Presa Limón del Proyecto Especial Olmos mediante un análisis y cálculo sustentado, para determinar cuál es la más factible técnica y económicamente para su construcción, empleando la **metodología:** Experimental, obteniendo como **resultado:** La regulación de este recurso para satisfacer las necesidades tanto de energía eléctrica, como de abastecimiento para el consumo urbano y para la producción agrícola que son actividades muy importantes para el desarrollo de nuestro Perú, y finalmente **concluyo:** La comparación en costo de las dos alternativas demuestra que la Presa con Pantalla Impermeable resulta más económica que la Presa con Núcleo Central de Arcilla.

(Nina Barraqueta, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación Geotécnica para la Construcción de la Presa Huanzo”, el cual

fija como **objetivo general**: Evaluar las características geotécnicas del área de emplazamiento y material de préstamo para la presa de tierra-Huanzo, empleando la **metodología**: Cuantitativo, además de descriptivo, las técnicas de estudio conciernen a actividades de campo, laboratorio y gabinete con el fin de cuantificar los parámetros geotécnicos, obteniendo como **resultado**: La simulación de superficies de falla de los taludes del cuerpo de la presa y los niveles de infiltración de partículas de agua que siguen su recorrido hacia el cuerpo de la presa y el suelo de fundación, y finalmente **concluyo**: La infiltración obtenida con el tratamiento en la sección del eje de presa se redujo de 0.38 m³ /hora a 0.11 m³ /hora, en la zona del pie de talud aguas arriba se redujo de 0.43 m³ /hora a 0.15 m³ /hora.

(Pérez Zereceda & Vasconcellos Orejuela, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado**: "Evaluación de Tres Alternativas de Proyecto de Presa para el Embalse Palo Redondo", el cual fija como **objetivo general**: Evaluar y Comparar tres alternativas de proyecto de presa para el análisis y posterior elección del tipo de la presa Palo Redondo considerando los aspectos técnicos, económicos y socio-ambientales, empleando la **metodología**: Cuantitativa, descriptivo obteniendo como **resultado**: Los costos de cada alternativa considerando partidas de excavación, relleno, inyecciones de impermeabilización/consolidación y costos aproximado de las obras conexas, y finalmente **concluyo**: Se presenta una matriz de comparación, se asignó pesos a cada aspecto analizado para obtener un resultado numérico que respalde la alternativa de presa más conveniente.

(Gonzales Guevara, y otros, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado**: "Influencia de la longitud de diseño del sistema de drenaje tipo horizontal para un modelamiento físico bidimensional en presas de material homogéneo no cohesivo y compactado", el cual fija como **objetivo general**: Evaluar la influencia de la longitud de diseño del sistema de drenaje tipo horizontal para un modelamiento físico bidimensional en presas de material homogéneo no cohesivo y compactado, empleando la **metodología**: Cuantitativa- Tecnológica y diseño de investigación

Experimental (Cuasi- Experimental), obteniendo como resultado: Caudales de infiltración, lecturas piezométricas y trazo de la línea de saturación (todas ellas contrastadas con principios teóricos o software), y finalmente **concluyo**: Se determinó que la influencia de la longitud de diseño del sistema de drenaje tipo horizontal, radica en un aumento de la estabilidad de taludes y caudales de infiltración.

(Perales Asmat, y otros, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado**: “Influencia del Filtro tipo Chimenea Mediante Modelamiento Bidimensional para una Presa de Material Homogéneo Extraído de la Cantera tres Tomas”, el cual fija como **objetivo general**: Evaluar la Influencia del filtro tipo chimenea mediante el modelamiento bidimensional para una presa de material homogéneo extraído de la cantera Tres Tomas, empleando la **metodología**: Experimental, diseño de investigación Experimental puro, tipo de estudio Investigación cuantitativa, obteniendo como **resultado**: Métodos matemáticos con respecto a la línea de infiltración, el caudal de infiltración y la estabilidad de taludes serán cotejados con el modelo físico y el uso de los softwares GeoStudio y Rocscience para poder ser analizados e interpretados por los encargados del estudio **concluyo**: Es cuantificar la influencia del uso del filtro tipo chimenea en una presa de material homogéneo, y dar a conocer sus beneficios o desventajas con lo que respecta a lo ya mencionado.

2.2. Marco conceptual

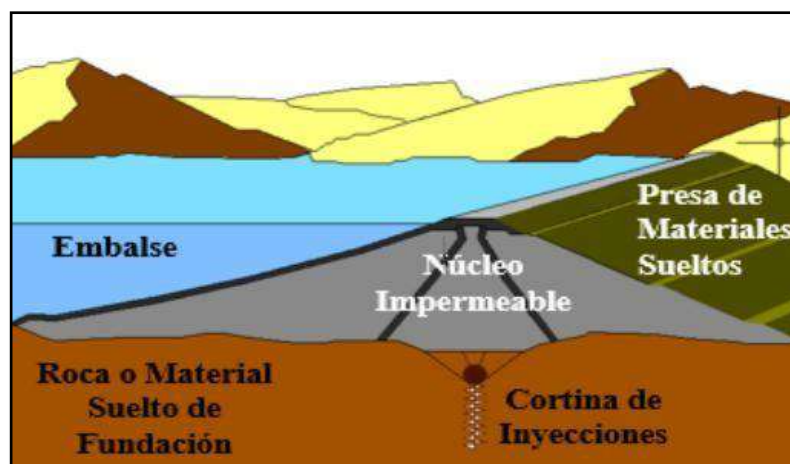
2.2.1. Presas de tierra

Al inicio las presas fueron edificadas de tierra, “especialmente a que en su fabricación se emplean materiales naturales con mínimos procesos. Asimismo, los requerimientos de cimentación para este tipo de presa son menos inflexibles que en otros casos”, por lo tanto, sigue sobresaliendo el cargo de presas de tierra en gran parte porque el número de emplazamientos adecuados para estructuras de hormigón va disminuyendo, debido al gran desarrollo que han tenido los aprovechamientos hidráulicos especialmente en la regiones áridas o

semiáridas, en donde es fundamental el almacenamiento del agua para regadío.

Sin embargo, hoy en día los motivos principales para construir presas son concentrar el agua del río en un sitio determinado, lo que permite generar electricidad, regular el agua y dirigirla hacia canales y sistemas de abastecimiento, aumentar la profundidad de los ríos para hacerlos navegables, controlar el caudal del agua durante los períodos de inundaciones y sequía.

Figura 1: Presa de tierra



Fuente: Elaboración Propia.

“Son presas de tierra en las que materiales provistos por la naturaleza no sufren ningún proceso químico de transformación, siendo tratados y colocados mediante procedimientos de compactación propios de la mecánica de suelos. En su composición intervienen”, piedras, “gravas, arenas, limos y arcillas, siendo denominadas como presas de escolleras cuando más del 50 % del material está compuesto por piedra y presas de tierra cuando son materiales de granulometrías” más pequeñas.

Cuando todo el material que componen las presas de materiales sueltos tiene las mismas características, “se denominan homogéneas, pudiendo tratarse de materiales más o menos impermeables. O bien pueden ser heterogéneas, que son las más comunes”, cuando “se colocan diferentes materiales zonificados, con núcleo impermeable y materiales más permeables a medida que nos alejamos del centro de la presa. La impermeabilidad puede lograrse también mediante pantallas o

diafragmas. Estas variantes pueden presentarse mediante configuraciones que se integren” con distintas participaciones de las diversas características mencionadas.

Las presas de materiales sueltos son presas que están formadas por rocas o tierras sueltas sin cementar. Para conseguir la impermeabilidad de la presa se construyen pantallas impermeables de arcilla, asfalto o algún material sintético. “Se usan preferentemente cuando el sitio donde se apoya la presa no resiste las cargas que una presa de gravedad o arco podrían aplicarle. Se utilizan dos tipos de materiales muy diferentes”; por un lado, piedra o grava suelta, muy estable, pero también muy permeable; por otro, “arcilla, impermeable pero muy inestable. Lo esencial en este tipo de represas es lograr una buena impermeabilización”, “que se confía al macizo de represas en su totalidad o bien a un núcleo o espaldón de material impermeable; por lo que las presas de tierra que se han construido con éxito utilizan grava”, arena, limo, polvo de roca y arcilla.

2.2.1.1. Presas de tierra: Clasificación

Desde épocas muy remotas los hombres han tratado de buscar vías para poder almacenar el agua y a lo largo del desarrollo de la humanidad se podrían citar varios ejemplos de ello, pero no es hasta el siglo pasado, con el desarrollo de la Mecánica de Suelos y la Hidrología, que se ha podido llevar a cabo un proceso acelerado de construcción de presas cada vez más altas, con mayor capacidad de embalses y con diseño muy complejos y atrevidos, pero económicos. (Aguilar Núñez, 2016 pág. 6).

La evolución de las tecnologías de la construcción también ha impulsado el desarrollo de las presas, siendo común hoy el uso del hormigón y la mampostería. En nuestro país, sin embargo, son las presas de materiales sueltos o como comúnmente se les denomina (presas de tierra)” las de mayor presencia. En realidad, las presas de tierra se incluyen dentro de las presas de materiales sueltos ya que estas últimas pueden estar constituidas también por roca-tierra o por materiales de enrocado. (Aguilar Núñez, 2016 pág. 7)

Son muchas las ventajas derivadas de la utilización de este tipo de presas

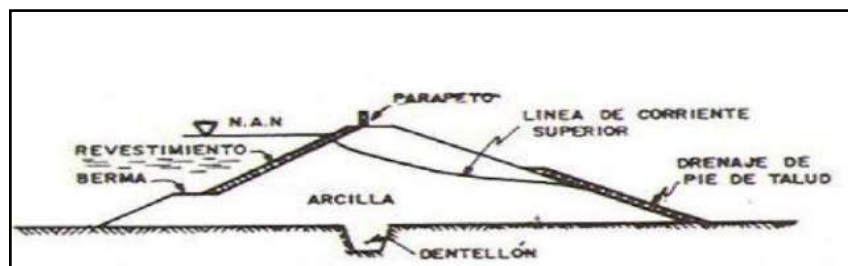
como son el empleo de materiales localmente disponibles y sin tratamientos, lo cual abarata el costo final de la obra al no tener que transportar material procesado ni cemento; el proceso de construcción es continuo y de gran mecanización ya que no se requiere de ningún agente ligante y se pueden adaptar a sitios con diferentes condiciones topográficas y geológica. (Aguilar Núñez, 2016 pág. 7)

dentro de las presas de materiales sueltos, son las presas de tierra aquellas en las que el volumen principal de su cuerpo se compone fundamentalmente por suelos arcillosos, arenas arcillosas o limos. Según su manera de resistir el empuje de las aguas pueden clasificarse como presas de gravedad ya que su propio peso es el encargado de resistir las fuerzas que actúan sobre ellas. (Aguilar Núñez, 2016 pág. 7).

Según (Pérez, 2012), la sección de una presa de tierra de acuerdo a los materiales utilizados puede ser:

Sección homogénea: Están constituidas por un solo tipo de material (arcilla, arena arcillosa, limo, etc.) y por otros materiales que no contribuyan a la estabilidad de la presa como el enroscamiento en el talud aguas arriba y la protección de la corona.

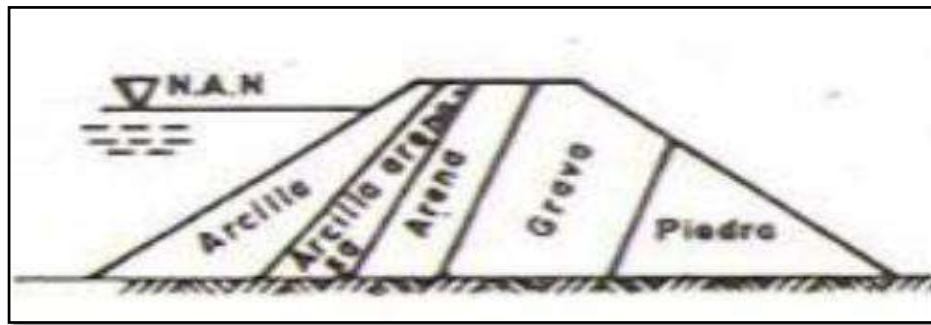
Figura 2: Presa de tierra de sección homogénea



Fuente: Armas Novoa, Horta Mestas – Criterios para Diseñar Presas de Tierra: Prioridad y Secuencia 1987

Sección graduada: “Las presas con este tipo de sección están formadas por distintos materiales en un orden determinado y con espesor definido. Pueden ser de pantalla o de núcleo dependiendo” de la posición del material impermeable (arcilla).

Figura 3: Presa de tierra de sección graduada



Fuente: Armas Novoa, Horta Mestas – Criterios para Diseñar Presas de Tierra: Prioridad y Secuencia 1987

Sección mixta: “Son presas que constan de dos materiales: uno impermeable y otro resistente, con capas de filtro entre uno y otro. Pueden ser también de pantalla y de núcleo”, tierra, piedra y enrocamiento.

En esta investigación se modelará una presa de tierra de sección homogénea debido a la simplicidad de su concepción estructural.

2.2.1.2. Criterios generales de diseño: Drenaje

Tabla 1: Predimensionamiento de taludes en presas de tierra

Altura de la presa H (m)	Pendiente de los taludes	
	Aguas arriba	Aguas abajo
$H \leq 10$	m=2	m=1.5
$10 < H \leq 15$	2-2.5	1.5-2
$15 < H \leq 30$	2.5-3	2-2.5
$30 < H \leq 50$	3-3.5	2.5-3
$H > 50$	4-4.5	3.5-4

Fuente: Armas Novoa, Horta Mestas – Criterios para Diseñar Presas de Tierra: Prioridad y Secuencia 1987.

“El hecho de que el talud aguas arriba se proyecte más tendido que el talud aguas abajo se debe a la poca resistencia a cortante obtenida en Cuba para suelos arcillosos”. El ancho mínimo de la corona depende del tipo de vía de comunicación y por razones constructivas no debe ser menor de 3m.

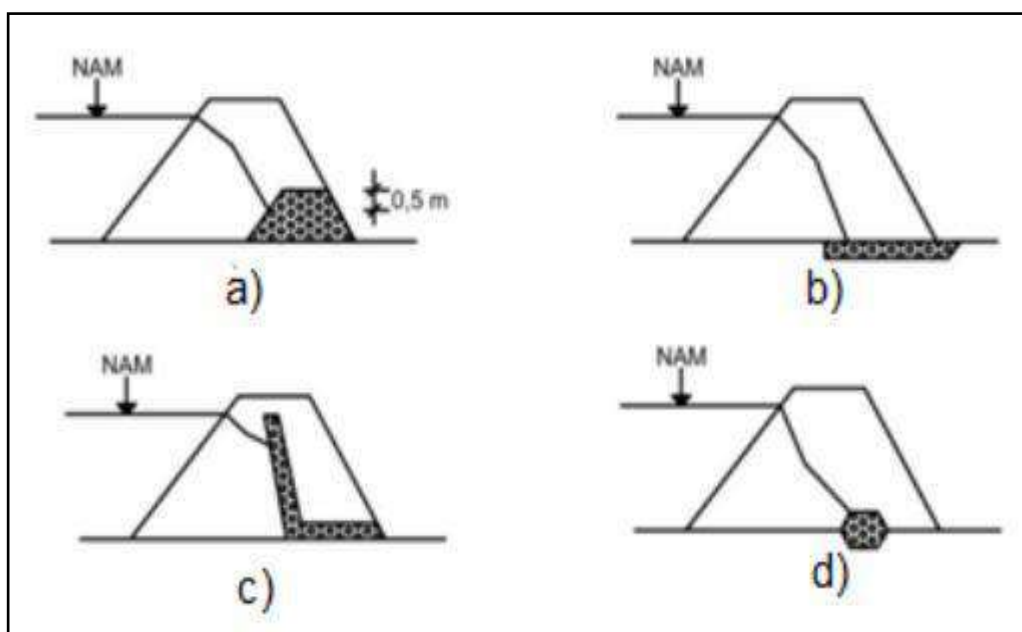
Tabla 2: Valores mínimos del ancho de la corona en presas de tierra

Altura de la presa H (m)	Ancho de la corona (m)
$H \leq 15$	4
$15 > H \leq 30$	5
$H > 30$	> 5

Fuente: Armas Novoa, Horta Mestas – Criterios para Diseñar Presas de Tierra: Prioridad y Secuencia 1987.

“Ellos evitan que el material constitutivo de la presa sea arrastrado por el agua que se infiltra en la misma, además”, “disminuyen la presión neutra que se infiltra en la cortina de la presa, logrando un aumento de la tensión efectiva y, por tanto, de la estabilidad de la presa”. Los dispositivos de drenaje deben garantizar la evacuación del agua sin ocluirse, además, no deben permitir el sifonamiento mecánico por lo que deben tener varias capas de filtro. (Horta Mestas, y otros, 2017).

Figura 4: Tipos de drenajes en presas de tierra



Fuente: (a) Prisma de drenaje, (b) Colchón de drenaje, (c) Drenaje de franja, (d) Drenaje central (Flores Berenguer, 2016)

2.2.1.3. Tipos de presas de tierra

2.2.1.3.1. Presas homogéneas

Las presas homogéneas son presas de terraplén elaborada con un material lo suficientemente estanco (arcilla, limo). Se trata de la técnica de construcción más antigua en este tipo de presas.

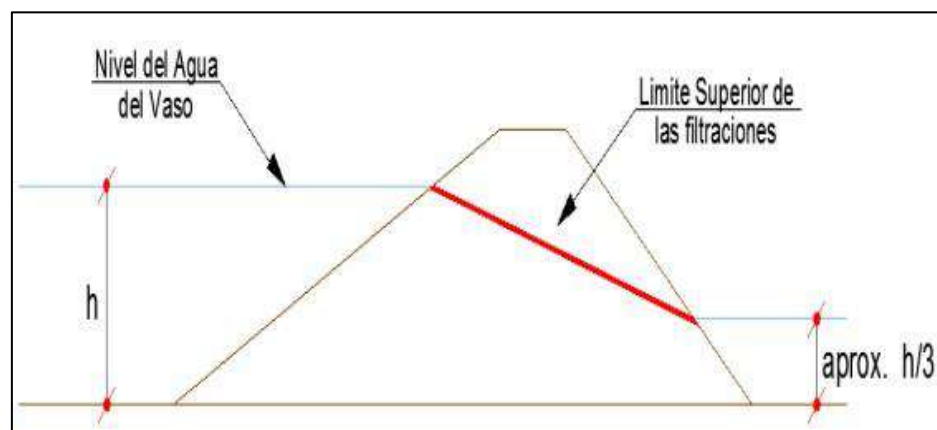
Están construidas con tierras de una sola calidad, generalmente apisonadas, de impermeabilidad suficiente para limitar por sí mismas el paso del agua.

Suele llevar mantos de otro material como protección de los paramentos, o como filtros, sin dejar de pertenecer a esta clase, siempre que estos mantos no tengan un volumen comparable al de las tierras del cuerpo de la presa.

El material que forma la presa debe ser suficientemente impermeable como para proporcionar una estanqueidad adecuada y los taludes, por exigencias de estabilidad, deben ser relativamente tendidos. En cualquier caso y para evitar desprendimiento deben ser suficientemente tendidos, tanto el paramento de agua arriba, si se supone que puede producirse un desembalse rápido, como el agua abajo, para resistir los desprendimientos cuando éste saturado hasta un nivel alto.

Es inevitable que emerja la filtración del talud de agua debajo de una sección completamente homogénea a pesar de su poca pendiente y de la impermeabilidad del suelo, si se mantiene alto nivel del embalse durante un período de tiempo suficientemente largo. El paramento de agua abajo se verá afectado eventualmente por la filtración hasta una altura de aproximadamente un tercio del embalse como se muestra en la figura 5.

Figura 5: Presas Homogéneas



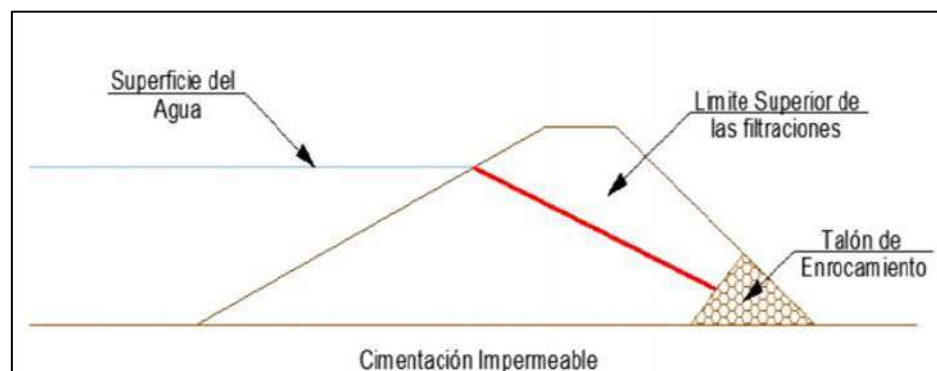
Fuente: Elaboración Propia

En proyectos de presas pequeñas, la sección puramente homogénea, ha sido sustituida por una sección modificada, la cual es el tipo más común consta de un núcleo central impermeable confinado por zonas de materiales considerablemente más permeables. Las zonas permeables confinan, soportan y protegen el núcleo impermeable; la zona permeable de aguas arriba proporciona estabilidad contra los rápidos desembalses, y la zona permeable aguas abajo actúa como dren para controlar el límite superior de filtración.

Para controlar con mayor eficacia las filtraciones transversales y las producidas por los desembalses, la sección debe tener, “en lo posible, una permeabilidad creciente del centro hacia los taludes para hacerlos más fuertes. La sección homogénea modificada con drenaje proporciona un proyecto más idóneo, no debe emplearse para presas de embalse la sección totalmente homogénea, y debe proyectarse un filtro cuando se suponga que el embalse va a permanecer lleno durante un período de tiempo apreciable.

El tipo de presa homogénea (o bien homogénea modificada), es aplicable en lugares donde los suelos disponibles presentan poca variación en la permeabilidad y los diferentes permeables, que se pueden emplear, se encuentran en poca cantidad o a un costo más elevado. Ver figura 6.

Figura 6: Presas Homogéneas Modificadas



Fuente: Elaboración Propia

2.2.2. Presas heterogéneas

Las presas heterogéneas son las presas de materiales sueltos formadas por materiales diferentes, agrupados adecuadamente en distintas zonas de la presa. alguna de estas zonas deberá ser impermeable, pudiendo estar constituida por tierras o bien por una mezcla asfáltica. Los materiales son más permeables a medida que nos alejamos del núcleo de la presa.

Se asimilarán a presas heterogéneas de tierra, aquellas presas constituidas por una sola clase de tierras, pero en las que se colocan en los espaldones alternadas capas horizontales de drenaje, que confieren a la masa de éstos características correspondientes a un material de mucha mayor permeabilidad que el núcleo.

Las presas heterogéneas pueden ser de tierra o de escollera, si bien la transición es gradual de uno a otro tipo, denominaremos a los efectos de esta instrucción presas de escollera a aquéllas en que las zonas formadas exclusivamente de elementos gruesos de roca constituyen un conjunto de permeabilidad ilimitada y ocupen más de dos tercios de la sección del cuerpo de la presa.

Son en las que el cuerpo se compone de dos o más clases de suelos, estas son las más comunes, cuando se colocan diferentes materiales zonificados, con núcleo impermeable y materiales más permeables a medida que nos alejamos del centro de la presa.

Las más utilizadas en los países subdesarrollados ya que son menos costosas y suponen el 77% de las que podemos encontrar en todo el planeta. Son aquellas que consisten en un relleno de tierras, que aportan la resistencia necesaria para contrarrestar el empuje de las aguas.

Los materiales más utilizados en su construcción son piedras, gravas, arenas, limos y arcillas, aunque dentro de todos estos los que más destacan son las piedras y las gravas.

Este tipo de presas tienen componentes muy permeables, por lo que es necesario añadirles un elemento impermeabilizante. Además, estas

estructuras resisten siempre por gravedad , pues la débil cohesión de sus materiales no les permite transmitir los empujes del agua al terreno . Este elemento puede ser arcilla (en cuyo caso siempre se ubica en el corazón del relleno) o bien una pantalla de hormigón, la cual se puede construir también en el centro del relleno o bien aguas arriba.

La presa heterogénea es considerada como un dique heterogéneo si la anchura horizontal de la zona impermeable, en cualquier punto , es igual o mayor que la altura de terraplén sobre ese punto de la presa, y no menor de 3 metros. La anchura máxima de la zona impermeable, vendrá condicionada por criterios de estabilidad y filtración, así como por las disponibilidades de material.

Una presa con núcleo impermeable de anchura moderada compuesto de materiales resistentes y con grandes capas permeables, pueden tener unos taludes externos relativamente pendientes, limitados únicamente por la resistencia de los cimientos, la estabilidad del dique y por consideraciones relativas a su conservación. Las condiciones que tienden a aumentar la estabilidad pueden ser decisivas en la elección de una sección”, incluso aun cuando sea necesario un transporte más largo para obtener los materiales requeridos.

Las presas de tierras no soportan ser sobrepasadas por una crecida. Por ello es necesario , basándose en el conocimiento del comportamiento histórico del río, efectuar una predicción de la forma en que se deberá operar el embalse formado , para evitar que en toda la vida de la obra sea sobrepasada por ninguna crecida.

Es importante destacar que los suelos gruesos (permeables) deben ser capaces de retener los suelos finos (impermeables, semipermeables) que están en contactos con ellos, para evitar que por efecto del flujo se produzcan el arrastre de las partículas de los segundos a través de los vacíos del primero, dando origen a una erosión regresiva o tubificación que terminaría por destruir la presa. Las presas heterogéneas a su vez se dividen según la colocación del elemento anti filtrante , de la siguiente manera:

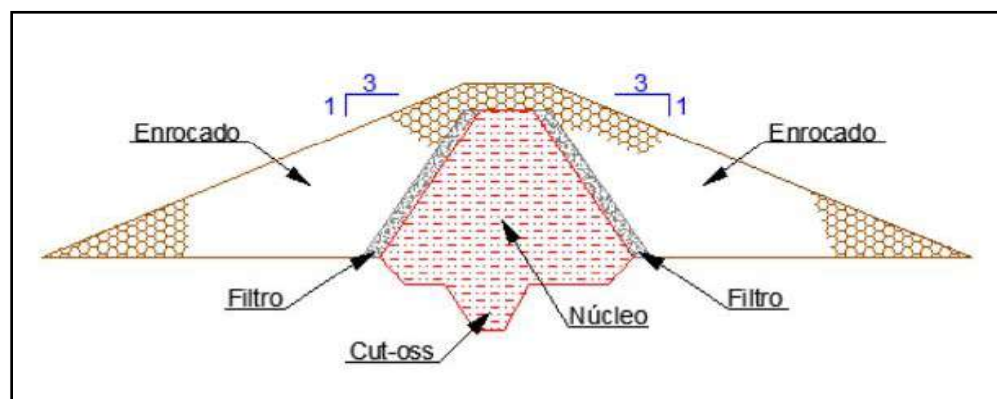
2.2.3. Presas con núcleo ancho

La sección de una presa zonificada con núcleo ancho representa una notable evolución para el empleo de materiales diferenciados. En ambos parámetros se coloca una capa de materiales permeables (grava o roca) que aguas abajo protegen el núcleo como un filtro, bajando rápidamente la línea piezométrica de las filtraciones y aguas arriba forman un contrapeso y una zona de drenaje que reduce la presión intersticial en caso de Draw-Down o sea de un rápido descenso del nivel de agua en el reservorio.

La pendiente típica de los parámetros es de 3:1 o sea, que este tipo de presa requiere menor volumen de material y permite el empleo de una gama más grande de materiales locales. Otra ventaja es la gran superficie de contacto entre el núcleo y las hombreras y el núcleo y la cimentación.

En clima lluvioso o con temporada de lluvia muy extensa, la presa a núcleo ancho presenta la desventaja que la construcción del núcleo es aguantada o paralizada durante los períodos de lluvia mientras que las partes en enrocado pueden ser continuadas desfasando los programas constructivos. La presencia de zonas de trabajo diferenciadas es una desventaja para las pequeñas presas mientras que es ventajosa para las obras de gran envergadura.

Figura 7: Presa heterogénea con núcleo ancho



Fuente: Elaboración Propia

2.2.4. Presas con núcleo delgado

Desarrollando la técnica de la compactación de la arcilla y paralelamente

las maquinas operadoras, se han obtenido mayores grados de impermeabilidad y se ha visto la posibilidad de reducir el espesor del núcleo. Este tipo de presa resulta más económico. La formación de capas de arcilla compactada es casi siempre más costosa que vaciar piedras.

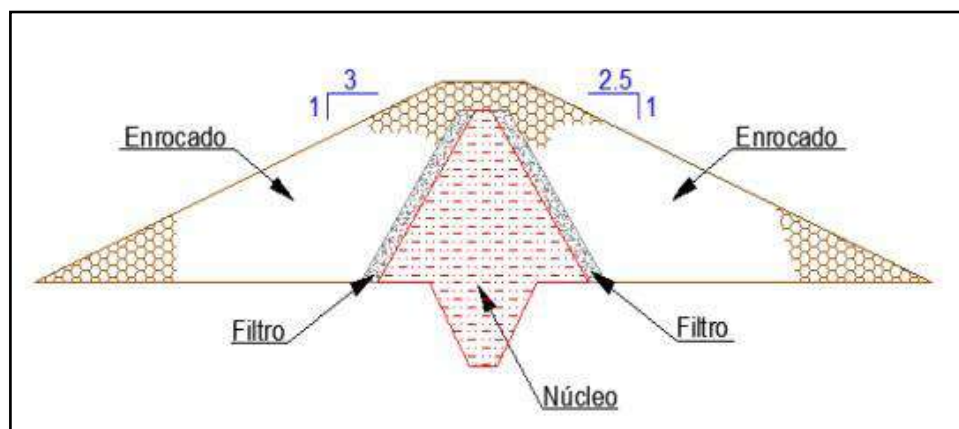
- A) Volumen de materiales reducido en aguas abajo.
- B) Fuerte resistencia mecánica que permita grandes alturas.
- C) Posibilidad de construcción casi independiente de las condiciones climáticas.
- D) Ausencia de problemas de presión intersticial y de Draw- Down.

La pequeña área de contacto entre núcleo y hombreras y entre núcleo y cimentación, bien como los fuertes gradientes de presión en el núcleo son las desventajas de este tipo de presa, que de todos modos pueden ser eliminadas con cuidadosos estudios y buena ejecución de los filtros.

Un punto de especial importancia es el espesor mínimo del núcleo que debe ser proporcionado a la altura. Generalmente se adopta el espesor de $0.3.H.$ a $0.5.H.$ y solamente en casos especiales de utilizar buenos materiales pueden ser reducidos a $0.2.H.$

Otro aspecto delicado de este tipo de presa, especialmente en zonas sísmicas, son los asentamientos diferenciales entre núcleo y filtro, debido a la diferente deformabilidad de los materiales, con peligro de fisuraciones en el núcleo.

Figura 8: Presa heterogénea con núcleo delgado



Fuente: Elaboración propia

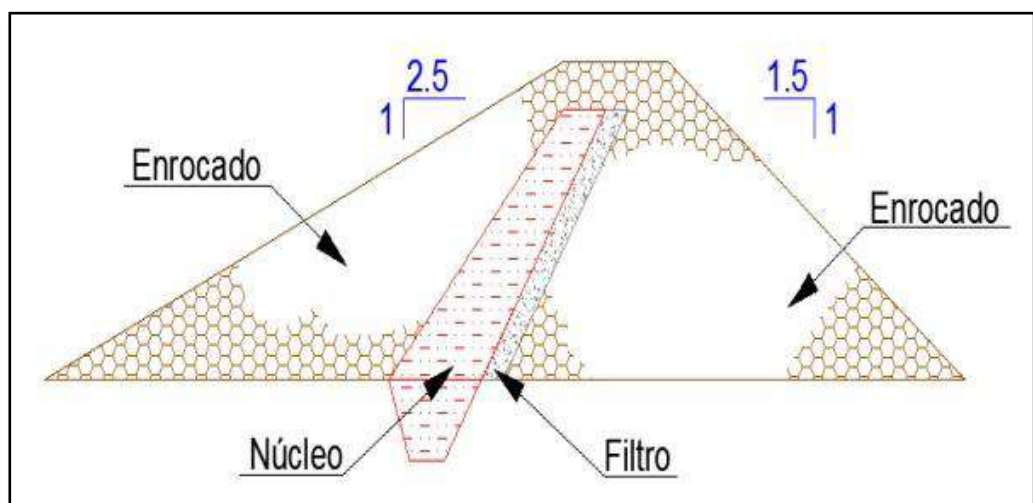
2.2.1. Presas con núcleo inclinado

“Una modificación de las presas con núcleo central delgado, desarrollado recientemente especialmente en los Estados Unidos es la sección con núcleo inclinado que puede ser empleado donde se encuentran grandes cantidades de arcilla”, pero se dispone de roca de buena calidad.

El núcleo impermeable inclinado descarga mejor el empuje hidrostático sobre la cimentación reduciendo la función de soporte del espolón de aguas abajo que puede tener un volumen mínimo. También aguas arriba del núcleo se coloca el mínimo volumen de enrocado, necesario para su protección. La pendiente de los parámetros de aguas abajo y de aguas arriba son reducidas con respecto a los parámetros de otras secciones con la misma altura resultando también una reducción del volumen de material.

Las desventajas principales son la mayor longitud de la línea de contacto núcleo-cimentación y de la cortina de inyecciones que pueden ser determinante en la zona de rocas no buena. También la construcción del núcleo inclinado es más dificultosa. Por lo que se refiere al diseño y a la ejecución de los filtros deben ser cuidadosamente ejecutados, siendo la parte más delicada de la estructura.

Figura 9: Presa heterogénea con núcleo inclinado



Fuente: Elaboración Propia

2.2.5. Presas con manto impermeable

Examinando la evolución de las presas zonificadas se observa que la tendencia se debe reducir, en lo posible, a la cantidad de material impermeable, siempre difícil de encontrar y poner en obra. Con el manto impermeable se ha eliminado el núcleo de arcilla aprovechando al máximo las ventajas de la selección con núcleo impermeable inclinado.

Los materiales empleados para obtener el manto apoyado al parámetro de aguas arriba son varios, tales como: hormigón armado, concreto asfáltico, planchas metálicas, láminas plásticas, madera, etc. La elección depende evidentemente del tamaño de la obra, de la disponibilidad del material, del costo y de la durabilidad, en función de las condiciones ambientales.

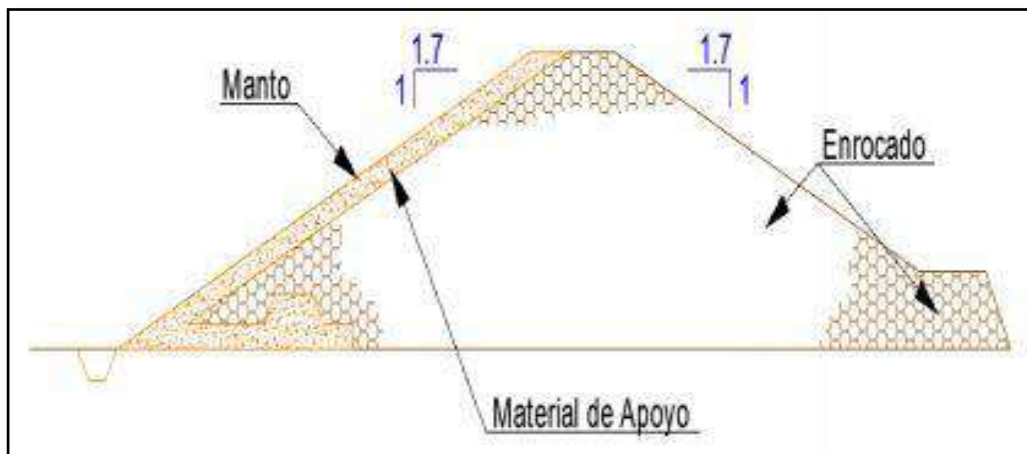
El empleo típico de estas soluciones es en la zona donde faltan materiales finos para realizar el núcleo impermeable, como, por ejemplo: la presa de Aguada, en el sur del Perú en cuyos alrededores los únicos materiales finos son cenizas volcánicas y arena finísima de erosión eólica.

Las ventajas de estas presas es que son estructurales y económicas como las con núcleos inclinados; se llegan al mínimo volumen de enrocado y a la eliminación total de las presiones intersticiales en el cuerpo de la presa.

Además de las desventajas presentadas por las presas con núcleo inclinado se necesita realizar una estructura adecuada, generalmente en hormigón para anclar el manto a la cimentación y se necesita vaciar completamente el reservorio para inspeccionar y hacer mantenimiento al manto.

Del comportamiento de presas de este tipo se ha visto que lo más aconsejable son los mantos más flexibles; o sea, en concreto asfáltico o metálico. La solución en hormigón es siempre demasiado rígida respecto al cuerpo en enrocado y las placas se deforman, se fisuran y se dislocan con mucha facilidad.

Figura 10: Presa heterogénea con manto impermeable



Fuente: Elaboración Propia

2.2.6. Ventajas de las presas de tierra

2.2.6.1. Ventajas de las presas homogéneas

- ✓ El material se compacta con un solo equipo, facilitándose también la explotación de materiales, el transporte y el almacenamiento.
- ✓ Las líneas de flujo son más largas.
- ✓ Es más simple y económico.
- ✓ Es aplicable en lugares donde los suelos son de poca variación en la permeabilidad. Pueden ser sobre elevadas y reparadas en un futuro
- ✓ Son capaces de soportar cualquier movimiento de tierra.
- ✓ Las pendientes de los taludes son diseñadas para garantizar la estabilidad bajo cualquier condición de servicio.

2.2.6.2. Ventajas de las presas heterogéneas

- ✓ Los taludes son con pendientes más altas.
- ✓ Menor Cantidad de materiales de Construcción.
- ✓ Se facilita la construcción por etapas, especialmente si el núcleo es inclinado hacia aguas arriba.
- ✓ Gran superficie de contacto entre el núcleo y las hombreras y el núcleo y la cimentación.
- ✓ Reducción del volumen de los materiales
- ✓ En las de núcleo delgado la construcción es casi

independiente de las condiciones climáticas

- ✓ Ausencia de problemas de presión intersticial y de Draw – Down en las de núcleo delgado.
- ✓ En las Heterogéneas con núcleo inclinado la pendiente de los parámetros de aguas abajo y aguas arriba son reducidas.

2.2.7. Desventajas de la presa de tierra

2.2.7.1. Desventajas de las presas homogéneas

- ✓ Se requiere altos controles en la compactación para evitar que queden estratos con diferentes propiedades
- ✓ Se pueden presentar altos asentamientos.
- ✓ Es muy débil estructuralmente
- ✓ Mayor inestabilidad del talud aguas arriba durante desembalses rápidos.
- ✓ Ofrece una permeabilidad demasiada baja en la zona de Draw- Down.
- ✓ Se requiere protección de los Taludes

2.2.7.2. Desventajas de las presas heterogéneas

- ✓ Se requieren diferentes equipos para hacer la compactación de la zona.
- ✓ Se necesitan diferentes áreas de préstamo y almacenamiento
- ✓ El núcleo puede quebrarse si es muy esbelto y presentarse discontinuidades.
- ✓ Si la presa es de núcleo ancho su construcción en temporadas de lluvia es paralizada.
- ✓ En las heterogéneas con núcleo inclinado la longitud es mayor de la línea del contacto núcleo –cimentación.
- ✓ La construcción del núcleo inclinado es muy dificultosa.

2.2.8. Estabilidad de taludes en presas de tierra

La estabilidad de los taludes de una presa se determina por su capacidad para resistir esfuerzos cortantes ya que la falla se produce por deslizamiento a lo largo de una superficie de corte. El análisis de

estabilidad de la presa consiste en determinar la estabilidad de sus taludes aguas arriba y aguas abajo. Se hace por unidad de longitud de talud. Este es un proceso de tanteos en que se suponen diferentes condiciones de carga a que puede estar sometida la presa.

2.2.8.1. Movimiento del terreno

La forma de clasificar los distintos movimientos de masas de tierra depende si se trata de suelos o rocas. Por otra parte, en estas clasificaciones se considera el mecanismo y tipo de rotura, conjuntamente con otros aspectos, tales como el contenido de agua en el terreno, la velocidad y magnitud del movimiento, entre otros.

2.2.8.2. Deslizamientos

“Los deslizamientos son movimientos relativos de masas de suelo o roca con respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura cuando se supera la resistencia al corte de estas superficies. La masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido”; la velocidad puede ser muy variable, pero suelen ser procesos rápidos y alcanzar grandes volúmenes.

2.2.8.3. Flujo

“Los flujos pueden ser consecuencia de deslizamientos o ser inducidos por desprendimientos. Junto con los deslizamientos son los movimientos de masas más extendidos”, al afectar a muy diversos tipos de materiales.

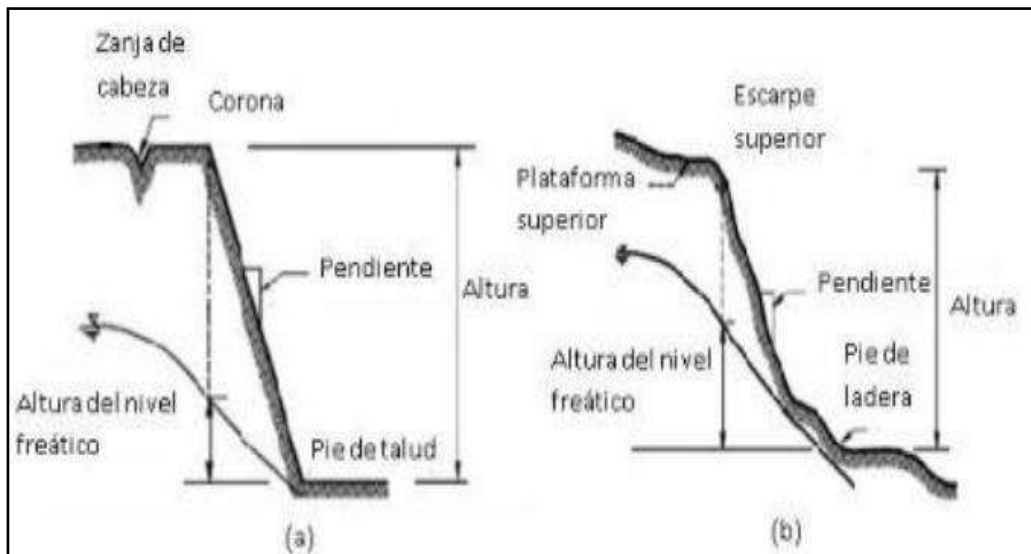
2.2.8.4. Desprendimientos

“Los diferentes tipos de movimientos del terreno antes clasificados y definidos, tienen su origen en factores naturales y/o humanos”, “por lo que la aparición de uno o más de ellos influirá decisivamente en la disminución o pérdida de la resistencia al corte de los taludes”.

2.2.9. Estabilidad de taludes y deslizamiento

Se llama talud a toda inclinación permanente del terreno con respecto a la horizontal que puede ser natural (ladera) o artificial.

Figura 11: Tipos de taludes



Fuente: (a) talud artificial, (b) ladera (Flores Berenguer, 2016)

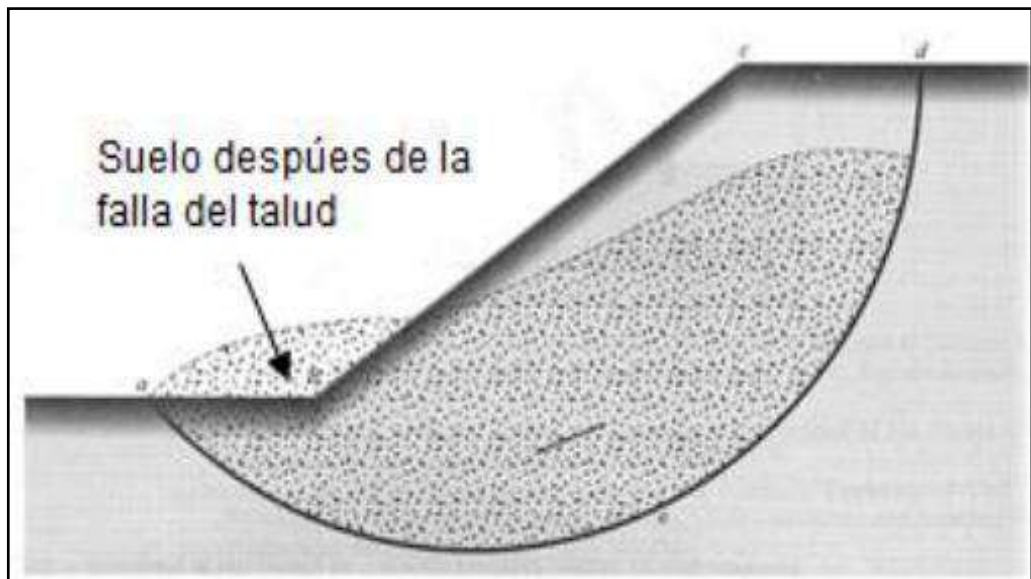
“Los taludes artificiales son ampliamente utilizados en obras ingenieriles como carreteras y presas y por tanto el diseño de estas estructuras está directamente relacionado con la seguridad y el buen funcionamiento de estos proyectos. El surgimiento de la mecánica de suelos el pasado siglo”, ha permitido el estudio de los taludes y su inclusión en normas y regulaciones a partir de conocer mejor las características hidromecánicas de los suelos. (Suárez, 2018 pág. 45)

Puede decirse que un talud ha fallado cuando se produce un deslizamiento del suelo que lo conforma. Estos deslizamientos pueden ser superficiales o movimientos del cuerpo del talud. (Flores Berenguer, 2016 pág. 5).

Plantea que la falla de los taludes está relacionada con dos causas fundamentales:

- Aumento de los esfuerzos actuantes a lo largo de una superficie.
- Disminución de los esfuerzos resistentes a cortante a lo largo de la misma superficie

Figura 12: Deslizamiento de talud



Fuente: (Das, 2001)

- Deslizamiento durante la construcción Generalmente, este tipo de deslizamiento se produce cuando la base de la presa es una arcilla blanda y la superficie de falla se desarrolla principalmente en esta zona” (Armas Novoa & Horta Mestas, 1997). La velocidad de estos fallos puede ser alta o baja, siempre teniendo en cuenta que ocurre un fallo plástico.
- “Deslizamientos aguas abajo durante la explotación del embalse Esta falla se produce en el talud aguas abajo cuando la presa se encuentra llena de agua y aparecen filtraciones por debajo de la Línea de Corriente Superior en la cortina”. “Este tipo de falla puede ser superficial, producto de grandes precipitaciones, o profunda cuando la presa está totalmente llena y el flujo de agua a través de la cortina aumenta las presiones neutras provocando el fallo, por lo que pudiera ocurrir el desbordamiento de la presa”.
- “Deslizamiento por desembalse rápido Este tipo de fallo ocurre siempre en el talud aguas arriba, cuando se produce un desembalse relativamente rápido. Este descenso del nivel de agua se produce más rápido que el descenso de la” LCS, por lo que el suelo pasa de estado sumergido a saturado muy abruptamente, pero manteniendo la presión de agua en los poros. (Braja M, 2008).

2.2.10. Fallas en presas de tierra

a) Principales causas de falla

Murillo Quintana (2018) afirma que: con frecuencia, se reporta muchas veces como falla el desfogue normal de agua por el vertedor, el cual debe descargar una vez al menos cada 10 a 20 años, si la presa se diseñó para almacenamiento. La descarga normal por vertedor no es una falla, pero si esta estructura es modificada reduciendo su capacidad, puede ocasionar derrames por la corona que son considerados como incidentes y si la cortina se rompe, es una falla.

En el caso de descarga de agua por ruptura de la cortina, las causas pueden ser:

- Efectos naturales como sismos y avenidas.
- Mal diseño o construcción.
- Mala selección de los materiales.
- Envejecimiento y falta de mantenimiento.
- Inestabilidad de cimentación y empotramientos.
- Filtraciones y sub-presiones.
- Fallas en equipo mecánico (vertedores).
- Mal funcionamiento u operación (del vaso y vertedor).

La frecuencia de fallas ha sido reportada por muchos autores y normalmente coinciden en que una tercera parte de las presas colapsa por desbordamiento, es decir, la capacidad de regulación representada por su volumen de supera el almacenamiento y la capacidad de descarga por el vertedor no fueron suficientes para evitar que el agua rebasara su corona y ocasionara daños; sigue en proporción fallas en la cimentación que corresponden a falta de capacidad del desplante para soportar la cortina y asegurar una estabilidad estructural; y el tercer gran grupo es la ruptura de terraplenes por tubificación y filtraciones en cortinas de tierra (Murillo Quintana, 2018 pág. 2).

Con la información de más de 5500 revisiones de presas, se ha

obtenido la información que a continuación se consigna (Conagua, 2012). Es conveniente señalar que, en muchos casos, por ser presas de particulares o antiguas, no se conoce cuando se rompió la cortina y la causa precisa de su ruptura. En general se han tratado de agrupar en aquellas que fallaron porque la avenida las erosionó superficialmente, otras muestran evidencias de tubificación o fue registrado este proceso, y en otro gran grupo se ha atribuido el comportamiento desfavorable a la mala compactación o el tipo de material con el cual se construyó el terraplén. Es conveniente indicar que, en este tipo de obras, es frecuente que la erosión o ruptura se haya localizado en la obra de toma o vertedor. (Murillo Quintana, 2018 pág. 2)

Se tiene un total de 187 presas que han sufrido ruptura o se han encontrado en peligro de tenerla. De este número, 27 son rígidas, por lo cual solo se reporta que una se atribuye a falla de la cimentación, por ser de interés para los geotecnistas. Han fallado 167 obras, de las cuales 52 han sido rehabilitadas. Solo se ha reportado 20 presas que han tenido incidentes, sin llegar a romper la cortina, aunque debería ser mayor el número de incidentes que el de rupturas, lo cual es atribuido a que no se reportan. (Murillo Quintana, 2018 pág. 3)

Las presas de tierra y enrocamiento con ruptura o incidente son 155 y existen otras 5 cortinas que tienen un elemento rígido y un terraplén adosado, aguas arriba o aguas abajo, las cuales se han separado en este trabajo, por representar un tipo de obras con mayor riesgo. (Murillo Quintana, 2018 pág. 3)

2.3. Definición de términos

Las bases conceptuales que a continuación se detallan son recopiladas del “Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vías del Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (agosto 2008), Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje, a continuación, se describen los términos y definiciones usualmente utilizados en presas, se detalla:

a) Estribos

Ambas laderas del valle contra las que se apoyara el cuerpo de la presa allí construida. (Armas Novoa, y otros, 1987)

b) Reservorio

Sinónimos para definir la reserva de agua artificial que se formara cuando se construye una presa en la boquilla del vaso respectivo. (Gonzales de Vallejo, y otros, 2002)

c) Presa

Terraplén de materia de tierra o enrocada barrera construido generalmente en el cauce de un rio en la sección de cierre del vaso que se le denomina boquilla. (Gonzales de Vallejo, y otros, 2002).

d) Coronamiento de la presa

Nivel de su parte superior de la presa, sin tomar en cuenta la contra flecha que en las presas medianamente altas se exige cuando son materiales sueltos comprensibles. (Geocuba, 2015)

e) Pie de presa

Línea de intersección tanto del talud de aguas arriba como del de aguas abajo con el terreno de implantación de la presa. (Reséndiz, 2018).

f) Base de la presa

Área de contacto de la presa con el terreno de cimentación. (Geocuba, 2015).

g) Cimentación de la presa

Roca y/o suelo natural debidamente desbrozado y limpiado, para conformar la base de apoyo de la presa. Base que incluye el fondo del valle y ambos

estribos de la boquilla (Petrocich, 2012).

h) Diques laterales

Terraplenes que complementan la función que tiene la presa de garantizar el almacenamiento de agua en el embalse sin pérdidas por rebose en las partes bajas del contorno del vaso. (Geocuba, 2015).

i) Avenida máxima probable (AMP)

Es la más grande avenida que se espera pueda ocurrir en una cuenca determinada, a su paso por el punto seleccionado para ubicación de la presa. (Petrocich, 2012).

j) Avenida extrema

Es la máxima que la presa pueda soportar sin fallar. Esto supone un escenario límite de alturas de agua en el embalse, escenario el cual llegara a estar sometida la presa sin que se produzca su rotura. (Armas Novoa, y otros, 1987).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La infiltración reduce la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La infiltración disgrega las partículas sobre la estabilidad de presas de tierra.
- b) El factor de seguridad varia notablemente en las presas de tierra en estado estático y pseudo estático, Huancayo 2020.
- c) Realizar una protección de enrocado para minimizar la infiltración logrando así poder mantener una mejor estabilidad de las presas de tierra.

2.5. Variable

2.5.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): Infiltración

La infiltración es un agente externo siendo el flujo de un fluido que actúa sobre las diferentes presas. Generando filtraciones de fluidos (agua) a través del terraplén, la fundación y los estribos respectivamente incluso del núcleo llenando los poros de la capa del suelo no saturado.

Variable dependiente (Y): Estabilidad de presas de tierra

El diseño y construcción de una presa de materiales locales se realiza con el objetivo de garantizar que no se produzca fallas graves o catastróficas a lo largo de su vida útil es así que los taludes de una cortina de tierra rara vez son mayores de 2 horizontales por 1 vertical y suelen ser de alrededor de 3 a

El criterio usual es la estabilidad de los taludes en contra de una falla por deslizamiento. La estabilidad bajo la acción de fuerzas sísmicas es especialmente crítica. Para suelos en los que se forman cambios de presión de poro como resultado de las deformaciones por esfuerzo constante inducido por un terremoto, es muy difícil la determinación de valores apropiados para la aceleración de deformación. Para algunos tipos de suelos, no ocurren desplazamientos en una amplia variedad de aceleraciones.

2.5.2. Definición operacional de las variables

Variable Independiente (X): Infiltración. – la infiltración actúa sobre las presas de tierra y esto influye en la estabilidad de taludes con la presencia de agua en el suelo.

Variable dependiente (Y): Estabilidad de presas de tierra. – Es una estructura que permitirá tener un mejor aprovechamiento hidráulico y que no se produzca fallas a lo largo de su vida útil.

2.5.3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Infiltración	La infiltración es un agente externo siendo el flujo de un fluido que actúa sobre las diferentes presas, generando filtraciones de fluidos (agua) a través del terraplén, la fundación y los estribos respectivamente incluso del núcleo llenando los poros de la capa del suelo no saturado.	la infiltración actúa sobre las presas de tierra y esto influye en la estabilidad de taludes con la presencia de agua en el suelo.	Fluidez	Caudal	SENAMHI	X				
			Presión hidráulica	Área de contacto	NTP 400.017	X				
			Funcionalidad	Estabilidad	Ficha mecánica	X				
2: Variable Dependiente Estabilidad de presas de tierra	El diseño y construcción de una presa de materiales locales se realiza con el objetivo de garantizar que no se produzca fallas graves o catastróficas a lo largo de su vida útil es así que los taludes de una cortina de tierra rara vez son mayores de 2 horizontales por 1 vertical y suelen ser de alrededor de 3 a 1. El criterio usual es la estabilidad de los taludes en contra de una falla por deslizamiento. La estabilidad bajo la acción de fuerzas sísmicas es especialmente crítica.	Es una estructura que permitirá tener un mejor aprovechamiento hidráulico y que no se produzca fallas a lo largo de su vida útil.	Infiltración disgregada	Infiltración	Modelamiento hidráulico	X				
			Factor de seguridad	Factor de seguridad estático		X				
				Factor de seguridad pseudo estático						
			Estado de seguridad	Estado de embalse		X				
Estado de desembalse										

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de la investigación

El método de investigación para la presente tesis es el método científico; rechaza o elimina todo procedimiento que busque manipular la realidad en forma caprichosa, tratando de imponer prejuicios, creencias o deseos que no se ajusten a un control adecuado de la realidad y de los problemas que se investigan (Ccanto Mallma, 2010).

La presente investigación tuvo una aplicación Cuantitativa.

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es aplicada, pues se pretende resolver problemas prácticos con el propósito de cambio y más aún será de instrumento para la toma de decisiones en la sociedad (Del Cid, Sandoval y Sandoval, 2007).

Ante lo mencionado, está investigación fue aplicada debido a que los conocimientos obtenidos contribuyen a la solución de una situación problemática.

3.3. Nivel de la investigación

La presente investigación recae en un nivel de investigación descriptivo, puesto que, se asocia variables para predecir su comportamiento se ha pretendido establecer las causas de los fenómenos, generar un sentido de entendimiento teniendo en cuenta las características del estudio y la estructuración de la

investigación como uno de los puntos fundamentales (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

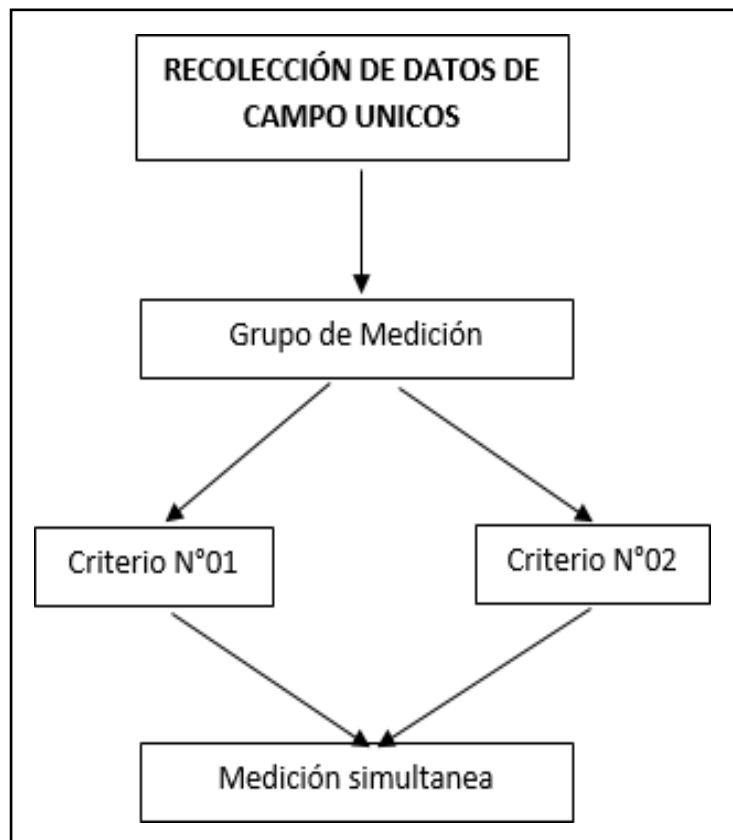
3.4. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es No experimental, porque se ha manipulado intencionalmente la variable independiente es realizada la medición y se ha optado por grupos de comparación para la determinación de los objetivos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

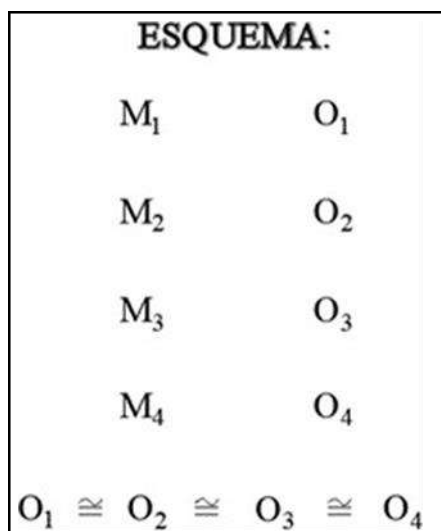
Para poder observar un fenómeno tal y como se muestra en el modelamiento estructural, no se está manipulando las variables intencional o deliberadamente ninguna de las variables para la presente investigación.

Siendo el diseño esquematizado explicado de la siguiente manera:

Figura 13: Esquema del diseño de la investigación



Fuente: (Morodías, 2018)

Figura 14: Esquema del método No Experimental

Fuente: (Morodías, 2018)

En la figura se representan que M_1 , M_2 , M_3 , M_4 son representaciones de la muestra analizada (Zona de Pomacancha) y los valores de O_1 , O_2 , O_3 , O_4 representan a la información recolectadas en cada una de las muestras evaluadas, siendo los valores de O las observaciones utilizadas las partes de criterios técnicos empleados en el análisis de muestras ya que estas observaciones se basarán en resultados o sobre la información evaluada podrán ser iguales (=), diferentes (\neq) o en algún punto semejante (-) con respecto a una situación.

3.5. Población, muestra y el muestreo

En la presente investigación fue desarrolla en los siguientes lineamientos de población y muestra.

3.5.1. Población

Según (Valderrama Mendoza, 2015), *“La población está definida por un numero o conjunto de elementos, objetos o seres que puedan presentar atributos o algún parentesco en común que sean sensibles a la observación.”*

La población está constituida por estructuras de presas de tierra a nivel del Perú.

3.5.2. Muestra

Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 125) mencionan: *“La muestra es un subgrupo de la población con características similares al que se ha denominado población”*.

La muestra es de tipo no probabilístico intencional o dirigido, en este caso la muestra corresponde a estructuras específicas de la presa y dichos resultados del diseño, ensayos y modelamiento serán elaborados en laboratorio.

3.6. Técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1. Técnicas

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, la técnica que se utilizará en la presente investigación será la observación, ya que, según, (L.c.d.a.M.a.e. Quinteros, 2013), define como un registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificado y consignando los datos de acuerdo con algún esquema previsto y de acuerdo con el problema que se logra estudiar. Técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación.

a) Observación directa

Esta técnica fue utilizada para poder definir, comparar y medir las características propias de las presas de tierra en la incidencia de la infiltración para su estabilidad en la ciudad de Huancayo.

b) Análisis de documentos

Los documentos que se utilizó fueron desde el principio de la investigación para poder dar un sustento a la misma, en cuanto al manejo de los conceptos existentes, entre ellos se tiene los siguientes:

▪ Revisión de bibliografía:

Esta revisión se utilizó para poder profundizar en cuanto al

conocimiento adquirido como investigador, en este caso en referencia al problema de investigación y de esta manera poder tener el sustento ante dicho tema investigado.

3.6.2. Instrumentos

El instrumento utilizado fue los instrumentos de evaluación, ya que, según (Vásquez Vélez, 2011), es un componente necesario para evaluar, es tener información respecto del objeto a evaluar, esta información son ofrecidos por los medios e instrumentos evaluativos. Además, por instrumentos se entiende al conjunto estructurado de estímulos que sirven para lograr tener pruebas o resultados sobre el objeto a evaluar.

Asimismo, se han utilizado los formatos de los ensayos de laboratorio realizados.

3.7. Procesamiento de la información

3.7.1. Análisis de estabilidad y determinación del caudal de infiltración

Se muestra el análisis de estabilidad de los taludes en condiciones normales, embalse lleno, saturadas (desembalse rápido) tanto con sismo y sin sismo, además de las redes de flujo, para la Presa Torococha, ubicado en el Distrito de Pucara, Provincia de Huancayo, Región Junín. Se presentan los factores de seguridad para los taludes con las condiciones mencionadas anteriormente, además de determinar las redes de Flujo y Línea Piezométrica a través del cuerpo de la Presa y el caudal de Infiltración de diseño. Por otro lado, se emplea el análisis por equilibrio límite considerando el criterio de rotura de Mohr-Coulomb, para los análisis de estabilidad y la Ley de Darcy para determinar las Redes de Flujo, Línea Piezométrica y Caudal de Infiltración.

3.7.2. Condiciones actuales

Los parámetros y medidas de diseño actuales, obtenidos en campo mediante un levantamiento topográfico realizado con una Estación Total, toma de muestras mediante calicatas y asumiendo que los materiales de

la presa se comportan como material homogéneo, en cada parte de la presa (Núcleo y Espaldones) y también en el terreno donde se cimienta (Terreno Natural y Basamento Rocoso). La presa de gravedad se definirá por la sección tipo. Esta sección tipo, a su vez, suele tener una forma trapecial que queda determinada por los siguientes parámetros:

Tabla 3: Geometría de la presa Torococha

DIMENSIONES DE LA PRESA TOROCOCHA	
Ancho de corona	4 m
Talud aguas arriba (h:v)	2:1
Talud aguas abajo (h:v)	1.5:1
Altura total	6.2 m
Longitud de la corona	137 m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Parámetros Geotécnicos Iniciales

	Núcleo de Presa	Espaldones	Terreno Natural	Basamento Rocoso
c(kg/cm ²)	0.30	0.04	0.06	x
Phi (°)	28°	23°	19°	x
Y(gr/cm ³)	1.624	1.631	1.630	20

Fuente: Propia

Tabla 5: Parámetros Hidráulicos

	Núcleo de Presa	Espaldones	Terreno Natural	Basamento Rocoso
KS(m/s)	7.245 e-7	3.452 e-3	4.543e-3	6.822 e-14
k2/k1	1	1	1	1

Fuente: Propia

En los análisis de estabilidad se emplearán los resultados obtenidos en los ensayos de corte directo, los que se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos. Y los cuales se presentan en los Anexos.

3.7.3. Análisis de equilibrio limite

Para realizar el análisis de estabilidad en la Presa Torococha, previamente se determinó las propiedades geotécnicas de cada estrato, la obtención de la sección de análisis, la presencia de aguas por el embalsamiento y los efectos de esfuerzos in situ.

Para la ejecución del análisis de estabilidad se usó la teoría del equilibrio límite. Para la obtención de la sección de análisis se utilizó el software AutoCAD Civil 3D. Asimismo, el análisis se llevó a cabo con el programa computacional SLIDE v.6.0 de la empresa Rocscience, por el método de GLE- Morgenstern-Price.

La relación entre la resistencia del material y los esfuerzos que generan la falla se denomina factor de seguridad (FS). Por otro lado, en el análisis pseudoestático se ha considerado 1/3 de la aceleración sísmica horizontal de 0.20 g.

Para la estabilidad de taludes el factor de seguridad se puede entender de la siguiente manera:

Cuando este índice es menor a uno ($FS < 1$) el talud es inestable con una probabilidad de falla, cuando es igual a uno ($FS = 1$) el talud está en equilibrio, pudiendo estar en inminente ruptura u ocurrencia de falla, y cuando este valor es mayor a uno ($FS > 1$) el talud es estable.

Los criterios de aceptabilidad para el presente trabajo de tesis serán obtener factores de seguridad tal como se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 6: Factores de seguridad para las diferentes condiciones de análisis de estabilidad (NORMA DIN 4084)

ESTADO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	FS MINIMO
Embalse lleno	X	X	1.40
Fin de construcción	X	X	1.30
Descenso rápido	X		1.20
Embalse lleno + sismo	X	X	1.10
Fin de construcción + sismo	X	X	1.10
Descenso rápido + sismo	X		1.05

Fuente: Propia

3.7.4. Metodología para el análisis de estabilidad de taludes con el programa S.L.I.D.E 6.0

En el análisis de estabilidad es la simulación de comportamiento de los taludes tanto aguas arriba como aguas abajo de la presa. Para ello se emplea el equilibrio límite desde un punto de vista bidimensional. Se realizó el análisis de la sección máxima el cual se presentan en la

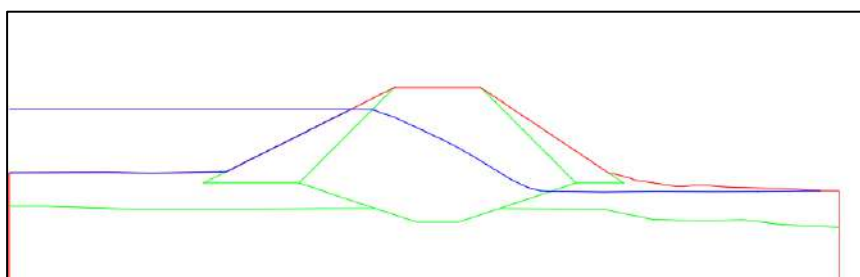
progresiva 00+105. La sección representativa que se tomó es perpendicular al eje de la corona de la presa. Los análisis que se ejecutaron fueron realizados para los taludes de la presa.

3.7.4.1. Definición de parámetros

A) Se realizó la configuración del programa para el caso del estudio cuyos parámetros fueron método a utilizar el cual fue el de G.L.E-Morgenstern-Price, el número de rebanadas de 30, la tolerancia de 0.005, y el número de iteraciones de 100.

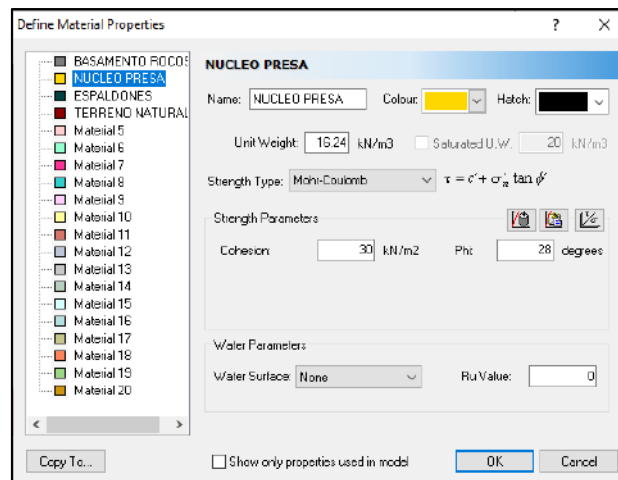
B) La sección máxima con los materiales que lo constituyen, generada en el AutoCAD Civil 3D fue exportada al software AutoCAD para generar el formato. Dxf de la sección con que finalmente se ingresará al software Slide v6.0. La sección de la presa no es totalmente exacta. Sin embargo, se intentó representar de la forma más real tal como se encuentra en campo para tener un análisis real.

Figura 15: Sección máxima representativa de la presa Torococha



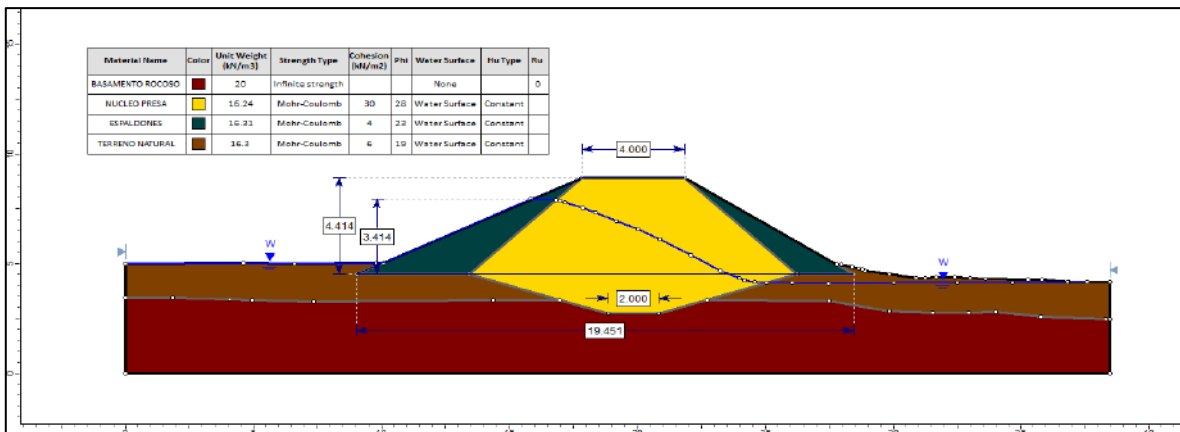
C) Se determinaron y se asignaron por regiones las propiedades de los materiales, así como el criterio de rotura para cada material el cual fue de MOHR COULOMB. A excepción del Basamento Rocoso en para el cual se utilizó en criterio de RESISTENCIA INFINITA.

Ilustración 1: Ingreso de las Propiedades Geotécnicas de la Presa Torococha.



Fuente: SLIDE 6.0

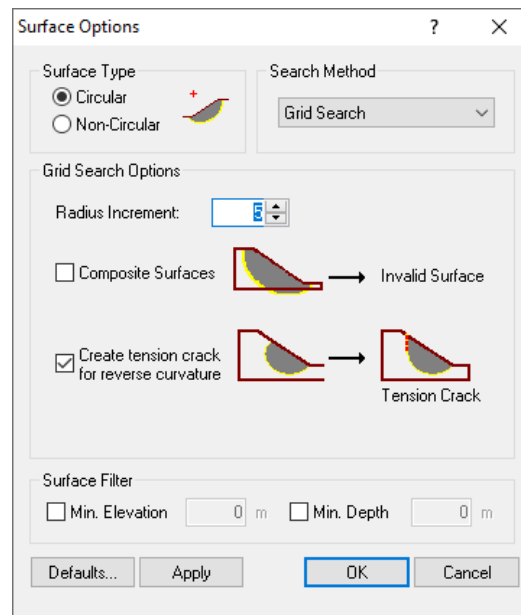
Ilustración 2: Asignación de los materiales por cada región determinada de la presa Torococha



Fuente: SLIDE 6.0

- D) Se escogió el modo de falla de tipo circular, el tipo de búsqueda de la superficie de falla mediante el grillado.

Ilustración 3: Asignación del tipo de falla y el tipo de búsqueda de superficie de falla.



Fuente: SLIDE 6.0

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de infiltración de presas

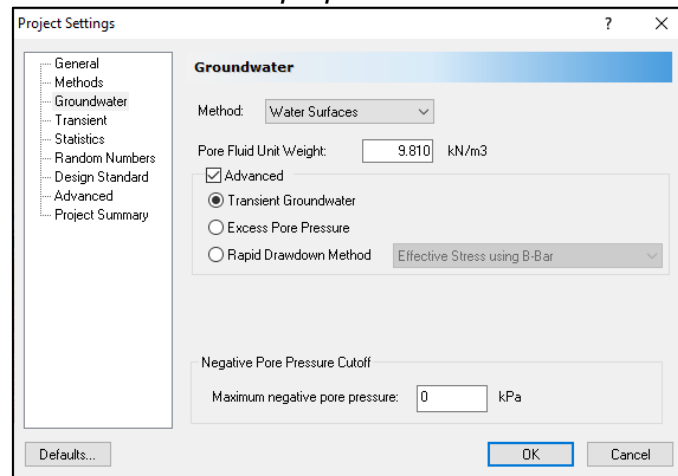
4.1.1. Metodología para el análisis de filtración de presas con el programa S.L.I.D.E 6.0

En el análisis de agua subterránea transitoria es importante cuando hay un cambio tiempo dependiente en la presión de poros. Esto tomará lugar cuando cambien las condiciones de límite de agua subterránea y la permeabilidad del material sea baja. En este caso, tomará un monto finito de tiempo para alcanzar las condiciones de flujo de estado estacionario. Las presiones de poros transitorias podrían tener un gran efecto en la estabilidad del talud, el análisis de estabilidad es la simulación de comportamiento de los taludes tanto aguas arriba como aguas abajo de la presa. Para ello se utilizó los elementos finitos, desde un punto de vista bidimensional. Se realizó el análisis de la sección máxima el cual se presentan en la progresiva 00+105. La sección representativa que se tomo es perpendicular al eje de la corona de la presa.

4.1.1.1. Definición de parámetros

Realizado los dos pasos anteriores de Ítem 4.1.3.1. Se realizó la configuración del programa para el caso del estudio a diferencia del análisis anterior se adiciona el parámetro de Agua Subterránea Transitoria.

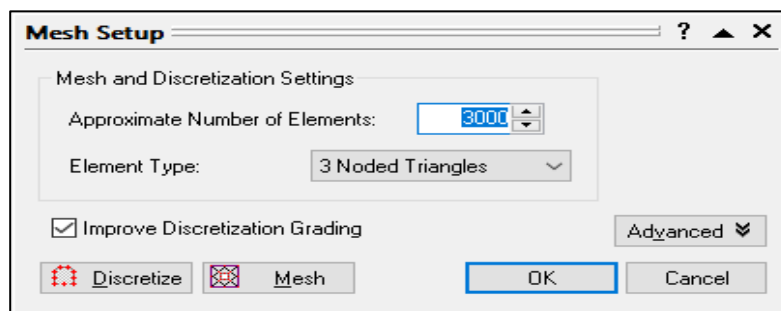
Ilustración 4: Configuración para el análisis de flujos a través del cuerpo permeable.



Fuente: SLIDE 6.0

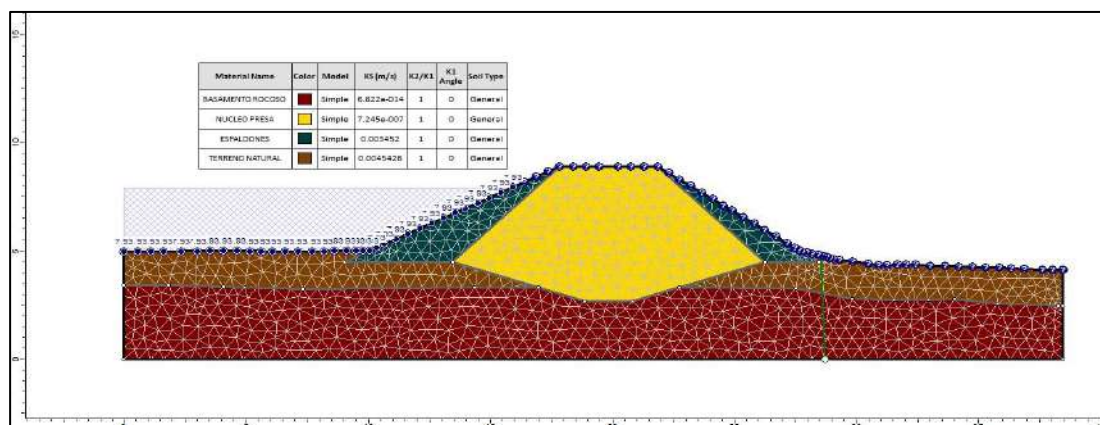
Antes que podamos configurar las condiciones de límite, necesitamos crear una malla de elemento finito.

Ilustración 5: Configuración para la generación de mallado en la sección de análisis.



Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 6: Asignación de propiedades hidráulicas de los materiales por cada región determinada de la Presa Torococha.



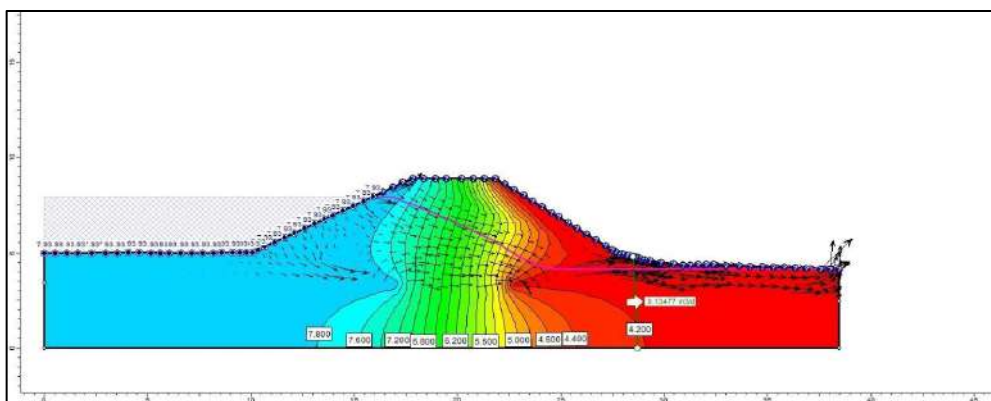
Fuente: SLIDE 6.0

4.2. Objetivo secundario 1

Para identificar la capacidad de disgregación de las partículas en la presa de tierra se realizó un análisis de las redes de flujo a través del cuerpo de la presa.

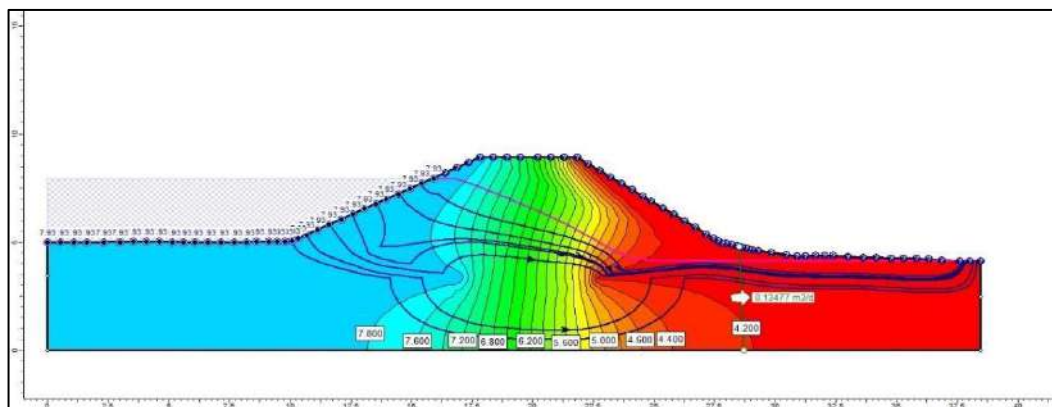
Se ejecuta el análisis de Flujo teniendo en cuenta que las capacidades de análisis y modelaje de agua subterránea en el Slide pueden utilizarse para analizar un problema de agua subterránea bidimensional, arbitrario, para condiciones de flujo saturadas o no saturadas.

Ilustración 7: Líneas equipotenciales y redes de flujo de agua a través de vectores



Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 8: Líneas de flujo y determinación del caudal total de pasa a través del cuerpo de la presa ($Q=0.13477 \text{ m}^3/\text{día}$)



Fuente: SLIDE 6.0

Luego del análisis de la línea de flujo se determinó que el caudal total que pasa por la presa es $Q= 0.1347 \text{ m}^3/\text{día}$. La disgregación de las partículas a causa de la infiltración (caudal que pasa a través del cuerpo de la presa de tierra), tiene un valor significativo, al mostrarse una mayor infiltración en suelos granulares, con respecto a otros suelos, situación que se produce por el tamaño de las partículas y por la cohesión del suelo.

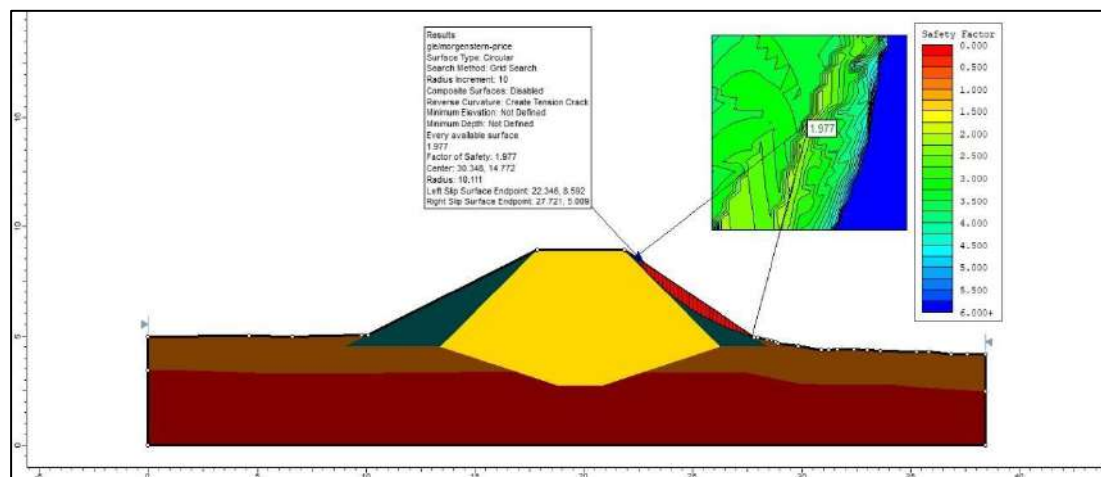
4.3. Objetivo específico 2

Para identificar el factor de seguridad de estabilidad de las presas de tierra en un estado estático y pseudo estático, se realizó un análisis de estabilidad para la misma sección tanto en el análisis inicial en condiciones estáticas saturadas y no saturadas y pseudoestáticas saturadas y no saturadas, asumiendo como coeficiente lateral $1/3$ de la aceleración máxima que es de 0.20 g . Para simular el caso de los suelos parcialmente saturados se ejecutaron los análisis de estabilidad introduciendo valores de razón de poropresión, R_u , variables. En los análisis efectuados se consideró R_u variables de 0.1 , 0.15 y 0.2 para representar una condición optimista, intermedia y conservadora respectivamente. Para el caso de la Presa Torococha se tiene un nivel piezométrico de 4289.50 msnm el cual es de 1 metros por debajo del nivel de coronación el cual tiene una altura de 4290.50 msnm .

4.3.1. Análisis estático

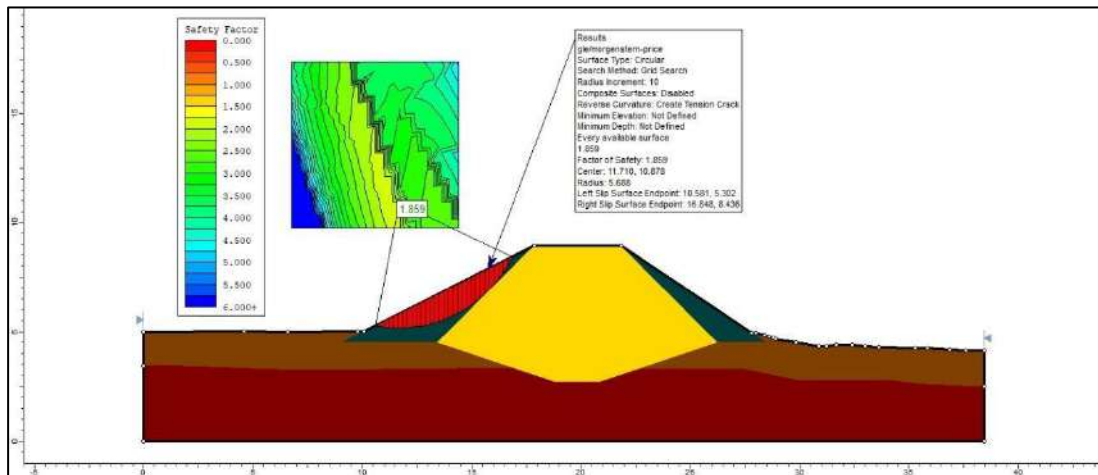
En los siguientes gráficos se muestra los factores de seguridad obtenidos para las 3 condiciones de análisis para el talud de aguas arriba y abajo.

Ilustración 9: Presa fin de la construcción aguas abajo sin sismo – $F.S.=1.98$



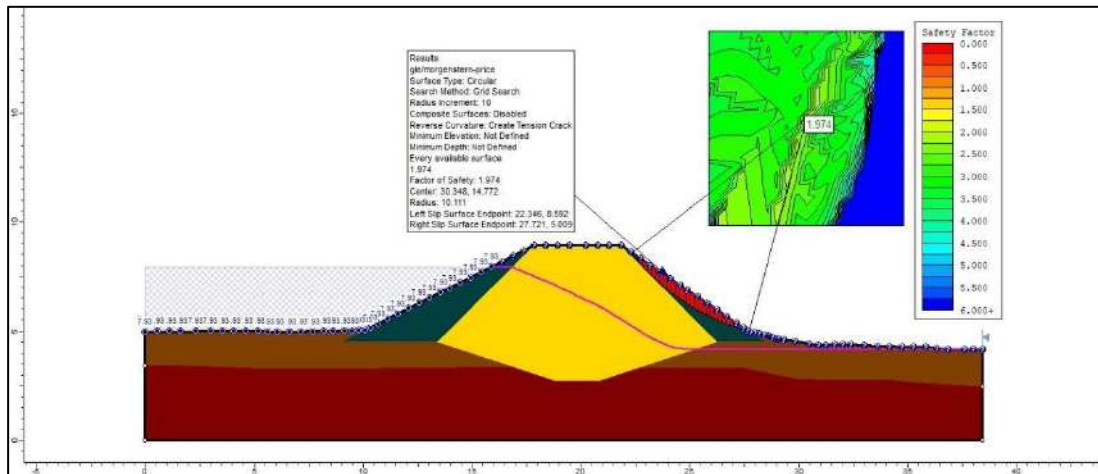
Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 10: Presa fin de la construcción aguas arriba sismo – F.S.=1.86



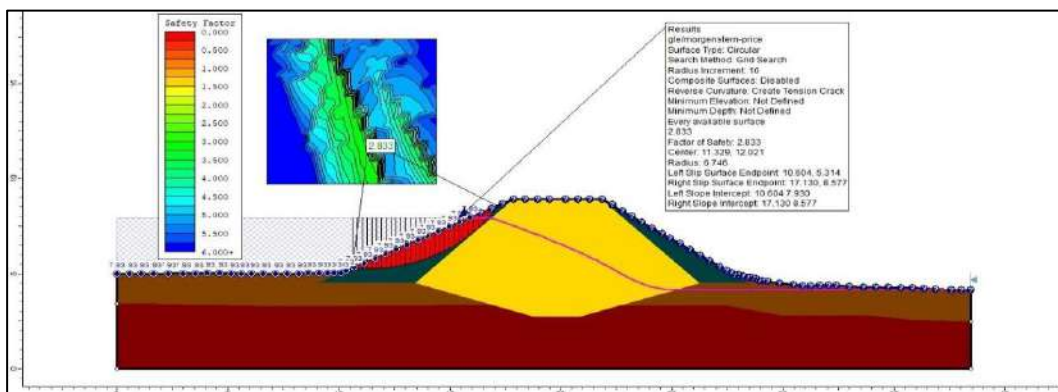
Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 11: Presa embalse lleno aguas abajo sin sismo – F.S.=1.97



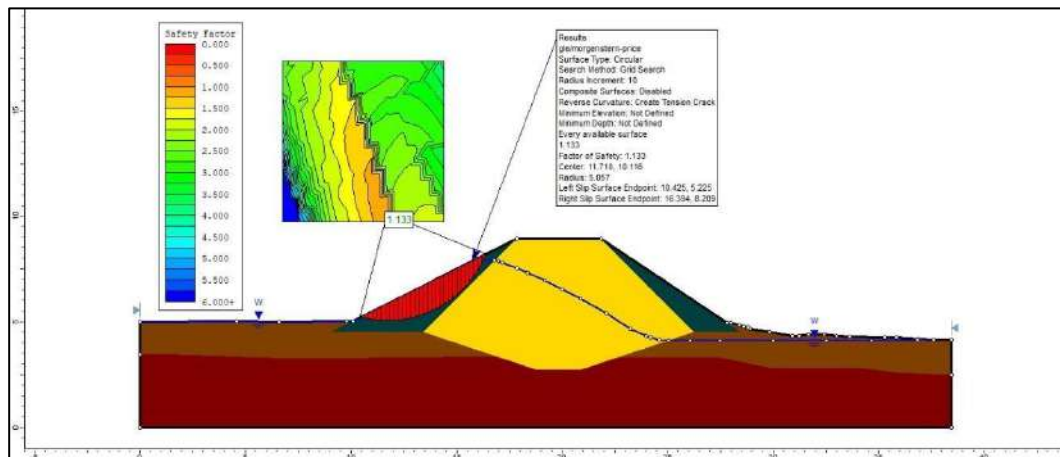
Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 12: Presa embalse lleno aguas arriba sin sismo – F.S.=2.83



Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 13: Presa desembalse rápido aguas arriba sin sismo – F.S.= 1.13



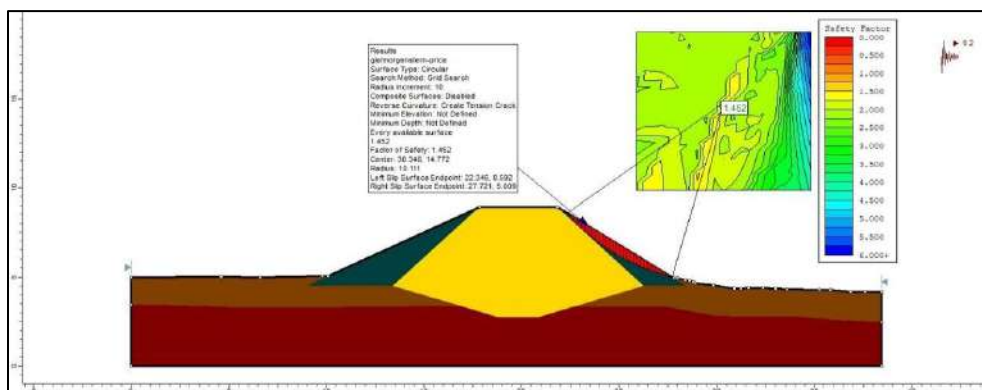
Fuente: SLIDE 6.0

De acuerdo con el análisis realizado en la presa para fin de la construcción aguas abajo sin sismo el F.S.=1.98, para el fin de la construcción aguas arriba sismo – F.S.=1.86, para la presa embalse lleno aguas abajo sin sismo – F.S.=1.97, para la presa embalse lleno aguas arriba sin sismo – F.S.=2.83 y para la presa desembalse rápido aguas arriba sin sismo – F.S.= 1.13.

4.3.2. Análisis pseudoestático

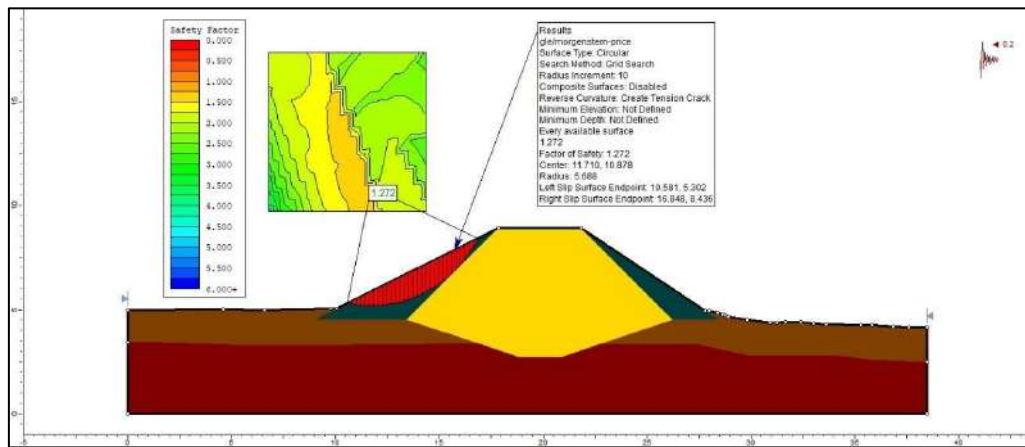
Se ejecuta el análisis pseudoestático debido a que la presa se encuentra en la zona sísmica 3, según la norma sísmica E030 del RNE. Se realizó el análisis de acuerdo con las sugerencias de Marcuson y Franklin (1983), el cual consiste en agregar al análisis estático una fuerza lateral igual al peso del círculo de falla multiplicado por 0.20 g.

Ilustración 14: Presa fin de la construcción aguas abajo con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.= 1.45



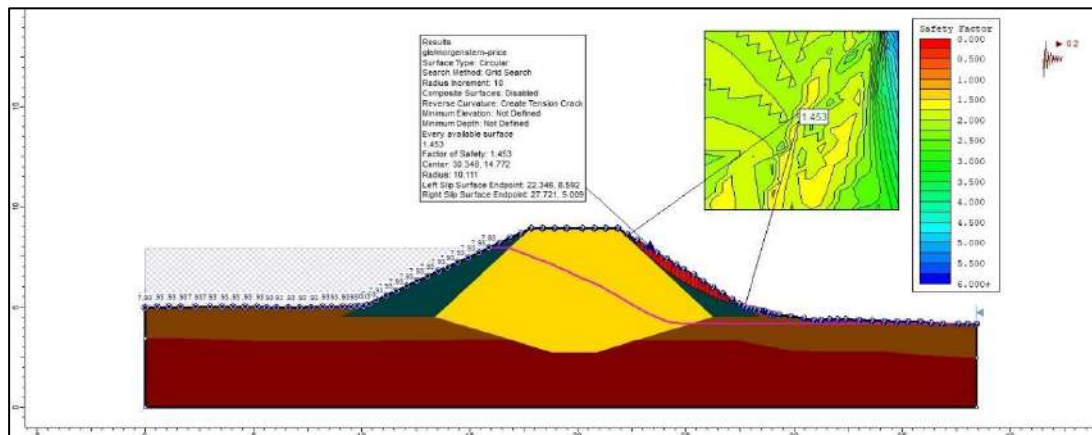
Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 15: Presa fin de la construcción aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.27



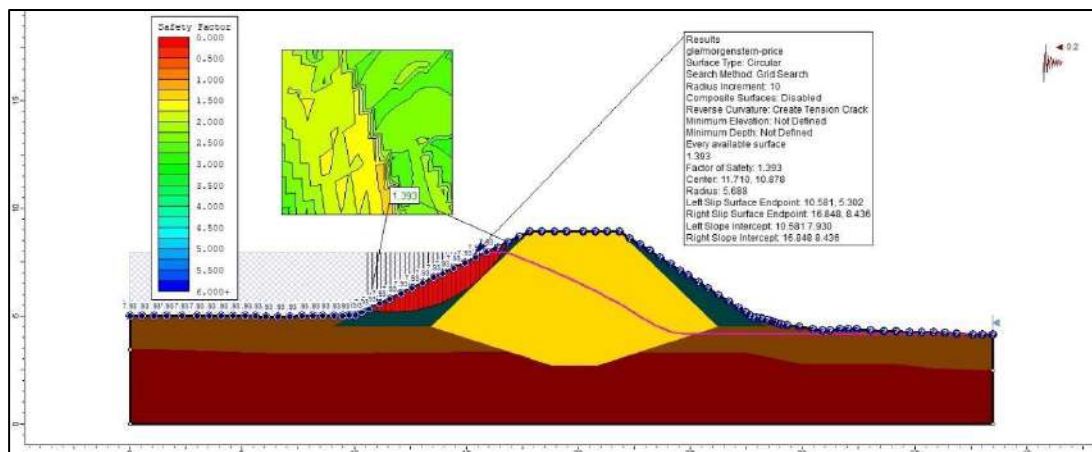
Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 16: Presa embalse lleno aguas abajo con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.45



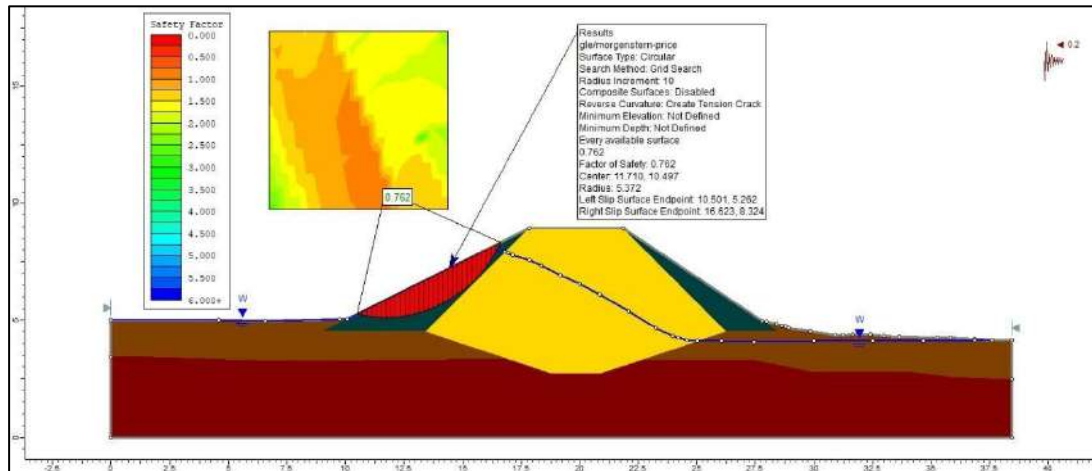
Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 17: Presa embalse lleno aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.39



Fuente: SLIDE 6.0

Ilustración 18: Presa desembalse rápido aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=0.76



Fuente: SLIDE 6.0

De acuerdo con el análisis de la presa fin de la construcción aguas abajo con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.= 1.45, para la presa fin de la construcción aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.27, la presa embalse lleno aguas abajo con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.45, la presa embalse lleno aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.39 y para la presa desembalse rápido aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=0.76.

4.4. Objetivo específico 3

Del anterior modelamiento se realiza un análisis de todas las situaciones para identificar las medidas de seguridad que se deben tomar en todos los casos para evitar la infiltración de la infiltración en la presa de tierra.

5.1.1. Condiciones estáticas

- Que la condición de la presa al final de la construcción en el talud aguas arriba sin sismo tiene un factor de seguridad de **F.S.=1.86**, para la presa con embalse lleno en el talud aguas arriba sin sismo se tiene un factor de seguridad de **F.S.=2.83** y que para presa en donde ocurra un desembalse rápido en el talud aguas arriba sin sismo tiene un factor de seguridad de **F.S.=1.13**.
- Se ve que el factor de seguridad varía según las condiciones

establecidas; que para la presa con embalse lleno en el talud aguas arriba sin sismo aumenta en un 52% de las condiciones normales, debido a que el **agua sobre el talud aguas arriba de la presa ofrece una carga adicional de estabilidad** (empuje en contra de las fuerzas de deslizamiento) ante una eventual falla del talud.

- De acuerdo con los análisis de estabilidad realizado bajo las tres condiciones se ve que cumplen con la NORMA DIN 4084 debido a que sus factores de seguridad son mayores a los que solicitan a excepción del caso de desembalse rápido en el talud aguas arriba sin sismo, que tiene un factor de seguridad de **F.S.=1.13**. el cual es menor a 1.20 el que exige la norma.
- Se recomienda realizar acciones de reforzamiento en los taludes de aguas arriba mediante enrocados de materiales existentes en la zona, para así poder cumplir con los factores de seguridad recomendó.

5.1.2. Condiciones pseudoestaticas (coeficiente sísmico: 0.20)

- Que la condición de la presa al final de la construcción en el talud aguas arriba con sismo tiene un factor de seguridad de **F.S.=1.27**, para la presa con embalse lleno en el talud aguas arriba con sismo se tiene un factor de seguridad de **F.S.=1.39** y que para presa en donde ocurra un desembalse rápido en el talud aguas arriba con sismo tiene un factor de seguridad de **F.S.=0.76**.
- Se ve que el factor de seguridad varía según las condiciones establecidas; que para la presa con embalse lleno en el talud aguas arriba con sismo aumenta en un 9.4% de las condiciones normales, debido a que el **agua sobre el talud aguas arriba de la presa ofrece una carga adicional de estabilidad** (empuje en contra de las fuerzas de deslizamiento) ante una eventual falla del talud.
- Se ve que el factor de seguridad varía según las condiciones establecidas; que para la presa con un desembalse rápido en el talud aguas arriba con sismo o disminuye en un 40% de las condiciones normales, porque existe un material de mayor densidad debida a la saturación de los poros, el cual es la que se encuentra debajo de la línea piezométrica

- De acuerdo con los análisis de estabilidad realizado bajo las tres condiciones se ve que cumplen con la NORMA DIN 4084 debido a que sus factores de seguridad son mayores a los que solicitan a excepción del caso de desembalse rápido en el talud aguas arriba con sismo, que tiene un factor de seguridad de **F.S.=0.76**. el cual es menor a 1.05 el que exige la norma.
- Se recomienda realizar acciones de reforzamiento en los taludes de aguas arriba mediante enrocados de materiales existentes en la zona, para así poder cumplir con los factores de seguridad recomendó.

Según lo investigado los F.S. de la presa de tierra en estado de desembalse no cumple con los requerimientos técnicos (Análisis estático: $FS=1.13 < 1.20$; Análisis pseudoestático: $FS=0.76 < 1.05$), razón por la cual se propone una enrocado en ambos lados de la presa. Para mantener una estabilidad mayor en el estado de desembalse.

CAPÍTULO IV

DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación se realiza una discusión de resultados con los antecedentes encontrados.

5.1. Objetivo general

De acuerdo con el análisis realizado que el fenómeno de infiltración reduce la estabilidad de presas de tierra, ya que la estabilidad muestra una disminución significativa del factor de seguridad en un estado de desembalse con relación al desembalse con relación al estado final de construcción.

(Briones Zevallos, 2018), menciona en su investigación “Estudio Comparativo del diseño de la Presa de Tierra limón del Proyecto Olmos con Pantalla de Concreto Versus Núcleo de Material Arcilloso”, afirma que por una comparación en costo de las dos alternativas demuestra que la Presa con Pantalla Impermeable resulta más económica que la Presa con Núcleo Central de Arcilla.

5.2. Objetivo específico 1

Luego del análisis de la línea de flujo se determinó que el caudal total que pasa por la presa es $Q = 0.1347 \text{ m}^3/\text{día}$. La disgregación de las partículas a causa de la infiltración (caudal que pasa a través del cuerpo de la presa de tierra), tiene un valor significativo, al mostrarse una mayor infiltración en suelos granulares, con respecto a otros suelos, situación que se produce por el tamaño de las partículas y por la cohesión del suelo.

De acuerdo con lo antes mencionado (Nina Barraqueta, 2018), sostiene en su

tesis “Evaluación Geotécnica para la Construcción de la Presa Huanzo”, La infiltración obtenida con el tratamiento en la sección del eje de presa se redujo de 0.38 m³ /hora a 0.11 m³ /hora, en la zona del pie de talud aguas arriba se redujo de 0.43 m³ /hora a 0.15 m³ /hora.

5.3. Objetivo específico 2

De acuerdo con el análisis realizado en la presa para fin de la construcción aguas abajo sin sismo el F.S.=1.98, para la construcción aguas arriba sin sismo – F.S.=1.86, para la presa embalse lleno aguas abajo sin sismo – F.S.=1.97, para la presa embalse lleno aguas arriba sin sismo – F.S.=2.83 y para la presa desembalse rápido aguas arriba sin sismo – F.S.= 1.13. De acuerdo con el análisis de la presa fin de la construcción aguas abajo con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.= 1.45, para la presa fin de la construcción aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.27, la presa embalse lleno aguas abajo con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.45, la presa embalse lleno aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=1.39 y para la presa desembalse rápido aguas arriba con sismo (coeficiente sísmico: 0.20) – F.S.=0.76.

(Ortiz Quizhpi, y otros, 2019), indica en su tesis “Estudio de estabilidad de los taludes de las presas del proyecto Pacalori, teniendo en cuenta la acción sísmica” la acción sísmica no provoca fallas catastróficas, hemos concluido utilizar un período de retorno de 475, y la pendiente de 1:3, para el talud aguas arriba es 1:2.75 con colchón de drenaje para el talud aguas abajo; dichas condiciones satisfacen los Factores de Seguridad exigidos por la Norma Española.

5.4. Objetivo específico 3

Según lo investigado los F.S. de la presa de tierra en estado de desembalse no cumple con los requerimientos técnicos, del análisis estático: FS=1.13<1.20 y análisis pseudoestático: FS=0.76<1.05, razón por la cual se propone una enrocado en ambos lados de la presa. Para mantener una estabilidad mayor en el estado de desembalse.

(Tapia Muñoz, 2019), indica en su investigación “Estudio del comportamiento de una presa de tierra en condiciones de desembalse rápido mediante modelación

numérica en 3D Caso: presa Mancilla - Municipio de Facatativá”, se han efectuado eventos de desembalse con tasas de abatimiento de la lámina de agua en el embalse de 0.64 m/día y 0.88 m/día.

CONCLUSIONES

1. OBG

La infiltración reduce la estabilidad de presas de tierra, ya que la estabilidad muestra una disminución significativa del factor de seguridad en un estado de desembalse con relación al desembalse con relación al estado final de construcción.

2. OBS-1

La infiltración disgrega las partículas sobre la estabilidad de presas de tierra. Esto debido a que la disgregación de las partículas a causa de la infiltración (caudal que pasa a través del cuerpo de la presa de tierra), tiene un valor significativo, al mostrarse una mayor infiltración en suelos granulares, con respecto a otros suelos, situación que se produce por el tamaño de las partículas y por la cohesión del suelo. Por lo que podemos concluir que en presas de tierra de materiales granulares el caudal que pasa a través del cuerpo de la presa de tierra, llega a valores significativos lo que produciría una disminución en la estabilidad.

3. OBS-2

La estabilidad de la presa de tierra en un análisis estático presenta en un estado final de construcción tiene como F.S. igual a 1.86, valor que aumenta en un 52% en un estado con embalse lleno (F.S. igual a 2.83), asimismo el valor disminuye en una 39% en un estado de desembalse. Asimismo, la estabilidad de la presa de tierra en un análisis pseudo estático (sismo igual a 0.2), presenta una F.S. de 1.27 en estado final de construcción y un F.S. de 1.39 en estado de embalse lleno lo que representa un aumento del 9.4%, en relación con el estado de desembalse el F.S. es igual a 0.76 lo que significa una disminución del 40%.

4. OBS-3

Según lo investigado los F.S. de la presa de tierra en estado de desembalse no cumple con los requerimientos técnicos (Análisis estático: $FS=1.13 < 1.20$; Análisis pseudoestático: $FS=0.76 < 1.05$), razón por la cual se propone una enrocado en ambos lados de la presa. Para mantener una estabilidad mayor en el estado de desembalse.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de presas de tierra, especialmente de suelos cohesivos, ya que son una propuesta válida estructuralmente, asimismo su uso representa un menor gasto en relación con presas de otros materiales y también un menor tiempo con respecto a la construcción de este.
2. Se recomienda continuar la investigación, especialmente sobre de aditivos impermeabilizantes de suelos u otras tecnologías constructivas que permitan disminuir las características de permeabilidad y la infiltración del suelo en las presas de tierra.
3. Se recomienda considerar, en el diseño de la presa de tierra, un refuerzo estructural a las presas de tierra (enrocado, gaviones, etc.) en ambos lados de la presa (aguas arriba y aguas abajo), que mantengan la estabilidad de la presa en estado de desembalse, ya que esto ayudaría a la estabilidad del suelo saturado.
4. Se recomienda realizar un estudio completo de suelos e hidráulica para ver la relación de capacidad y filtración por el material, con el objeto de asegurar la calidad de la estructura.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. **Aguilar Núñez, William. 2016.** *Análisis técnico-económico comparativo entre dique construido en material granular compactado y dique en gaviones en el embalse del Proyecto Hidroeléctrico Cariblanco.* 2016. Proyecto final de graduación para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.
2. **Armas Novoa, R y Horta Mesta, E. 1987.** *Presas de Tierra.* 1987.
3. **Braja M, Das. 2008.** *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.* 2008.
4. **Briones Zevallos, Jorge Alfredo. 2018.** *Estudio comparativo del diseño de la presa de tierra limón del proyecto Olmos con pantalla de concreto versus nucleo de material arcilloso.* 2018. Tesis de Pregrado.
5. **Cordero Mejias, Lismary. 2018.** *Análisis de filtraciones y estabilidad de taludes en presas de tierra para suelos parcialmente saturados.* Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 2018.
6. **Flores Berenguer. 2016.** *Tipos de taludes.* 2016.
7. **Geocuba. 2015.** 2015.
8. **Gonzales de Vallejo, L., Ortuño, L. y Oteo, C. 2002.** *Ingeniería Geológica.* 2002.
9. **Gonzales Guevara, Emilio Javier y Peláez Cáceres, Ricardo Jesús. 2018.** *Influencia de la longitud de diseño del sistema de drenaje tipo horizontal para un modelamiento físico bidimensional en presas de material homogéneo no cohesivo y compactado.* 2018. Tesis de Pregrado.
10. **Horta Mestas y Armas Novoa. 2017.** *Criterios para diseñar presas de tierra: Prioridad y Secuencia.* 2017.
11. **Mogollón Chavez, Jorge Raúl y Palacios Pombosa, Alba Lucía. 2018.** *Diseño de las celdas en hormigón armado de las presas de los ríos El Salto y Pita para la retención de lodos del Volcán Cotopaxi.* 2018. Tesis de Pregrado.
12. **Murillo Quintana, Rodrigo. 2018.** *Presas de tierra y sus fallas.* 2018.
13. **Nina Barrazueta, Marcial Alberto. 2018.** *Evaluación geotécnica para la construcción de la presa Huanzo.* 2018. Tesis de Pregrado.
14. **Ortiz Quizhpi, Wilian Francisco y Portilla Flores, Edgar Ismael. 2019.** *Estudio de estabilidad de los taludes de las presas del Proyecto Pacalori, teniendo en cuenta la acción sísmica.* 2019. Tesis de Pregrado.
15. **Perales Asmat, Josue Eliazer y Saboya Guerrero, Robert Henry. 2018.** *Influencia del filtro tipo chimenea mediante modelamiento bidimensional para una*

- presa de material homogéneo extraído de la cantera Tres Tomas. 2018. Tesis de Pregrado.*
16. **Pérez Pliego, Benjamin. 2018.** *Análisis de riesgo y confiabilidad en presas de tierra: un caso en el estado de México. Toluca, México: s.n., 2018. Tesis de Pregrado.*
 17. **Pérez, J. 2012.** *Introducción a la mecánica del suelo parcialmente saturado. 2012.*
 18. **Petrocich, Lyapichev. 2012.** *Seguridad Sísmica de Presas. 2012.*
 19. **Reséndiz, D. 2018.** 2018.
 20. **Suárez, J. 2018.** *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales, Bucaramanda, Colombia. 2018.*
 21. **Tapia Muñoz, Germán Darío. 2019.** *Estudio del comportamiento de una presa de tierra en condiciones de desembalse rápido mediante modelación numérica en 3D Caso: presa Mancilla - Municipio de Facatativá. 2019. Tesis de Pre grado.*

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

“INCIDENCIA DE LA INFILTRACIÓN EN LA ESTABILIDAD DE PRESAS DE TIERRA – HUANCAYO 2020”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general: ¿Cuál es la influencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020?	Objetivo general: Determinar la influencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020.	Hipótesis general: La infiltración reduce la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020.	Variable Independiente: Infiltración	Fluidez	Caudal	Método de investigación: Cuantitativo. Tipo de investigación: Aplicado. Nivel de investigación: Descriptivo Diseño de investigación: El diseño de investigación utilizará un esquema No experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema. OE → SA → XP → CE → RE Donde: OE = Objeto de Estudio SA = Presa de tierra XP = Infiltración CE = Estabilidad RE = Resultados y Conclusiones Cuando: 2020. Población y muestra: Población. La población está constituida por estructuras de presas de tierra a nivel del Perú. Muestra: La muestra es de acuerdo con el método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a e estructuras específicas. Técnicas e instrumentos: - Recolección de datos Técnicas de procesamiento de datos: Estadístico.
				Presión Hidráulica	Área de contacto	
				Funcionalidad	Estabilidad	
Problemas específicos: a) ¿Cómo interviene la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020? b) ¿Cómo varía el factor de seguridad de las presas de tierra en un estado estático y pseudo estático, Huancayo 2020? c) ¿Qué medidas de seguridad se debe tomar para evitar la Infiltración en presas de Tierra, Huancayo 2020?	Objetivos específicos: a) Determinar la intervención que produce la infiltración en la estabilidad de presas de tierra, Huancayo 2020. b) Analizar la variación del factor de seguridad de las presas de tierra en estado estático Y pseudo estático, Huancayo 2020. c) Identificar qué medidas de seguridad se debe tomar para evitar la infiltración en presas de Tierra, Huancayo 2020.	Hipótesis específicas a) La infiltración disgrega las partículas sobre la estabilidad de presas de tierra. b) El factor de seguridad varía notablemente en las presas de tierra en estado estático y pseudo estático, Huancayo 2020. c) Realizar una protección de enrocado para minimizar la infiltración logrando así poder mantener una mejor estabilidad de las presas de tierra.	Variable dependiente: Estabilidad de presas de tierra	Infiltración disgregada Factor de seguridad Estado de seguridad	Infiltración Factor de seguridad estático Factor de seguridad pseudo estático Estado de embalse Estado de desembalse	

Anexo 02: Panel fotográfico

1. CONTENIDO DE HUMEDAD

Fotografía N° 1: Sacando contenido de Humedad de la muestra según la NTP 339.127.



Fuente: Elaboración propia.

2. ANALISIS GRANULOMETRICO

Fotografía N° 2: Realizando Análisis granulométrico según la NTP: 339.128.



Fuente: Elaboración propia.

3. ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG DEL MATERIAL CONVENCIONAL

3.1. LIMITE LÍQUIDO

Fotografía N° 3: Podemos observar el ensayo de Límites de Atterberg según NTP 339.129.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. LIMITE PLASTICO

Fotografía N° 4: Podemos observar el ensayo de Límites de Atterberg según NTP 339.129.



Fuente: Elaboración propia.

4. ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Fotografía N°5: Ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo, según la NTP 339.171 – ASTM D-3080.



Fuente: Elaboración propia.

5. UBICACIÓN

Fotografía N°6: Ubicación de la zona a estudiar – Laguna de Torococha.

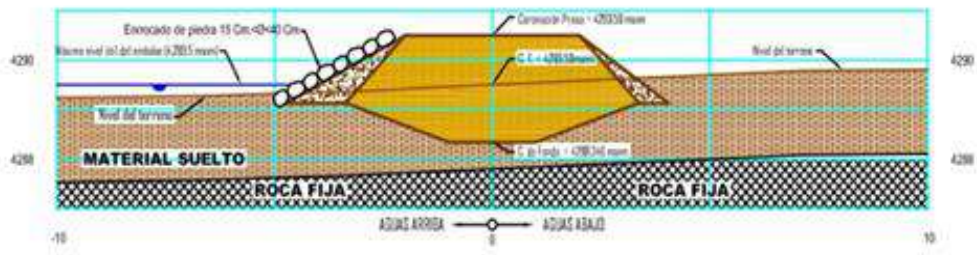


Fuente: Elaboración propia.

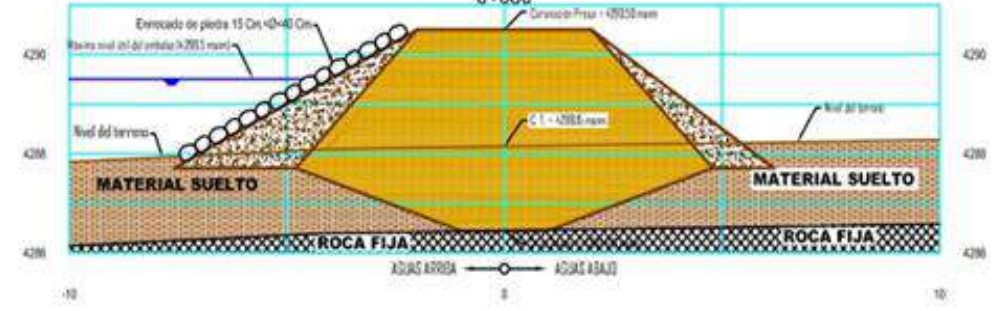
Anexo 03: Planos

SECCIONES TRANSVERSALES AL EJE DE PRESA

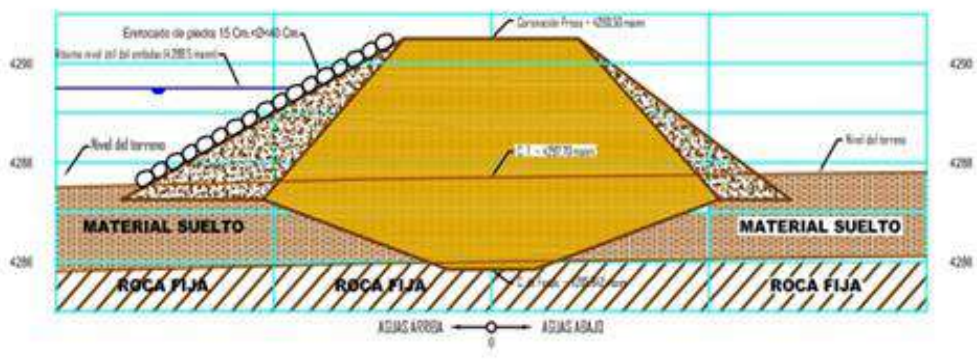
0+040



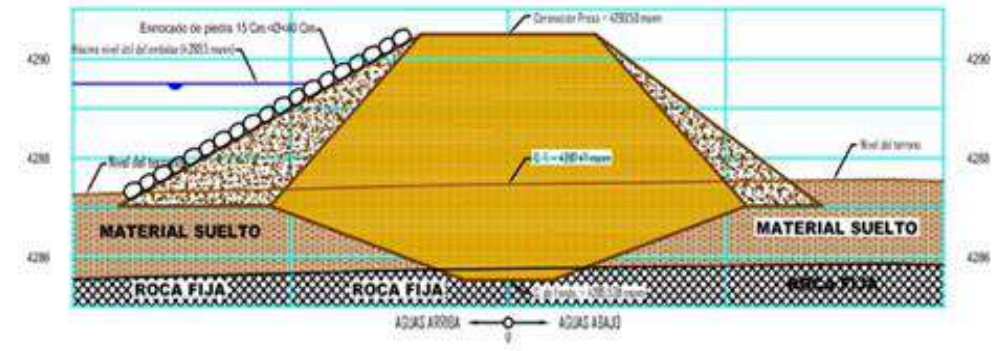
0+050



0+060



0+070



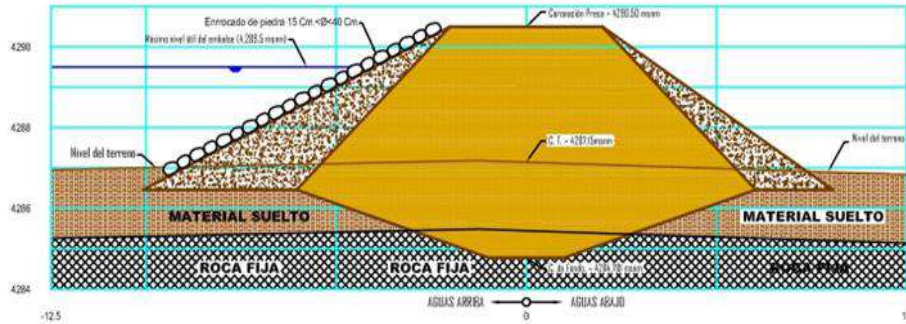
PROYECTO:	Incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra – Huancayo 2020
UBICACIÓN:	Distrito: Pucará Provincia: Huancayo Región: Junín

ELABORADO POR:	Bach. CANCHUMANYA VILCHEZ, ANGELA PAOLA
FECHA:	20-06-2022

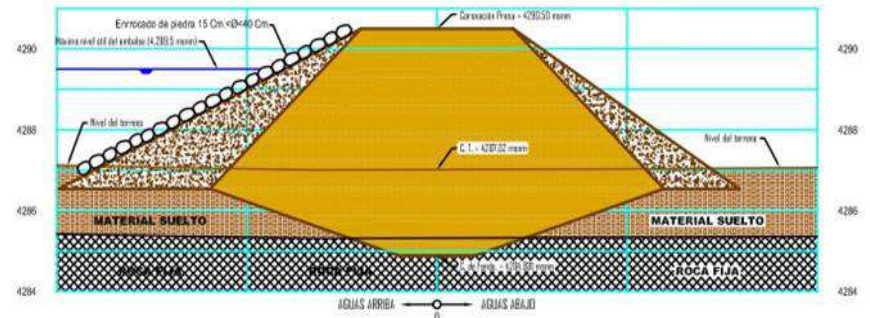
PLANO	PL-01
--------------	-------

SECCIONES TRANSVERSALES AL EJE DE PRESA

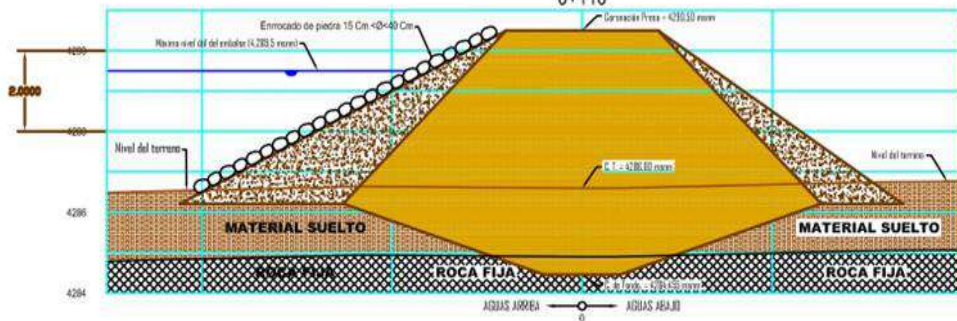
0+080



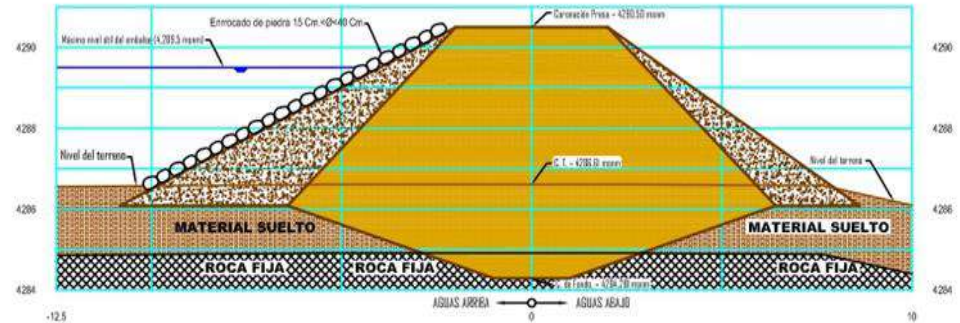
0+120



0+110



0+100



PROYECTO: Incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra – Huancayo 2020
UBICACIÓN: Distrito: Pucará
 Provincia: Huancayo
 Región: Junín

ELABORADO POR: Bach. CANCHUMANYA VILCHEZ, ANGELA PAOLA

FECHA:

20-06-2022

PLANO

PL-02

PROYECTO:

Incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra – Huancayo 2020

ELABORADO POR:

Bach. Canchumanya Vilchez, Angela Paola

TEMA

Secciones transversales al eje de Presa

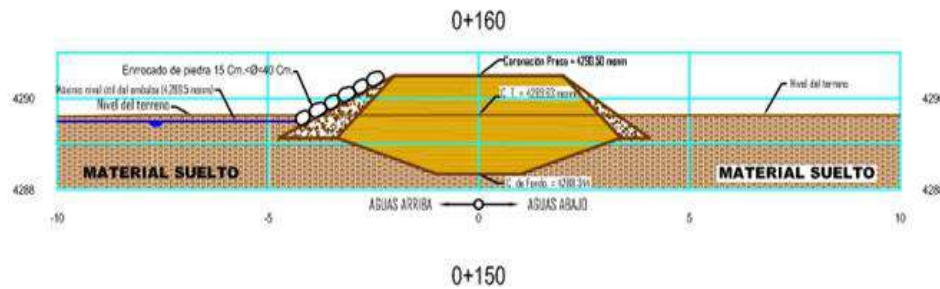
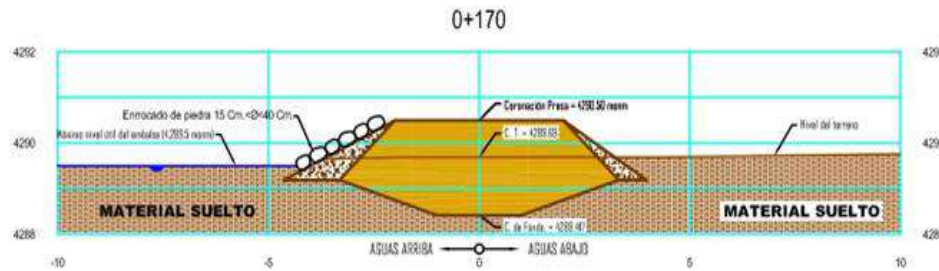
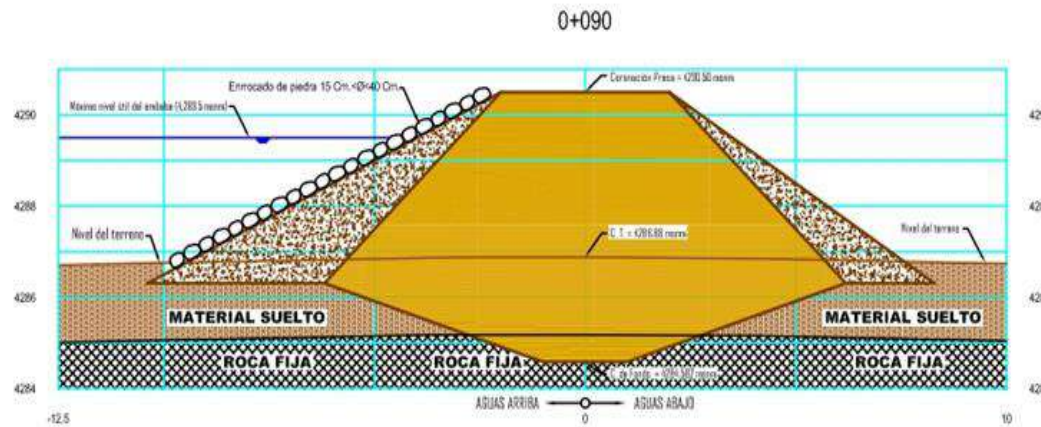
UBICACIÓN:

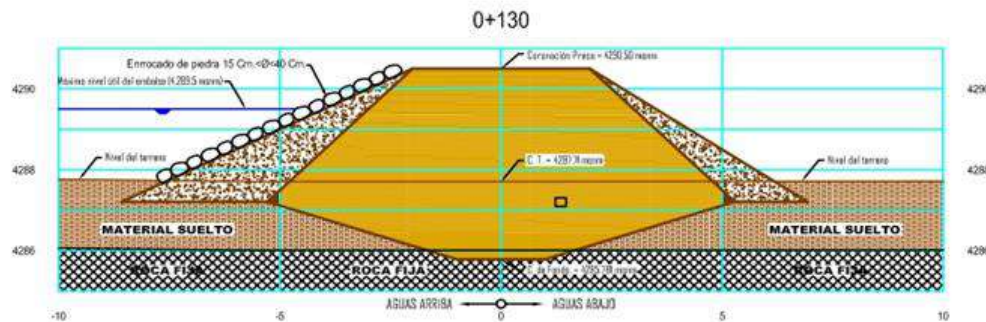
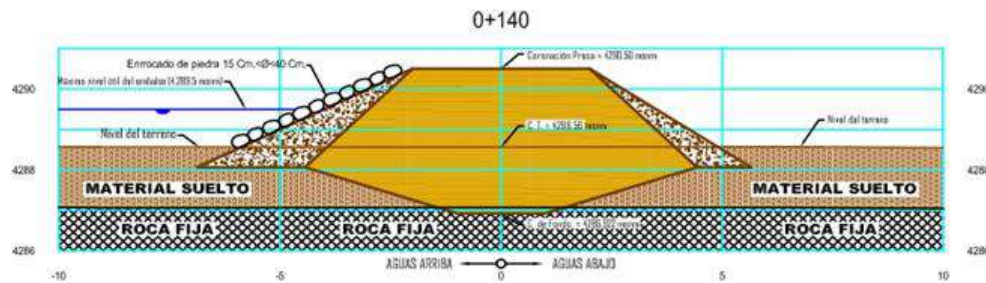
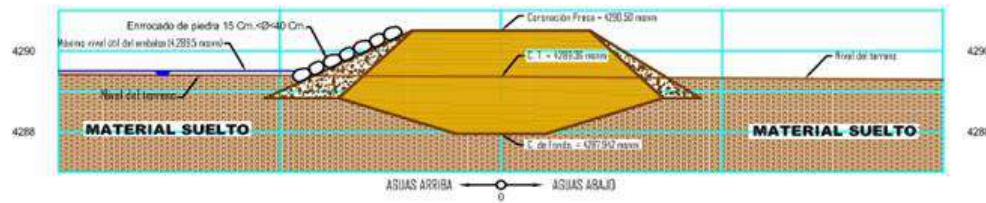
Distrito: Pucará

Provincia: Huancayo

Región: Junín

Fecha: 20-06-2022
Plano: PL-03





PROYECTO:

Incidencia de la infiltración en la estabilidad de presas de tierra – Huancayo 2020

ELABORADO POR:

Bach. Canchumanya Vilchez, Angela Paola

TEMA

Secciones transversales al eje de Presa

UBICACIÓN:

Distrito: Pucará

Provincia: Huancayo

Región: Junín

Fecha: Plano:

20-06-2022 PL-04

Anexo 04: Certificados de ensayo