



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseños hidráulicos en el aprovechamiento de aguas residuales
en el sector San Carlos, Laredo -Trujillo 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Blas Mariñas, Steven Renato (ORCID: 0000-0001-7262-9834)

Ñamoc Mostacero, Cristhian Arturo (ORCID: 0000-0002-1119-5494)

ASESOR:

Dr. Herrera Viloche, Alex Arquímedes (ORCID: 0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi madre Margarita Mostacero Díaz por ser una madre ejemplo a seguir e inculcarme a ser mejor persona y ahora ser un profesional, a mi padre Grimaldo Ñamoc Camacho dedicado hasta donde se encuentre descansando. A mi hermano Junior por el apoyo y los consejos que siempre me estuvo dando y a mi prima Tatiana que estuvo presente dándome ánimos y consejos para superarme.

A mi mamá Lucy Mariñas Gaspar, a mi papá Carlos Blas De La Cruz, a mis hermanos y familiares por estar al pendiente de mis logros y darme el apoyo moral en los momentos difíciles que pase por la universidad, además por el apoyo económico que siempre me brindaron, por ello les dedico este título profesional de ingeniero civil.

Agradecimiento

Gracias a la información que nos brindaron, en todo el proceso de la elaboración de este proyecto de investigación, a las siguientes Entidades: Municipalidad Distrital de Laredo, Autoridad Nacional del Agua, La Junta de Usuarios de Moche y al Instituto Nacional de Estadística e Informática

A nuestros centros de prácticas pre profesionales, CUPESAC y JNT por la comprensión que tuvieron al momento en que debíamos darle más relevancia al presente proyecto.

A nuestros asesores el ingeniero Alex Herrera Viloche y Marlon Farfán Cordova a por el tiempo que dedico a nuestra tesis y por el apoyo que siempre nos brindó con sus indicaciones y consejos.

A la universidad Cesar Vallejo por las enseñanzas brindadas y por el alto nivel académico que nos brindó, con los maestros bien calificados.

Índice de contenidos

Carátula	1
Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
Índice de contenidos	4
Índice de tablas.....	6
Índice de gráficos y figuras.....	8
Resumen	9
Abstract.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra y muestreo	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Métodos de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
4.1. Estudios de suelos.....	26
4.1.1. Generalidades	26
4.1.2. Objetivos.....	26
4.1.3. Sismicidad.....	26
4.1.4. Trabajo de campo	28
4.1.4.1. Excavaciones	28
4.1.4.2. Toma y Transporte de Muestras	28
4.1.5. Trabajo de laboratorios.....	28
4.1.5.1. Análisis Granulométrico	28
4.1.5.2. Contenido de Humedad.....	29
4.1.5.3. Límites de Atterberg.....	29
4.1.5.4. Clasificación de Suelos	30
4.1.6. Características del proyecto.....	31

4.1.6.1. Perfil Estratigráfico.....	31
4.1.7. Análisis de los resultados en laboratorio	32
4.1.7.1. Análisis mecánico por tamizado	32
4.1.7.2. Resumen de contenido de humedad	34
4.1.7.3. Capacidad portante:	34
4.2. Bases de diseño.....	34
4.2.1. Generalidades	34
4.2.1.1. Área de Influencia	35
4.2.1.2. Periodo de diseño	37
4.2.1.3. Población actual.....	37
4.2.1.4. Tasa de crecimiento	37
4.2.1.5. Población de diseño	37
4.2.1.6. Dotaciones.....	38
4.3. Diseño del tanque imhoff.....	38
4.3.1. Generalidades	38
4.3.2. Objetivos	39
4.3.3. Diseño hidráulico de tanque imhoff.....	39
4.3.4. Diseño estructural del tanque imhoff.....	41
4.4. Diseño de la presa de tierra	49
4.5. Diseño del sistema de canales hidráulicos.....	55
4.5.1. Diseño del canal general	55
4.5.2. Diseño del sub canal incaica	58
4.5.3. Diseño del sub canal moro 1	61
4.5.4. Diseño del sub canal moro 2	65
4.6. Cálculo de hectáreas a abastecer	68
V. DISCUSIÓN	70
VI. CONCLUSIONES.....	72
REFERENCIAS	74
ANEXOS.....	79

Índice de tablas

Tabla 1: Variable de diseño de obras hidráulicas.....	22
Tabla 2: Factores de zona “Z”	26
Tabla 3: Factor de suelo “S”	27
Tabla 4: Periodos “Tp” y “TI”	27
Tabla 5: Simbología de los tipos de suelos	30
Tabla 6: Análisis de porcentajes retenidos en el estrato 1	32
Tabla 7: Análisis de porcentaje retenido en el estrato 2.....	33
Tabla 8: Resumen de contenido de humedad.....	34
Tabla 9: Capacidad portante	34
Tabla 10: Periodo de diseño de cada proyecto.....	37
Tabla 11: Población actual de San Carlos.....	37
Tabla 12: Población futura.....	37
Tabla 13: Caudal tanque imhoff.....	38
Tabla 14: Resultados de diseño hidráulico Tanque Imhoff	39
Tabla 15: Acero del muro corto en sentido vertical según la condición 1.....	41
Tabla 16: Acero del muro corto en sentido horizontal según la condición 1	41
Tabla 17: Acero del muro largo en sentido vertical según la condición 1.....	42
Tabla 18: Acero del muro largo en sentido horizontal según la condición 1	43
Tabla 19: Acero del muro corto en sentido vertical según la condición 2.....	44
Tabla 20: Acero del muro corto en sentido horizontal según la condición 2	45
Tabla 21: Acero del muro largo en sentido vertical según la condición 2.....	45
Tabla 22: Acero del muro largo en sentido horizontal según la condición 2	46
Tabla 23: Acero de la cimentación sentido X	47
Tabla 24: Acero que se colocara en la cimentación sentido Y	48
Tabla 25: Datos generales de la presa de tierra	49
Tabla 26: Cálculos para la presa de tierra	49
Tabla 27: Datos esenciales para el diseño del aliviadero	54
Tabla 28: Cálculos del aliviadero	54
Tabla 29: Datos para el diseño hidráulico del canal general	55
Tabla 30: Datos para el diseño de las caídas en serie del canal general	57
Tabla 31: Resultados del diseño de caídas en serie del canal general.....	57
Tabla 32: Datos para el diseño hidráulico del sub canal incaica	58
Tabla 33: Datos para el diseño de las caídas en serie del sub canal incaica	60
Tabla 34: Resultados del diseño de caídas en serie del sub canal incaica	61
Tabla 35: Datos para el diseño hidráulico del sub canal moro 1 antes de la transición.....	62
Tabla 36: Datos para el diseño hidráulico del sub canal moro 1 después de la transición.....	63
Tabla 37: Datos y desarrollo de la transición de entrada	64
Tabla 38: Datos para el diseño hidráulico del sub canal moro 2	65
Tabla 39: Datos para el diseño de las caídas en serie del sub canal moro 2	67
Tabla 40: Resultados del diseño de caídas en serie del sub canal moro 2	67
Tabla 41: Resumen de datos de la zona de estudio y diseños	68
Tabla 42: Demanda de los cultivos principales	68

Tabla 43: Demanda de los cultivos principales	69
Tabla 44: Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos	82
Tabla 45: Datos del tanque imhoff	85
Tabla 46: Resultados del peso unitario del tanque imhoff	86
Tabla 47: Condición de análisis	88
Tabla 48: Combinaciones para cada condición	88
Tabla 49: Coeficientes para calculo por cortante	90
Tabla 50: Desarrollo de cortante de acuerdo a la condición 1 y 2	90
Tabla 51: Coeficientes para calculo en sentido horizontal por flexión	92
Tabla 52: Coeficientes para calculo en sentido vertical por flexión	93
Tabla 53: Resultados de muro corto en sentido horizontal por flexión	93
Tabla 54: Resultados de muro largo en sentido horizontal por flexión	94
Tabla 55: Resultados de muro corto en sentido vertical por flexión	94
Tabla 56: Resultados de muro largo en sentido vertical por flexión	95
Tabla 57: Coeficientes para muros cortos en el sentido X	95
Tabla 58: Coeficientes para muros cortos en el sentido Y	96
Tabla 59: Coeficientes para muros largos en el sentido X	96
Tabla 60: Coeficientes para muros largos en el sentido Y	97
Tabla 61: Resultado de momentos en muro corto, en el sentido X	97
Tabla 62: Resultado de momentos en muro corto, en el sentido Y	98
Tabla 63: Datos para graficar	99
Tabla 64: Datos para graficar	100
Tabla 65: Resultado de momentos en muro largo, en el sentido X	101
Tabla 66: Resultado de momentos en muro largo, en el sentido Y	102
Tabla 67: Datos para graficar	102
Tabla 68: Datos para graficar	103
Tabla 69: Resultado de momentos en muro corto, en el sentido X	104
Tabla 70: Resultado de momentos en muro corto, en el sentido Y	105
Tabla 71: Datos para graficar	105
Tabla 72: Datos para graficar	106
Tabla 73: Resultado de momentos en muro largo, en el sentido X	107
Tabla 74: Resultado de momentos en muro largo, en el sentido Y	108
Tabla 75: Datos para graficar	108
Tabla 76: Datos para graficar	109
Tabla 77: Coeficientes para el cálculo de momentos sentido X, de acuerdo a la relación	112
Tabla 78: Coeficientes para el cálculo de momentos sentido Y, de acuerdo a la relación	113
Tabla 79: Momentos en el sentido positivo y negativo en X	113
Tabla 80: Momentos en el sentido positivo y negativo en sentido Y	114
Tabla 81: Datos para graficar	114
Tabla 82: Datos para graficar	115

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Sección transversal del tanque imhoff.....	17
Figura 2: Área de exposición a inundación	35
Figura 3: Canal “El Moro”	36
Figura 4: Canal ”La Incaica”	36
Figura 5: Vista en planta del tanque imhoff	40
Figura 6: Partes y dimensiones del tanque imhoff.....	40
Figura 7: Presa de tierra	50
Figura 8: Factor de seguridad y presiones en la presa de tierra (Bishop simplificado).....	51
Figura 9: Factor de seguridad y presiones en la presa de tierra (Jambu simplificado).....	52
Figura 10: Factor de seguridad y presiones en la presa de tierra (Spencer).....	53
Figura 11: Dimensiones del aliviadero	54
Figura 12: Diseño hidráulico del canal general con pendiente real	56
Figura 13: Diseño hidráulico del canal general con pendiente corregida.....	56
Figura 14: Esquema de las caídas en serie del canal general.....	58
Figura 15: Diseño hidráulico del sub canal incaica con pendiente real	59
Figura 16: Diseño hidráulico del sub canal incaica con pendiente corregida	60
Figura 17: Esquema de las caídas en serie del sub canal incaica	61
Figura 18: Diseño hidráulico del sub canal moro I antes de la transición	63
Figura 19: Diseño hidráulico del sub canal moro 1 después de la transición	64
Figura 20: Transición de entrada del sub canal moro 1	65
Figura 21: Diseño hidráulico del sub canal moro 2 con pendiente real	66
Figura 22: Diseño hidráulico del sub canal moro 2 con pendiente corregida	66
Figura 23: Esquema de las caídas en serie del sub canal moro 2.....	68
Figura 24: Gráfico de fuerzas actuantes en el muro	89
Figura 25: Caso 3.....	89
Figura 26: Condición del caso PCA para muro corto	95
Figura 27: condición del caso PCA para muro largo	96
Figura 28: Gráfico de los puntos del momento en X, primera condición	100
Figura 29: Grafico de los puntos del momento en Y, primera condición	101
Figura 30: Grafico de los puntos del momento en X, primera condición	103
Figura 31: Grafico de los puntos del momento en Y, primera condición	104
Figura 32: Grafico de los puntos del momento en X, segunda condición	106
Figura 33: Grafico de los puntos del momento en Y, segunda condición	107
Figura 34: Grafico de los puntos del momento en X, segunda condición	109
Figura 35: Grafico de los puntos del momento en Y, segunda condición	110
Figura 36: Representación de la condición 3	111
Figura 37: condición del caso PCA para cimentación.....	112
Figura 38: grafico de los momentos positivos y negativos sentido X, cimentación	115
Figura 39: grafico de los momentos positivos y negativos sentido Y, cimentación	116

Resumen

Los diseños hidráulicos son esenciales para el desarrollo sostenible de una sociedad y dependiendo de las condiciones de su ecosistema se pueden elaborar de una manera eficiente. La presente investigación se enfocó en los diseños hidráulicos en el aprovechamiento de las aguas residuales domésticas y pluviales. Se han utilizado las normas OS.090 y OS.100, además de manuales del ANA, libros relacionados al tema. El tipo de investigación es No Experimental- Transversal de carácter Descriptivo Simple, el objetivo principal es realizar los diseños hidráulicos en el aprovechamiento de aguas residuales en el sector San Carlos. El método que se utilizó para lograr el objetivo fue mediante una ficha de registro para la recolección de datos y la observación de la zona de estudio para orientarnos de mejor manera. Para la obtención de los resultados se requirió del diseño de un tanque imhoff, una presa de tierra con su aliviadero, un canal general, tres sub canales de los cuales 2 tienen caídas en serie y una cuenta con transición de entrada; lo dicho antes se diseñó utilizando el software Auto Cad 2019, Auto Cad Civil 3D 2020, Hcanales V3.0 y Slide 6.0. La población con la que se contó es del Sector San Carlos, ubicado en el Distrito de Laredo, Provincia de Trujillo – La Libertad. La muestra se dio con 2128 pobladores en el sector San Carlos, obviamente sin tener en cuenta a los no residentes.

Para terminar, en base a los datos recolectados por las Entidades mencionadas en todo el proyecto, el plano topográfico y los programas especiales. Se llegó a la conclusión de que todo el conjunto de obras abastecerá a 0.89Ha/h, por parte del sistema de canales, y 2.17m²/h por el tanque imhoff.

Palabras clave: Aprovechamiento de aguas residuales, obras hidráulicas, canales, software, caídas en serie y transición

Abstract

Hydraulic designs are essential for the sustainable development of a society and depending on the conditions of its ecosystem they can be elaborated in an efficient way. This research focused on hydraulic designs in the use of domestic and storm sewage. OS.090 and OS.100 standards have been used, in addition to ANA manuals, books related to the subject. The type of research is Non-Experimental-Transversal of a Simple Descriptive character, the main objective is to carry out hydraulic designs in the use of wastewater in the San Carlos sector. The method used to achieve the objective was through a registration form for data collection and observation of the study area to better guide us. To obtain the results, the design of an imhoff tank, an earth dam with its spillway, a general channel, three sub-channels of which 2 have serial falls and an account with an input transition were required; The above was designed using Auto Cad 2019, Auto Cad Civil 3D 2020, Hcanales V3.0 and Slide 6.0 software. The population that was counted is from the San Carlos Sector, located in the District of Laredo, Province of Trujillo - La Libertad. The sample was given with 2128 residents in the San Carlos sector, obviously without taking into account non-residents.

Finally, based on the data collected by the entities mentioned throughout the project, the topographic plan and the special programs. It was concluded that the whole set of works will supply 0.89Ha / h, by the canal system, and 2.17m² / h by the imhoff tank.

Keywords: Use of wastewater, hydraulic works, channels, software, serial falls and transition

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, es cierto que hay carencias en el sector saneamiento, por ejemplo, algunos pueblos o departamentos no poseen dichos servicios, la evacuación de sus desechos líquidos no es la adecuada o no se aprovecha lo suficiente. Este tipo de recurso puede seguir siendo de utilidad, pero de forma diferente, dependiendo de la actividad principal de la ciudad o población, se le otorga una función, como la del riego de sembríos. Esto da a entender que el agua no hay que emplearla totalmente en nuestra alimentación o higiene personal, sabiendo que existen otras medidas para su reutilización.

Según Ortiz (2017), en nuestro entorno nacional, en los alrededores del 2010, se aprobó el Decreto Supremo N°001-2010-AG, el cual intenta promover el desarrollo, manejo y aprovechamiento simultáneo del agua (p.1),

En la ciudad de Trujillo, distrito Laredo, se ha estado realizando el estudio climatológico de las quebradas que ocasionaron el fenómeno del niño en los años 1997 y 2017, puesto que ocasionó el derrumbe de viviendas en pésimas condiciones, accidentes graves, extravió del ganado, muertes, etc. A pesar de lo mencionado, no han puesto en acción las medidas necesarias para el control del agua que se almacena en las quebradas cercanas al sector de San Carlos donde se realiza el presente proyecto de investigación.

Si el saneamiento en todo el país fuera del 100%, en distritos con más de 10 mil personas (sin incluir Lima y Callao), se irrigaría aproximadamente 70 mil hectáreas de tierras para la producción agrícola, y hasta 124 mil para la producción forestal. Existen diferentes formas para reutilizar estas sustancias, debido a esto queremos realizar el manejo de estas aguas residuales para poder aprovecharlas en el sector San Carlos, y que con el tiempo este distrito abastezca sus áreas de cultivo con el agua de las quebradas y las domésticas previamente tratadas. Autoridad nacional del agua (ANA, 2016, p.5).

Para esta investigación se hallará la cantidad de recursos pluviales y aguas residuales producidas en la zona de estudio para posteriormente ser tratadas, luego dirigidas hacia los sembríos que sean capaces de consumirlas. Con todos esos datos adquiridos se procederá a realizar los diseños hidráulicos siguientes:

tanque imhoff, un dique para embalsar la quebrada y la creación de un sistema de canales hacia los ya existentes “La Incaica” y “El Moro”. Serán de utilidad para cumplir con todo el proyecto y satisfacer a los pobladores, reduciendo los perjuicios a nuestro ecosistema puesto que, como futuros ingenieros, debemos cumplir con nuestra labor de servir a la sociedad y cuidar el medio ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta diversas investigaciones internacionales que se han tenido en cuenta debido a la similitud que se logra apreciar con respecto a nuestra indagación.

Para Rosado (2017), en su tesis titulada “Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basada en modelación física”, tuvo como objetivo realizar diseños de caídas escalonadas, disipadores de energía. Dicho proyecto consiste en el análisis de canales escalonados, en diferentes tipos, en relación con las pendientes longitudinales variables, con los regímenes de agua y describir el perfil de un canal con caídas escalonadas. Llego a obtener como resultados que con el flujo saltante no se muestran cambios salvajes, asociados a las pendientes elevadas; para el flujo rasante se puede determinar cuando existe variación de la pendiente longitudinal del canal de menor a mayor el flujo presenta altas turbulencias y cuando el flujo pasa de mayor a menor pendiente, tiende a desarrollar un perfil más estable, sin aumento en la turbulencia del agua.

Para Lligüi y Ñauta (2014), en su tesis denominada “Análisis geotécnico-económico comparativo entre diques construidos con materiales arcillosos y gravosos en el proyecto control e inundaciones del río Cañar”, tuvo como objetivo analizar desde un punto de vista geotécnico, las opciones de diques proyectadas en el proyecto control de avenidas del río cañar. El proyecto consiste en realizar la construcción en escala real de 4 diques modelos, los cuales fueron secciones homogéneas, secciones graduadas (de pantalla y núcleo) y secciones mixtas, de los cuales les dieron como resultados que se pueden realizar dos, el modelo de pantalla de arcilla y espaldón granular el cual se utilizara en las orillas de los ríos ya que la mima de arcilla se encuentra lejos de esta, lo que ocasiona el aumento de transporte; y el modelo de dique homogéneo de arcilla, debido a que les sería conveniente en la obra del by-pass ya que los materiales se utilizarían los mismos que están en el río y no habría necesidad de transporte.

Para Barrera (2011), en su proyecto de investigación “Estudio de prefactibilidad para el diseño, planificación y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la colonia El Maestro, Municipio de Chiquimula” menciona

que el tanque imhoff es un mecanismo apropiado en terrenos pequeños, en donde se requiere una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas. Tenían como objetivo la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la colonia el maestro, Municipio de Chiquimula, para lo cual tuvieron realizar el diseño hidráulico del tanque imhoff para el tratamiento primario. Los resultados mostraron que este elemento tendría 5m de ancho, 8.55m de largo y 5.9m de altura. Concluyó que su proceso constructivo sería complicado debido a las grandes dimensiones que su mecanismo presentaba.

A continuación, se presentan proyectos con respecto al ámbito nacional

Para Vela (2018), en indagación titulada “Eficiencia de un Tanque Imhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba”. Se planteó determinar la eficiencia de un tanque imhoff a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba, por lo que tuvo que determinar parámetros como el pH, turbiedad y sólidos en suspensión en el afluente y en la salida de cada componente. Como producto obtuvo que el pH de cada elemento menciona variaba entre 7 y 7.12. Llegó a la conclusión de que sus estudios cumplieron con los límites máximos permisibles para cuatro de los siete parámetros evaluados.

Para Ramos (2016), en su indagación científica, “Proyecto de encauzamiento y defensas ribereñas en el río Yarabamba Sector Villa Yarabamba – Arequipa 2016” menciona que un proyecto así se realiza para garantizar el riego de los cultivos e inclusive proteger pueblos. Se propuso como objetivo establecer una obra de infraestructura hidráulica con el fin de proteger a los pobladores y sus cultivos en Villa Yarabamba. Para ello tuvo que calcular el caudal de diseño con el que se empleara para la defensa ribereña. Los resultados mostraron que para un periodo de retorno de 100 años el caudal es 115.71 m³/seg. Llegó a concluir que la vida útil oscilara entre 20 a 25 años y que hay un 20% de una posible falla estructural.

Para Espir y Morales (2015), en su tesis titulada “Evaluación de fenómenos hidráulicos en el canal Chaquin del sistema de riego del valle viru primer tramo”, tuvo como fin realizar y evaluar la formación de oleajes y problemas hidráulicos,

debido a su diseño. El proyecto consiste en la verificación del canal utilizando el programa h-canales y diseños con U.S. Bureau of Reclamation (USBR) dándole como resultado en el sistema de h-canales para un caudal de $3.8\text{m}^3/\text{s}$, dándole valores iguales a su diseño original los cuales fueron: tirante 0.93 m con un borde libre de 0.22m con una altura de canal de 1.15m ; también se diseñó para $1.8\text{m}^3/\text{s}$ generando un tirante de 0.60m con un borde libre de 0.55 de acuerdo a esto observo los canales in situ, es menor al que les otorga los miembros de la junta de usuarios; y con los criterios de USBR determinaron las caídas verticales dándoles como resultado, la longitud de entrada y salida 2.50m , ancho de 2.90m y longitud de poza de 7.50m .

Para Pereda y Quintana (2016), en su proyecto titulado “Análisis funcional y económico de la captación de agua de la quebrada Maku mediante una bocatoma de barraje mixto y bocatoma tipo tirolesa en el distrito de Pira – Huaraz”, tuvo como principal objetivo realizar el análisis funcional y económico de la quebrada Maku, la tesis consiste en calcular la demanda de agua de los cultivos y área a irrigar. Lo cual le dio como resultado 203 has para irrigar y 415 usuarios beneficiados, su demanda de riego fue de 60 l/s , concluyo que el barraje mixto y la bocatoma tirolesa abastecerán los cultivos de al 100% en épocas de lluvias.

Por último, el realizado en la región; el cual nos brinda información sobre presas.

Para Chalán y Guevara (2014), en su tesis titulada “Evaluación y Análisis de la estabilidad de la presa Garrapón del centro poblado Garrapón - Ascope - La Libertad”, tuvo como objetivo la estabilización de la presa Garrapón con dos estudios. La tesis consiste en estudiar y entender el Método Bishop Simplificado para el diseño de estabilización de taludes y la aplicación del Software Slide para el estudio y análisis del proceso físico (estabilidad) de la estructura de almacenamiento presa Garrapón. Los cuales le dieron como resultado que a través del Método Bishop se tomó en cuenta el estudio de equilibrio de momentos, pero no las de fuerza como otros métodos la usan, debido a que el factor de seguridad es similar al de los métodos como de Spencer, Bishop Riguroso, Espiral logarítmica y otros más que toman en cuenta todas las ecuaciones de equilibrio; y el Software Slide les pudo otorgar la área de falla en

el menor factor de seguridad, debido a que es un software completo en la estabilidad de taludes, como también es el adecuado porque puede trabajar con cualquier tipo de presa y todo tipo de material. Además, es el único software de estabilidad de taludes con la función de análisis de la filtración de las escorrentías subterráneas para el estado de tranquilidad o medios transitorios.

Para el desarrollo de esta investigación se harán uso de conceptos y teorías de carácter científico y específico, lo cual permitirá un entendimiento más cómodo y fluido hacia el lector.

A las aguas residuales se les denominan como a las múltiples mezclas de fluidos que son descargados en los sistemas de drenaje después de ser utilizados. Estas tienen en su composición bastantes sustancias contaminantes y tienen distintos orígenes: urbano, institucional, industrial, etcétera. (Torre, 2018, p.5).

Además, estos líquidos traen consigo la formación de lodos residuales ocasionados por la acumulación de sólidos en el efluente (lodos primarios) o de la formación de estos al estar suspendidos (lodos activados) (Cupe y Juscamaita, 2018, p.108).

Si hablamos de tipos, existen las aguas residuales domésticas, las cuales son generadas por los pobladores que cuentan con el abastecimiento de agua potable. Mediante las actividades: duchas, lavado de platos, lavado de ropa, servicios higiénicos, etcétera. Es por eso que los fluidos van perdiendo calidad para luego ser desechadas (Díaz y Caballero, 2015, p.25).

El agua pluvial es importante en esta investigación es el fluido proveniente de la atmósfera y que, ya sea en líquido o sólido se sitúa sobre la superficie de la tierra. Debido a que en algunos casos el suelo es impermeable se puede concentrar un porcentaje rápidamente procreando caudales grandes que, a la larga, ocasionen inundaciones (Cuervo y Sánchez, 2018, p.137).

A su vez es relevante conocer que los parámetros de drenaje están determinados por la cantidad de agua en su cauce, de acuerdo a las fechas de lluvia, y del grado de cambio del terreno de manera que los drenajes se clasifican en permanentes, es decir si la cantidad de agua es continua en cualquier época del año y a lo largo de todo su recorrido, semipermanentes son aquellos que el

caudal está influenciado por el curso ya sea por su terreno que afecta a que el agua permanezca en todo el año y el ultimo que tenemos son los intermitentes estos son ocasionados solo en épocas de lluvias (Orosco, 2015, p.37).

Ante estos tipos de contaminantes líquidos mencionados, es necesario realizarles tratamientos, debido a que es evidente su efecto negativo a la salud y al ambiente, mediante la eliminación de bacterias (Centeno, Quintana y López, 2019, p.435).

Es por eso que se debe tener en cuenta el tratamiento primario la cual consiste en la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos que puedan ser eliminados, para reducir la carga en el proceso biológico. Los sólidos removidos en el transcurso tienen que ser procesados antes de su disposición final. (Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma OS090 2016, p. 93).

Según Palacios y Uriarte (2013), el tanque imhoff es un medio en el cual se realiza el tratado de aguas residuales, se le denomina tratamiento primario. Este tanque está constituido de un compartimiento inferior para la entrada de los sólidos sedimentados y aparte cuenta con una cámara superior de sedimentación. Consta de muchas cámaras de sedimentación por encima de la de digestión, como se muestra en la figura 1. La efectividad de este tratamiento depende de las características del residuo y el diseño (p.27).

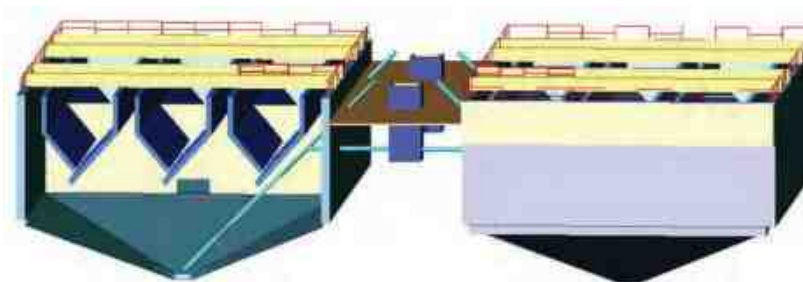


Figura 1: Sección transversal del tanque imhoff

Fuente: Palacios y Uriarte (2013)

Según la Organización Panamericana de la Salud y la Cooperación Suiza en el Perú (OPS y COSUDE, 2005), otorga ventajas mucho mejores que la del tanque séptico ya que el lodo queda aislado del líquido efluente al momento de la expulsión, su construcción y operación tiene bajo costo, abarca poca área de

terreno a comparación de lagunas de oxidación y es perfecto para pueblos pequeños menores a 5 mil habitantes. Así como atribuye dichos beneficios también posee sus desventajas, una de ellas es que su profundidad es mayor a 6 metros, es complicada su fabricación en suelos arenosos o en roca, por lo que se debe tener en cuenta que el nivel freático no afecte a la cimentación, los fluidos salientes del tanque son de mala calidad puesto que elimina entre el 45% a 50% de sólidos suspendidos, es decir, no es apto para el consumo humano (p.13).

Para Lligüi y Ñauta (2015), refiere que las presas de tierra vienen siendo utilizadas desde inicios de la civilización con la finalidad de embalsar agua para riego, y para que no haya fallas futuras es mejor realizar con materiales de la misma zona. De acuerdo a eso nos indica que para usar el material de la zona se dividen en tres grupos, dependiendo el material de la zona, los cuales son: secciones homogéneas, este tipo de dique es de material (arcilla, arena arcillosa, etcétera); secciones graduadas, esta sección está compuesto por varios materiales de los cuales se dividen en dos tipos de pantalla y núcleo, los cuales tienen material arcilloso y granular pero en pantalla se usa la arcilla en la cara húmeda del dique y en núcleo la arcilla es colocada al medio del dique; y por último nos menciona las secciones mixtas, tienen dos tipos de materiales uno impermeable y otro resistente es decir consta de arcilla en la cara humedad y su derivados de la misma hasta llegar a piedra la parte más resistente (p. 21).

Así mismo para en canal se denomina a aquella conducción, de agua en régimen rodado que constituye un caudal artificial también es el de trasladar el agua ya sea para riegos, abastecimiento o centrales hidroeléctricas (Blázquez 2008, p.3).

De acuerdo a lo mencionado, podemos decir que como su función es trasladar agua debe contar con unos diseños para mejorar el transcurso del agua o para realizar disminuciones de pendientes es por eso que es necesario diseñar caídas verticales las cuales se conocen como saltos de agua, estructuras diseñadas en canales para proteger desniveles violentos en la rasante de la base, también cuando sus desniveles son menores o iguales a 1m, y estas pueden ser inclinadas o verticales (Espir y Morales, 2015, p.15).

Sin dejar de lado al impacto ambiental el cual es un procedimiento técnico que es usado para hallar, prevenir e interpretar las consecuencias ambientales que ocasionará un proyecto en sus zonas cercanas. Sus enfoques se basan en identificar y evaluar los impactos ambientales (Gutiérrez, 2018, p.7).

Ante las adversidades que se ha mencionado nos hemos planteado la siguiente problemática: ¿Con qué criterios se realizarán los diseños hidráulicos en el aprovechamiento de las aguas residuales en el sector San Carlos, Laredo - Trujillo 2020?

Los criterios que se tendrán en cuenta serán los pertenecientes al RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), manuales referentes al tema y los estudios que se van a realizar.

Este estudio intenta aportar a la sociedad de diversas maneras, las cuales se manifiestan a continuación

Conveniencia: Está presente investigación es conveniente porque se podrá mantener los canales la incaica y el moro debido a que se colocará un dique para poder contrarrestar la fuerza de la quebrada y embalsar esta misma para reutilizarla en los canales mencionados.

Relevancia social: Beneficiará a los pobladores de San Carlos porque se diseñará obras hidráulicas las cuales servirán para la reutilización de aguas para sembríos y también para mantener la seguridad de los pobladores.

Implicancias practicas: De acuerdo a esto también se podrá disminuir el índice de amenaza que genera el fenómeno del niño y caudal de la quebrada San Carlos haciendo así el reúso de esta agua ya sea mediante un dique y canales de derivación hacia los canales existentes y que así está quebrada no ocasione daños posteriores en la ciudad de Trujillo.

Valor teórico: Los resultados obtenidos en la investigación servirán para ampliar la teoría sobre el tanque imhoff, el cual servirá para poder abastecer y realizar una gestión adecuada para así poder distribuir agua tratada a los diferentes sembríos ubicados en el pueblo de San Carlos.

Utilidad metodológica: La investigación logrará mejoras en la forma de experimentar debido a que se propondrán diferentes variables, pero todas con la finalidad del reúso de aguas residuales ya sean pluviales, aguas negras y agua de la quebrada de San Carlos.

Hemos planteado como objetivo general realizar los diseños hidráulicos en el aprovechamiento de aguas residuales en el sector San Carlos, Laredo. Además, como específicos tenemos que realizar el estudio de suelos, diseñar un tanque imhoff para el tratamiento de aguas residuales domésticas, diseñar una presa de tierra para captar las aguas pluviales de la quebrada San Carlos, diseñar un sistema de canales, el cual consiste en un canal general, sub canal incaica, sub canal moro 1 y 2 para dotar al canal “La Incaica” y “El Moro” y como último objetivo tendremos que calcular las cantidades de hectáreas a abastecer.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Respecto al tipo, es una investigación aplicada, debido a que lograremos identificar a través del conocimiento científico, las metodologías, protocolos y tecnologías para poder cubrir una necesidad encontrada. (Ley N° 30806,2018).

Diseño de investigación:

Se utilizará el diseño descriptivo simple (Christensen,1980, p.38).

M – O

M: Población de San Carlos

O: Diseño de Obras hidráulicas

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 1: Variable de diseño de obras hidráulicas.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Diseño de obras hidráulicas	Se tienen en cuenta parámetros básicos en función a la naturaleza como la calidad y composición de las aguas residuales, topografía del terreno, cantidad de población y su crecimiento respectivo. Morán (2014)	Se evaluará en base al aporte del agua residual, ya una vez tratado, hacia las zonas agrícolas.	Estudio de Mecánica de Suelos	Clasificación Límites de consistencia (%) Contenido de humedad (%) Peso unitario (Tn/m ³) Capacidad portante(kg/cm ²)	Nominal Razón Razón Razón Razón
			Tanque imhoff	Caudal (m ³ /s) Dimensiones (m)	Razón Razón
			Presa de tierra	Dimensiones (m)	Razón
			Canales hidráulicos	Caudal (m ³ /s) Velocidad (m/s) Dimensiones (m)	Razón Razón Razón
			Zonas agrícolas abastecidas	Área (Ha)	Razón

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Sector San Carlos, ubicado en el Distrito de Laredo, Provincia de Trujillo – La Libertad.

Muestra: Nuestra muestra contará con 2128 pobladores en el sector San Carlos

Muestreo: No Probabilístico y Por Conveniencia ya que los elementos de selección fueron elegidos por los investigadores.

Criterios de selección:

Inclusión: En nuestra investigación hemos considerado a las 2128 personas de ambos sexos y de todas las edades que habitan actualmente en San Carlos.

Exclusión: No residentes.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

- ✓ Observación para conocer la zona de estudio
- ✓ Análisis documental porque se está realizando en base a la información otorgada por Entidades idóneas.

Instrumento: Ficha de registro para toda la información recolectada

Validez: Los datos obtenidos fueron de las siguientes fuentes confiables:

- ✓ **Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI):**
<http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
<https://www.inei.gob.pe/>
- ✓ **Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED):** <http://cenepred.gob.pe/web/>
- ✓ **ANA:** <https://www.ana.gob.pe/>
- ✓ **Municipalidad Distrital de Laredo:** <http://www.munilaredo.gob.pe/>
- ✓ **Junta de Usuarios de Riego del Distrito de Moche:** <http://www.jriegopresurizado.org.pe/>
- ✓ **Reglamento Nacional de Edificaciones:** Norma OS.090 (Plantas de tratamiento de aguas residuales), la Norma OS.100 (Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria) para diseño de tanque imhoff, la Norma E.050 (Suelos y cimentaciones) y el manual del ANA, el cual habla sobre los criterios de diseños de obras hidráulicas para la

formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico.

3.5. Procedimientos

La búsqueda de libros, normas, instituciones, se realizaron investigaciones dentro del reglamento nacional de edificaciones donde encontramos los parámetros para la realización de diseños así mismo se realizaron visitas de campo a instituciones como ANA, Municipalidad Distrital de Laredo, Junta de usuarios de riego del Distrito de Moche, con la finalidad de obtener datos acerca de la irrigación en la zona de San Carlos.

3.6. Métodos de análisis de datos

Los métodos fueron obtenidos a través de las distintas entidades mencionadas de las cuales explicaremos cual será la función de cada una de ellas:

Con los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI): se pudo conocer la cantidad de la población y tasa de crecimiento poblacional los cuales fueron los censos más recientes en el cual nos dio una población de 2128 y una tasa de crecimiento poblacional de 1% las cuales nos servirán para saber la población futura para un periodo de diseño de 20 años, dotación de agua que consume la población y por ende, proceder a realizar los cálculos respectivos al tanque imhoff.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED): Para hallar las obras hidráulicas (canales), las áreas de exposición a inundación y en masa, así como perfiles longitudinales para la quebrada San Carlos aledañas al sector del mismo nombre.

El ANA otorgó información sobre la creación de la faja marginal en la quebrada San Carlos, para lo cual hicieron estimaciones para las máximas avenidas (caudales).

La Municipalidad distrital de Laredo nos otorgó los planos topográficos de San Carlos, de la quebrada, datos generales sobre el sector de estudio y autorización para realizar estudios de suelos con los cuales podremos realizar los diseños mencionados.

La Junta de Usuarios de Moche nos proporcionó información sobre el canal principal “El Moro” y su canal secundario “La Incaica” acerca de sus caudales, cantidad de hectáreas que abastecen, longitudes, etc.

El Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la norma OS.100 y OS.090. Respecto al primer documento (inciso 1.4) menciona que cada persona consume 150 l/hab/día. El segundo nos detalla acerca de las disposiciones específicas para diseños definitivos, nos manifiesta que las plantas de tratamientos deben tener una distancia específica para no afectar a la población por los malos olores, como en la presente investigación se diseñará un tanque imhoff, tomaremos la medida que nos indica la cual es de 100m.

Todos los datos recolectados serán procesados en los siguientes programas, los cuales facilitarán los cálculos y harán más confiables los resultados:

Excel 2016 permitió el diseño del tanque imhoff, presa de tierra y sistema de canales.

AutoCad 2020 y Civil 3D 2019, representaciones graficas de todo lo que se piensa realizar en el proyecto de investigación

Hcanales V 3.0, control de los parámetros del sistema de canales

Slide V 6.0, en el análisis de taludes de la presa de tierra

3.7. Aspectos éticos.

Se utilizaron manuales y reglamentos actualizados de manera que se obtuvieron valores éticos y verídicos, además teniendo en cuenta su respectivo cuidado al medio ambiente para manifestar una investigación de calidad y transparencia. Una de estas son el RNE referente a obras de saneamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Estudios de suelos

4.1.1. Generalidades

En el presente proyecto se realizará el estudio de suelos para determinar la naturaleza y propiedades del terreno, mediante 2 estratos adquiridos de una calicata en las coordenadas N9106584; E726436.783 con la finalidad de realizar los diseños hidráulicos mencionados en la tesis.

4.1.2. Objetivos

- ✓ Encontrar las propiedades mecánicas del suelo, como los límites de atterberg y contenido de humedad
- ✓ Obtener la capacidad portante para saber la carga máxima que soporta el suelo para realizar el diseño del tanque imhoff.

4.1.3. Sismicidad

De acuerdo al RNE en la norma técnica de edificaciones E-030 de diseño sismo resistente (2016) se obtuvo lo siguiente:

Tabla 2: Factores de zona "Z"

ZONA	Z
4	0.45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: RNE – Norma E.030

Así mismo nos indica factores de suelos existentes de los cuales escogimos el adecuado para nuestro estudio.

Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte, entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose \bar{V}_s los casos en los que se cimienta sobre:

|Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 qu kg/cm²). - Arena muy densa o grava arenosa densa, con \bar{N}_{60} mayor que 50.

Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada mayor que 100 kPa (1 \bar{S}_u kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

El perfil Tipo S1 fue el que más se adecuado a nuestra muestra de suelo obtenido es por eso que escogeremos el factor de suelo el cual es 1.00 como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Factor de suelo “S”

SUELO ZONA	S ₀	S₁	S ₂	S ₃
Z₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: RNE – Norma E.030.

Tabla 4: Periodos “Tp” y “Tl”

Periodos	Perfil de suelo			
	S ₀	S₁	S ₂	S ₃
T_P(S)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L(S)	3,0	2,5	2,0	1,6

4.1.4. Trabajo de campo

El trabajo de campo como todos sabemos lo primordial es tener determinado el lugar donde se va a realizar en este caso será el pueblo de San Carlos.

4.1.4.1. Excavaciones

Para poder realizar nuestro estudio de suelos como en toda obra se tiene la necesidad de realizar excavaciones con fines de cimentación o encontrar niveles freáticos así mismo para el estudio de suelos, las excavaciones pueden variar desde 1.5 m y superiores a los 3 metros en nuestro caso tuvimos que realizar una calicata a 3.50 metros de profundidad.

4.1.4.2. Toma y Transporte de Muestras

Para la toma de muestras hicimos los siguientes pasos:

- Primero extraeremos un estrato a la altura de 1.50m en una bolsa hermética recolectamos de las paredes 4 kg para posteriormente realizar los estudios de suelos, de la misma manera se realizó para el segundo estrato a 3.50m de profundidad
- Luego a la profundidad de 3.50m retiramos una muestra de suelo con un tubo de 4", chancándolo hasta que entre en su totalidad la altura de dicho tubo es de 30 cm, una vez retirado el tubo se colocan cinta de embalaje.
- Finalmente, las muestras fueron transportadas de San Carlos al laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

4.1.5. Trabajo de laboratorios

En nuestra tesis decidimos realizar los estudios de suelos en el laboratorio de la UCV, es por eso que obtuvimos los resultados siguientes:

4.1.5.1. Análisis Granulométrico

Para el análisis granulométrico nuestro material tiene que pasar por varias mallas desde 3" hasta la N° 20, esto se realiza con la finalidad de obtener el tipo de suelo que tendrá nuestra construcción, la cual la clasificaremos según los sistemas utilizados por el RNE los cuales son SUCS y AASHTO. Según la Norma ASTM-D422.

4.1.5.2. Contenido de Humedad

El contenido de humedad es la cantidad de agua que se encuentra en una muestra ya sea tierra, cerámica, madera. La cual se expresa en %.

Para encontrarlo lo haremos con la Norma ASTM-D2216 la cual nos dice que debemos analizar 1 muestra de suelo húmedo, los cuales tenemos que pesar, así mismo, los pesos del recipiente y posteriormente llevarlo al horno para así poder determinar el contenido de humedad con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{W_w}{W_s} * 100\%$$

Dónde:

W= Contenido de humedad expresado en %.

Ww= Peso del agua existente en la muestra.

Ws= Peso del suelo o muestra.

4.1.5.3. Límites de Atterberg

Límite Líquido

El límite líquido consta de obtener en qué punto deja de ser plástico para volverse líquido, para realizar el estudio utilizaremos la Norma ASTM-D423 la cual indica que utilizaremos la cuchara de Casagrande con la que analizaremos, con una muestra de suelo pasada por el tamiz N° 40, luego le echamos agua destilada posteriormente la moldeamos en la cuchara de Casagrande y le hacemos una abertura al suelo, para así determinar en qué golpe se llega a cerrar dicha abertura al momento de cerrar se saca esa muestra y se la lleva al horno para ver su peso en cuanto disminuye.


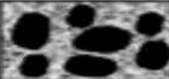






Límite Plástico



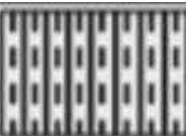


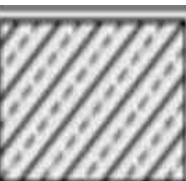
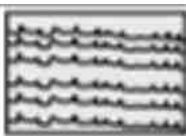
Este ensayo nos servirá para saber en qué punto deja de ser sólido para volverse plástico, nos guiaremos de la Norma ASTM-D424, en este ensayo se pasará por la malla 40 y posteriormente se mojará con agua destilada y se enrollara ya sea en un vidrio o entre las manos hasta que llegue a quebrarse al momento de quebrarse se llevará al horno de la misma manera que el limite líquido. La fórmula utilizada para sus calculas es la misma que del contenido de humedad.

4.1.5.4. Clasificación de Suelos

Para determinar el tipo de suelo que será nuestra muestra primero debemos saber la diversidad de suelos existentes, como se muestra en la tabla 5. La norma a utilizar será ASTM-D2487.

Tabla 5: Simbología de los tipos de suelos

DIMENSIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	AREANA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA

SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL<50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL>50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS

Fuente: RNE – Norma E.050

4.1.6. Características del proyecto

4.1.6.1. Perfil Estratigráfico

Se obtiene mediante el corte del suelo ya sea natural o por acción del hombre o maquina la cual consta de la interpretación de las rocas

teniendo en cuenta la secuencia temporal y los materiales que lo constituyen.

Calicata 1: Tanque imhoff

Para el tanque imhoff tuvimos que obtener dos estratos de los cuales el primero fue de 0.00 a 1.50m y el segundo de 1.50 a 3.50m, los cuales nos arrojaron los siguientes resultados:

De 0.30 – 1.50m: Según clasificación SUCS es ML-CL lo que significa arcilla limosa y tipo grava con arenas y según AASHTO sería A-4 (3) lo cual indica un suelo limoso regular a malo, a su vez tiene 63.42% de finos, también una humedad natural de 10.83%, con un índice de plasticidad de 7%.

De 1.50 - 3.50m: Según clasificación SUCS es GP-GM la cual es grava mal graduada con limo y según AASHTO es A-1-a (0) vendría ser fragmento de roca, grava y arena/excelente a bueno con 11.85% de finos y humedad natural de 3.83 y un índice de plasticidad de 3%.

4.1.7. Análisis de los resultados en laboratorio

4.1.7.1. Análisis mecánico por tamizado

Se utiliza para determinar las partículas del suelo donde estamos haciendo la calicata, es decir, el estudio de los suelos encontrados en esta.

Tabla 6: Análisis de porcentajes retenidos en el estrato 1

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO ASTM D-422					
Calicata	C-1	Muestra	E-1	Estrato	1.50m
Tamices	Abertura mm	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	227.18	11.36	11.36	88.64
1"	25.400	167.91	8.40	19.75	80.25
3/4"	19.050	0.00	0.00	19.75	80.25
1/2"	12.700	17.34	0.87	20.62	79.38
3/8"	9.525	2.30	0.12	20.74	79.26
1/4"	6.350	4.22	0.21	20.95	79.05
N°4	4.178	3.22	0.16	21.11	78.89

N°8	2.360	9.80	0.49	21.60	78.40
N°10	2.000	3.21	0.16	21.76	78.24
N°16	1.180	14.73	0.74	22.50	77.50
N°20	0.850	13.29	0.66	23.16	76.84
N°30	0.600	14.69	0.73	23.89	76.11
N°40	0.420	15.50	0.78	24.67	75.33
N°50	0.300	13.56	0.68	25.35	74.65
N°60	0.250	7.52	0.38	25.72	74.28
N°80	0.180	33.05	1.65	27.38	72.62
N°100	0.150	35.47	1.77	29.15	70.85
N°200	0.074	148.64	7.43	36.58	63.42
<200		1268.37	63.42	100.00	0.00
TOTAL		2000.00	100.00		

Fuente: Laboratorio de suelos UCV.

Tabla 7: Análisis de porcentaje retenido en el estrato 2

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO ASTM D-422					
Calicata	C-1	Muestra	E-1	Estrato	1.50m
Tamices	Abertura en mm	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	298.90	14.95	14.95	85.06
1"	25.400	562.90	28.15	43.09	56.91
¾"	19.050	208.45	10.42	53.51	46.49
½"	12.700	290.64	14.53	68.04	31.96
3/8"	9.525	83.73	4.19	72.23	27.77
¼"	6.350	81.21	4.06	76.29	23.71
N°4	4.178	34.23	1.71	78.00	22.00
N°8	2.360	55.68	2.78	80.79	19.21
N°10	2.000	9.41	0.47	81.26	18.74
N°16	1.180	28.93	1.45	82.70	17.30
N°20	0.850	16.83	0.84	83.55	16.45
N°30	0.600	13.51	0.68	84.22	15.78
N°40	0.420	12.13	0.61	84.83	15.17
N°50	0.300	9.17	0.46	85.29	14.71
N°60	0.250	4.03	0.20	85.49	14.51
N°80	0.180	9.71	0.49	85.97	14.03
N°100	0.150	7.62	0.38	86.35	13.65
N°200	0.074	35.92	1.80	88.15	11.85
<200		237.00	11.85	100.00	0.00
TOTAL		2000.00	100.00		

Fuente: Laboratorio de suelos UCV.

4.1.7.2. Resumen de contenido de humedad

El contenido de humedad se muestra en la tabla 8.

Tabla 8: Resumen de contenido de humedad.

CALICATAS	ESTRATOS	CLASF. SUCS	CLASF. AASHTO	%HUMEDAD
C-1	E-1	ML-CL	A-4 (3)	10.83
	E-2	GP-GM	A-1-a (0)	3.83

Fuente: Laboratorio de suelos UCV.

4.1.7.3. Capacidad portante:

Es la parte más importante de un suelo debido a que podemos saber cuál será su carga admisible o mejor dicho cuál será su máxima carga hasta el punto de llegar a la fallar por cortante, este valor lo mostramos en la tabla 9.

Tabla 9: Capacidad portante

CAPACIDAD PORTANTE		
CALICATAS	q admisible	
	Kg/cm ²	Tn/m ²
C-3	2.41	24.05

Fuente: Laboratorio de suelos UCV.

4.2. Bases de diseño

4.2.1. Generalidades

El aprovechamiento de aguas residuales y también la seguridad de los pobladores les servirá de mucho en este proyecto debido a que hay viviendas aledañas a la quebrada de san Carlos, lo cual es un inminente peligro para la sociedad que habita estas zonas, es por eso



que se utilizara un dique para encauzar el agua de la quebrada y evitar desbordamientos y posteriormente reutilizar esta agua mediante canales de irrigación de igual forma con el tanque imhoff.

4.2.1.1. Área de Influencia

Nuestra área en mención está desarrollada en el pueblo de san Carlos, en el cual tenemos zonas de inundación por la quebrada san Carlos, canales como el moro y la incaica de los cuales se muestran en las figuras 2, 3 y 4.

Figura 2: Área de exposición a inundación

Fuente: Ceneprec – Sigrid

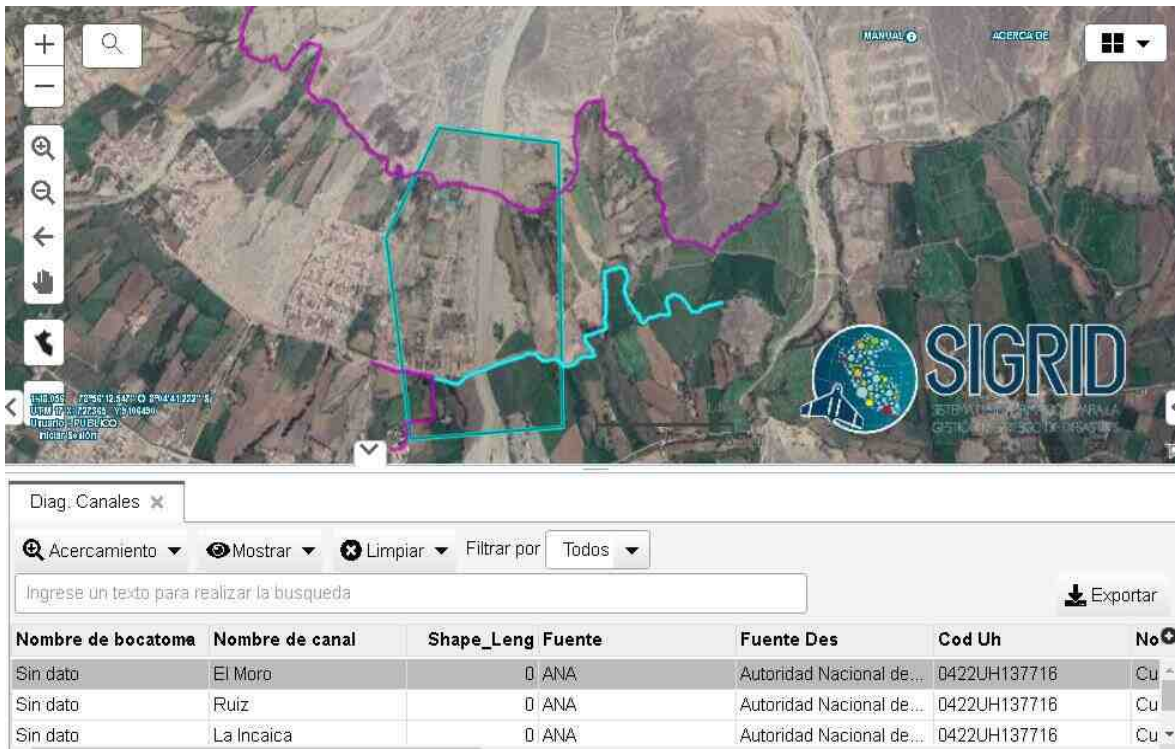


Figura 3: Canal “El Moro”

Fuente: Ceneprac – Sigrid



Figura 4: Canal “La Incaica”

Fuente: Ceneprac – Sigríd

4.2.1.2. Periodo de diseño

Tabla 10: Periodo de diseño de cada proyecto.

Proyecto	Periodo de diseño
Tanque imhoff	20
Presa de tierra y sistema de canales	50

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3. Población actual

Según los censos realizados se pudo obtener la siguiente población para la zona de estudio.

Tabla 11: Población actual de San Carlos.

Distrito Laredo	Población
San Carlos	2128

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.4. Tasa de crecimiento

Para el distrito de Laredo es del 1% desde el presente año, según el INEI.

4.2.1.5. Población de diseño

Tabla 12: Población futura

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Población actual	2128	habitantes	INEI
Tasa de crecimiento	1	%	
Tiempo	20	años	Criterio propio
Población futura	2597	habitantes	Anexo 1: Cálculo de población futura

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.6. Dotaciones

En base al RNE- Norma OS.100, dotaciones de agua, la cual nos refiere que para viviendas con lotes menores a 90m² su dotación en climas templado y cálido es de 150 lt/hab/d. Posteriormente consideramos el 80% como factor de contribución para hallar el caudal de diseño de alcantarillado y como resultado obtuvimos lo mostrado en la tabla 13

Tabla 13: Caudal tanque imhoff.

Datos	Valor	Unidad	Fuente
Población futura	2597	habitantes	Método aritmético
Dotación	150	L/hab./día	Norma OS.100
Factor de retorno	80	%	INEI
Caudal tanque imhoff	13	m ³ /h	Anexo 2: Cálculo de caudal de tanque imhoff.

Fuente: Elaboración propia

El siguiente valor a continuación representa al caudal de diseño con el cual realizaron los análisis para la faja marginal de la quebrada San Carlos. Dicho valor se consideró 14.1m³/seg para un periodo de retorno de 50 años.

Para el caudal de la toma general será de 3.7 m³/s ya que este se conectará a los canales “La Incaica” y “El Moro”, los cuales llevan 1.2 y 2.5 m³/s respectivamente.

4.3. Diseño del tanque imhoff

4.3.1. Generalidades

El abastecimiento que recibe el canal “El Moro” y “La incaica” no es constante y cuando se le hace, no es gratis; es por ello que el agua tratada proveniente del tanque imhoff puede ser una inversión rentable para casos en los que no se cuente con la economía suficiente o se necesite ahorrar dichos recursos.

4.3.2. Objetivos

- ✓ Realizar el diseño hidráulico del tanque imhoff
- ✓ Realizar el diseño estructural del tanque imhoff
- ✓ Calcular el agua residual que se reutilizará y así mismo la cantidad de hectáreas a las que se podrá irrigar.

4.3.3. Diseño hidráulico de tanque imhoff

Tabla 14: Resultados de diseño hidráulico Tanque Imhoff

Datos	Valor	Unidad	Fuente
Caudal medio	12.99	m ³ /h	Anexo 3: Diseño Hidráulico del tanque imhoff
Área de sedimentación	12.99	m ²	
Ancho zona de sedimentador	1.30	m	
Largo zona sedimentador	10.14	m	
Prof. zona sedimentador	2	m	
Altura del fondo del sedimentador	0.77	m	
Altura total sedimentador	3.07	m	
Volumen de digestión requerido	178	m ³	
Ancho tanque Imhoff	4.40	m	
Volumen de lodos en digestor	169	m ³	
Superficie libre	55	%	
Altura del fondo del digestor	0.59	m	
Altura total tanque imhoff	7.66	m	
Area de lecho de secado	427.50	m ²	

Fuente: Elaboración propia

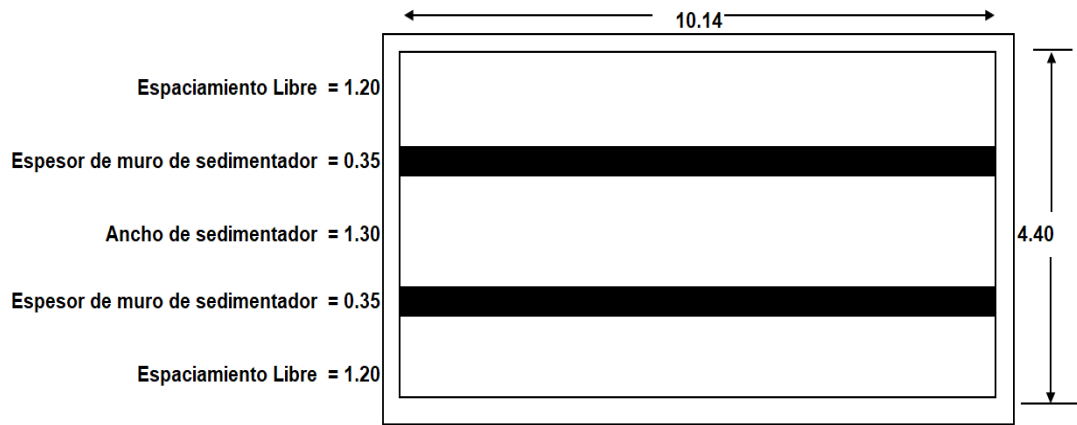


Figura 5: Vista en planta del tanque Imhoff

Fuente: Elaboración propia

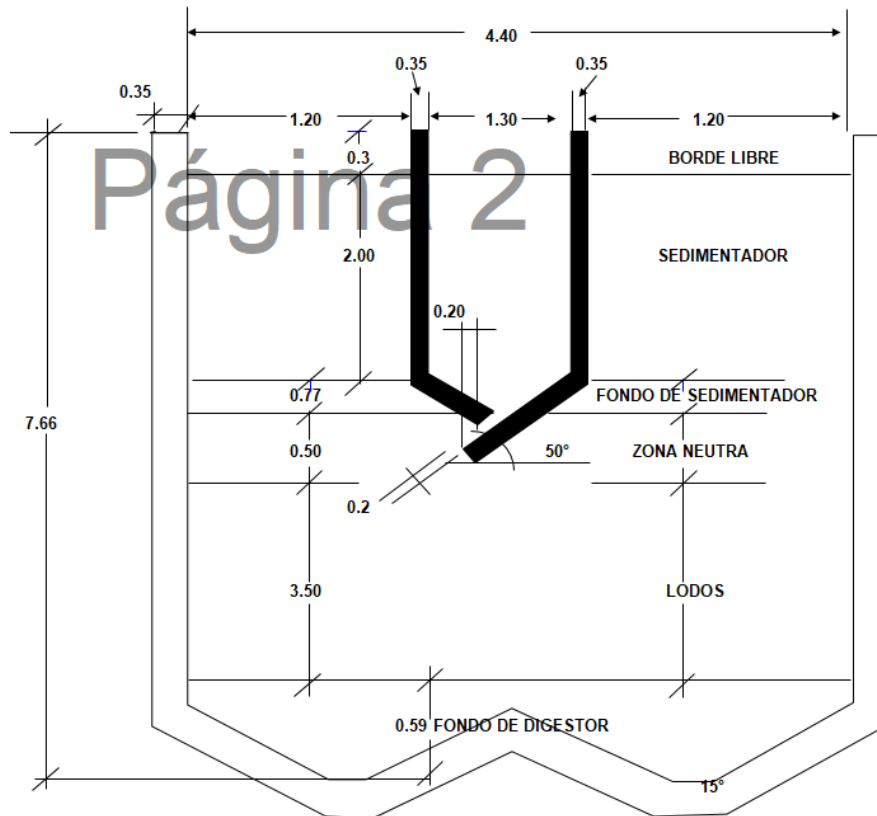


Figura 6: Partes y dimensiones del tanque Imhoff

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Diseño estructural del tanque imhoff

Ver anexo 4 para más detalle sobre el desarrollo de este objetivo.

Diseño de placas

Tabla 15: Acero del muro corto en sentido vertical según la condición

1.

Base	B	1.00	1.00	m
Peralte	H	0.35	0.35	m
Peralte efectivo	D	0.29	0.29	m
Momento	Mu	-19.66	5.98	Tn.m
	Rn	-27.51	8.37	Kg/cm ²
Cuantía requerida	P	0.006	0.0020	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	0.0024	
	$\frac{4}{3}\rho$ requerido	0.0046	0.0015	
Cuantía seleccionada	P	0.00611	0.00204	
As calculado	As Cal	1772	592	mm ²
Refuerzo elegido		284 mm ²	129 mm ²	
Espaciamiento	s	0.15	0.20	M
Acero colocado	As col	$\emptyset \frac{3}{4}$	$\emptyset \frac{1}{2}$	
Acero colocado	As col	1893	645	mm ²
Refuerzo colocado en	Cara interior del tanque		Cara exterior del tanque	
	$\emptyset \frac{3}{4}''@ 0.15m$		$\emptyset \frac{1}{2}''@ 0.20m$	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Acero del muro corto en sentido horizontal según la condición

1

Base	b	1.00	1.00	M
Peralte	h	0.35	0.35	M
Peralte efectivo	d	0.29	0.29	M

Momento	Mu	-18.81	8.55	Tn.m
	Rn	-26.31	11.96	Kg/cm2
Cuantía requerida	ρ	0.006	0.0029	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	0.0024	
	4/3 ρ requerido	0.0044	0.0022	
Cuantía seleccionada	ρ	0.00586	0.00295	
As calculado	As Cal	1700	855	mm2
Refuerzo elegido		284 mm2	200 mm2	
Espaciamiento	s	0.15	0.25	m
Acero colocado	As col	\emptyset 3/4	\emptyset 5/8	
Acero colocado	As col	1893	800	mm2
Refuerzo colocado en	Cara interior del tanque		Cara exterior del tanque	
	\emptyset 3/4"@ 0.15m		\emptyset 5/8"@ 0.25m	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Acero del muro largo en sentido vertical según la condición

1

Base	B	1.00	1.00	M
Peralte	H	0.35	0.35	M
Peralte efectivo	D	0.29	0.29	M
Momento	Mu	-52.15	12.82	Tn.m
	Rn	-72.95	17.94	Kg/cm2
Cuantía requerida	P	0.015	0.0045	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	0.0024	
	4/3 ρ requerido	0.0111	0.0034	

Cuantía seleccionada	P	0.01479	0.00451	
As calculado	As Cal	4290	1308	mm ²
Refuerzo elegido		1006 mm ²	284 mm ²	
Espaciamiento	s	0.25	0.20	M
Acero colocado	As col	Ø 1 3/8	Ø 3/4	
Acero colocado	As col	4024	1420	mm ²
Refuerzo colocado en	Cara interior del tanque		Cara exterior del tanque	
	Ø 1 3/8"@ 0.25m		Ø 3/4"@ 0.20m	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Acero del muro largo en sentido horizontal según la condición 1

Base	b	1.00	1.00	M
Peralte	h	0.35	0.35	M
Peralte efectivo	d	0.29	0.29	M
Momento	Mu	-36.76	17.95	Tn.m
	Rn	-51.43	25.12	Kg/cm ²
Cuantía requerida	ρ	0.011	0.0065	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	0.0024	
	4/3 ρ requerido	0.0081	0.0049	
Cuantía seleccionada	ρ	0.01086	0.00647	
As calculado	As Cal	3149	1877	mm ²
Refuerzo elegido		510 mm ²	510 mm ²	
Espaciamiento	s	0.15	0.25	m

Acero colocado	As col	Ø 1	Ø 1	
Acero colocado	As col	3400	2040	mm ²
Refuerzo colocado en	Cara interior del tanque		Cara exterior del tanque	
	Ø 1"@ 0.25m		Ø 1"@ 0.25m	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Acero del muro corto en sentido vertical según la condición 2

Base	b	1.00	1.00	M
Peralte	h	0.35	0.35	M
Peralte efectivo	d	0.29	0.29	M
Momento	Mu	-29.01	8.83	Tn.m
	Rn	-40.59	12.35	Kg/cm ²
Cuantía requerida	ρ	0.009	0.0031	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	0.0024	
	4/3ρ requerido	0.0066	0.0023	
Cuantía seleccionada	ρ	0.00876	0.00305	
As calculado	As Cal	2540	885	mm ²
Refuerzo elegido		510 mm ²	200 mm ²	
Espaciamiento	s	0.20	0.25	M
Acero colocado	As col	Ø 1	Ø 5/8	
Acero colocado	As col	2550	800	mm ²
Refuerzo colocado en	Cara interior del tanque		Cara exterior del tanque	
	Ø 1"@ 0.20m		Ø 5/8"@ 0.25m	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Acero del muro corto en sentido horizontal según la condición 2

Base	b	1.00	1.00	M
Peralte	h	0.35	0.35	M
Peralte efectivo	d	0.29	0.29	M
Momento	Mu	-27.75	12.61	Tn.m
	Rn	-38.82	17.65	Kg/cm2
Cuantía requerida	ρ	0.008	0.0044	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	0.0024	
	4/3p requerido	0.0063	0.0033	
Cuantía seleccionada	ρ	0.00841	0.00443	
As calculado	As Cal	2439	1285	mm2
Refuerzo elegido		510 mm2	284 mm2	
Espaciamiento	s	0.20	0.20	M
Acero colocado	As col	Ø 1	Ø 3/4	
Acero colocado	As col	2550	1420	mm2
Refuerzo colocado en	Cara interior del tanque		Cara exterior del tanque	
	Ø 1"@ 0.20m		Ø 3/4"@ 0.20m	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Acero del muro largo en sentido vertical según la condición

2

Base	b	1.00	1.00	M
Peralte	h	0.35	0.35	M
Peralte efectivo	d	0.29	0.29	M
Momento	Mu	-76.95	18.92	Tn.m
	Rn	-107.64	26.47	Kg/cm2

Cuantía requerida	ρ	0.021	0.0069	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	0.0024	
	$\frac{4}{3}\rho$ requerido	0.0155	0.0051	
Cuantía seleccionada	ρ	0.02062	0.00685	
As calculado	As Cal	5981	1988	mm ²
Refuerzo elegido		1006 mm ²	510 mm ²	
Espaciamiento	s	0.15	0.25	M
Acero colocado	As col	Ø 1 3/8	Ø 1	
Acero colocado	As col	6707	2040	mm ²
Refuerzo colocado en	Cara interior del tanque		Cara exterior del tanque	
	Ø 1 3/8"@ 0.15m		Ø 1"@ 0.25m	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Acero del muro largo en sentido horizontal según la condición 2

Base	b	1.00	1.00	M
Peralte	h	0.35	0.35	M
Peralte efectivo	d	0.29	0.29	M
Momento	Mu	-55.50	25.23	Tn.m
	Rn	-77.64	35.29	Kg/cm ²
Cuantía requerida	ρ	0.016	0.0095	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	0.0024	
	$\frac{4}{3}\rho$ requerido	0.0117	0.0071	

Cuantía seleccionada	ρ	0.01562	0.00945	
As calculado	As Cal	4529	2742	mm ²
Refuerzo elegido		1006 mm ²	510 mm ²	
Espaciamiento	s	0.20	0.20	M
Acero colocado	As col	Ø 1 3/8	Ø 1	
Acero colocado	As col	5030	2550	mm ²
Refuerzo colocado en	Cara interior del tanque		Cara exterior del tanque	
	Ø 1 3/8"@ 0.20m		Ø 1"@ 0.20m	

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido todos nuestros datos procedemos a ver con que condición es la más eficiente trabajar en este caso por tener una carga última de 21.47 en comparación de 14.55 tn/m², como nos damos cuenta es superar la segunda condición esto significa que tendrá puntos más críticos es por ello que tenemos que utilizar la segunda condición con la finalidad de obtener el acero adecuado para que pueda resistir a la capacidad en la que el tanque estará sometido.

Diseño cimentación

Ver anexo 4 para más detalle sobre el desarrollo de este objetivo.

Tabla 23: Acero de la cimentación sentido X

Base	b	1.00	M
Peralte	h	0.35	M
Peralte efectivo	d	0.29	M
Momento	Mu	2.76	Tn.m
	Rn	3.86	Kg/cm ²
Cuantía requerida	ρ	0.0009	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	
	4/3 ρ requerido	0.0007	
Cuantía seleccionada	ρ	0.00240	
As calculado	As Cal	696	mm ²

Refuerzo elegido		129 mm ²	
Espaciamiento	s	0.20	M
Acero colocado	As col	Ø 1/2"@ 0.20m	
Acero colocado	As col	645	mm ²
Refuerzo colocado en superior e inferior.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Acero que se colocara en la cimentación sentido Y

Base	b	1.00	M
Peralte	h	0.35	M
Peralte efectivo	d	0.29	M
Momento	Mu	6.90	Tn.m
	Rn	9.66	Kg/cm ²
Cuantía requerida	ρ	0.0024	
Cuantía mínima	ρ mín	0.0024	
	4/3 ρ requerido	0.0018	
Cuantía seleccionada	ρ	0.00240	
As calculado	As Cal	696	mm ²
Refuerzo elegido		129 mm ²	
Espaciamiento	s	0.20	M
Acero colocado	As col	Ø 1/2"@ 0.20m	
Acero colocado	As col	645	mm ²
Refuerzo colocado en superior e inferior.			

Fuente: Elaboración propia

4.4. Diseño de la presa de tierra

Este medio de almacenamiento tiene como fin captar los recursos pluviales provenientes de la quebrada San Carlos y, mediante un aliviadero, redirigirlos hacia al canal general. La altura de la presa es escogida de tal forma que se pueda embalsar todo fluido, por lo que está diseñada con 3m, y 89.31m de largo aproximadamente.

Tabla 25: Datos generales de la presa de tierra

Presa de tierra			
Datos	Valor	Unidad	Fuente
Altura (h)	3	m	Criterio propio
Longitud (L)	89.31	m	
Peso unitario	30	KN/m ³	
Ángulo de fricción	37	grados	
Cohesión	o	KN/m ²	
Material	Arena y grava		Ver anexo 5: Diseño de presa de tierra
Cantera	Caballo muerto		
Aliviadero			
Altura (h)	1.5	m	Criterio propio
Kilómetro	0+046.75 a 0+049.75	Km	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Cálculos para la presa de tierra

Definición	Fórmulas	Valor	Unidad	Procedimiento
Ancho de cresta	$A_c = 3.6 \times \sqrt[3]{H} - 3$	2.20	M	Ver anexo 5: Diseño de presa de tierra
Margen libre (f)	H < 50m: f = 2m 50m < H < 100m: f = 3m H > 100m: f = 3.5m	2	M	
Talud anterior	2.5:1	7.50	M	
Talud posterior	2:1	6.00	M	

Fuente: Elaboración propia

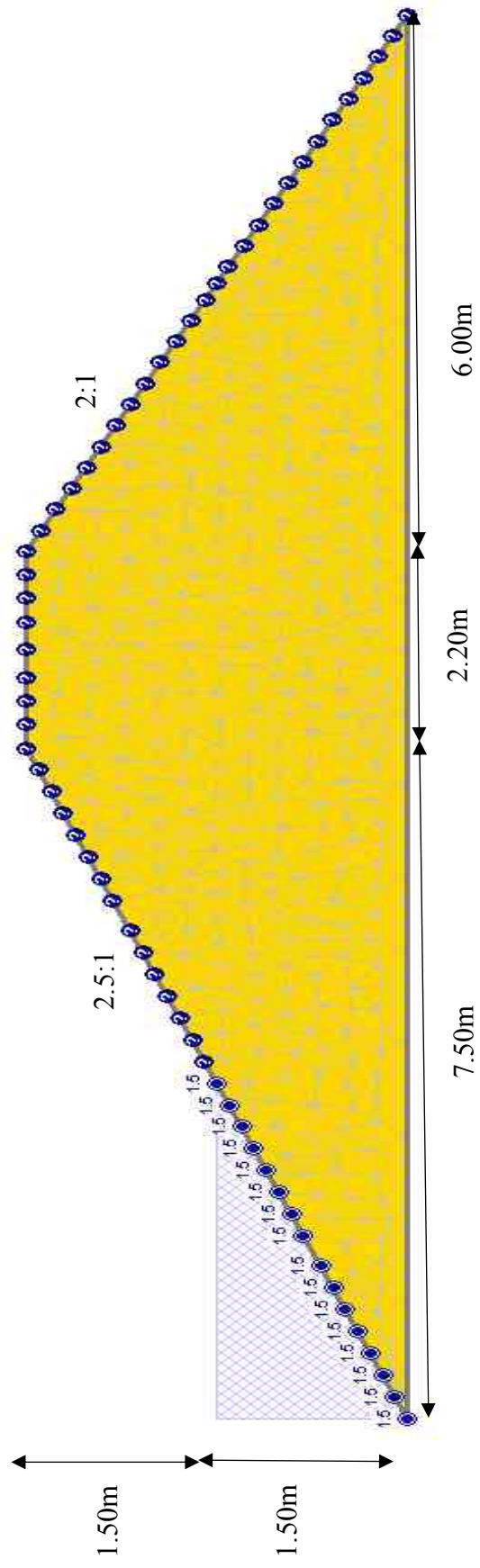


Figura 7: Presa de tierra

Fuente: Slide V 6.0

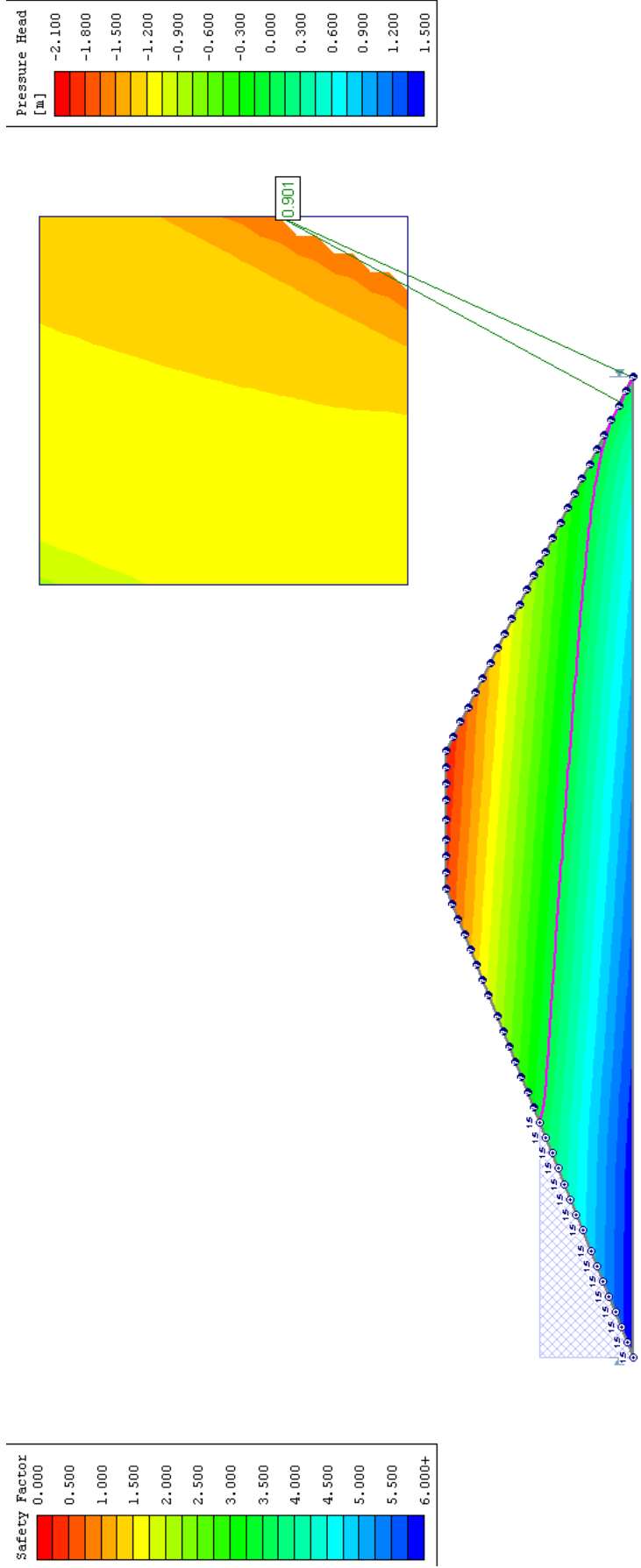


Figura 8: Factor de seguridad y presiones en la presa de tierra (Bishop simplificado)

Fuente: Slide V

6.0

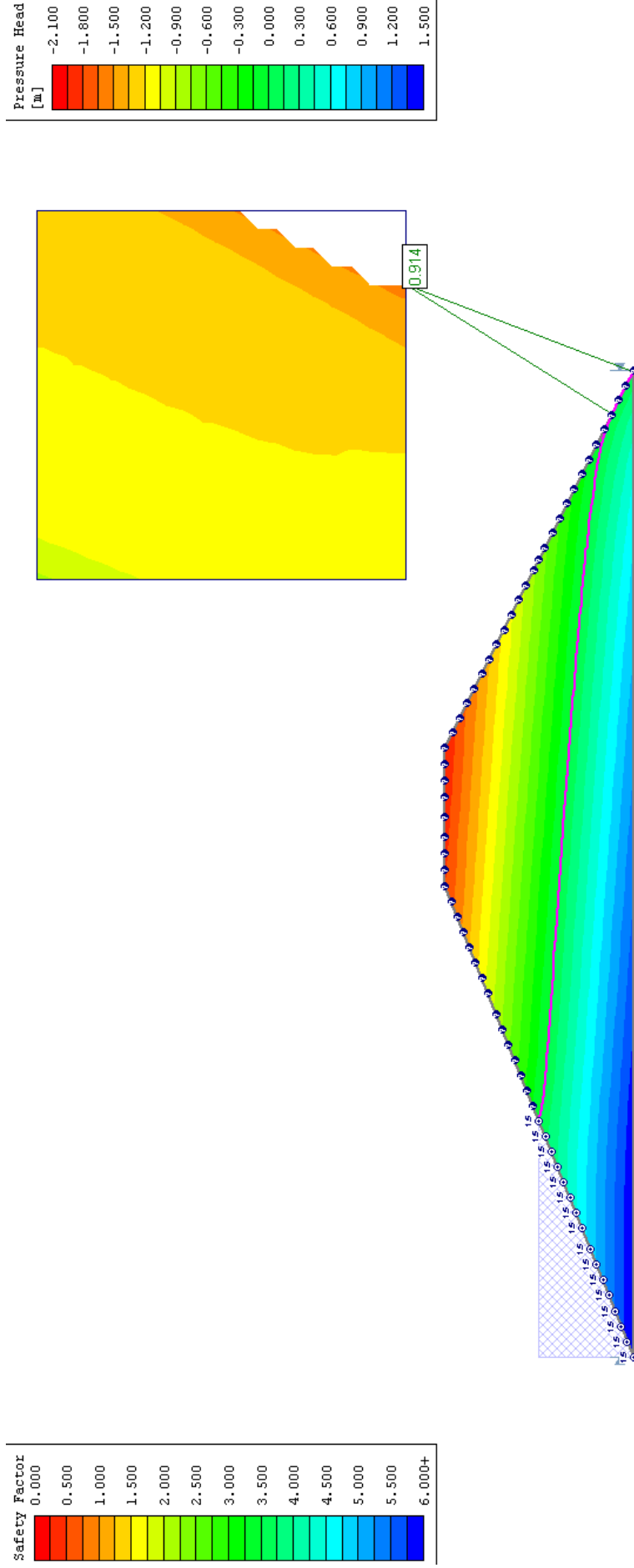


Figura 9: Factor de seguridad y presiones en la presa de tierra (Jambu simplificado)

Fuente: Slide V 6.0

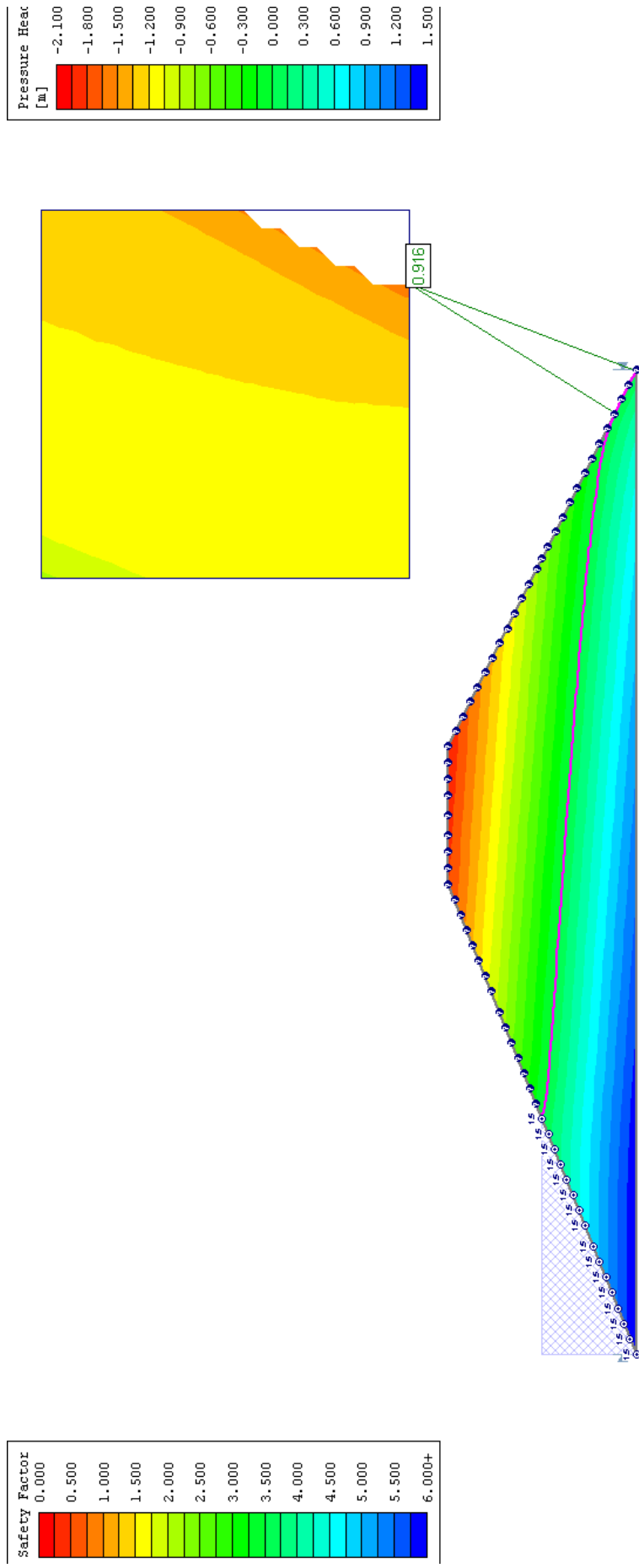


Figura 10: Factor de seguridad y presiones en la presa de tierra (Spencer)

Fuente: Slide V 6.0

Diseño del aliviadero

Tabla 27: Datos esenciales para el diseño del aliviadero

Datos	Valor	Unidad	Fuente
Qd	3.70	m ³ /seg	Ver anexo 6: Diseño del aliviadero
Y máx	3.00	M	
Y n	1.50	M	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Cálculos del aliviadero

Fórmula o variable	Definición	Valor	Fuente
$L = \frac{Qd \times 3}{2 \times \mu \times \sqrt{2g \times h}^{3/2}}$	Longitud del vertedero	3.00m	Ver anexo 6: Diseño del aliviadero
μ	Coefficiente de contracción	0.50	
h	Carga promedio encima de la cresta	0.90m	
H	Altura del vertedero	1.50m	Criterio propio

Fuente: Elaboración propia

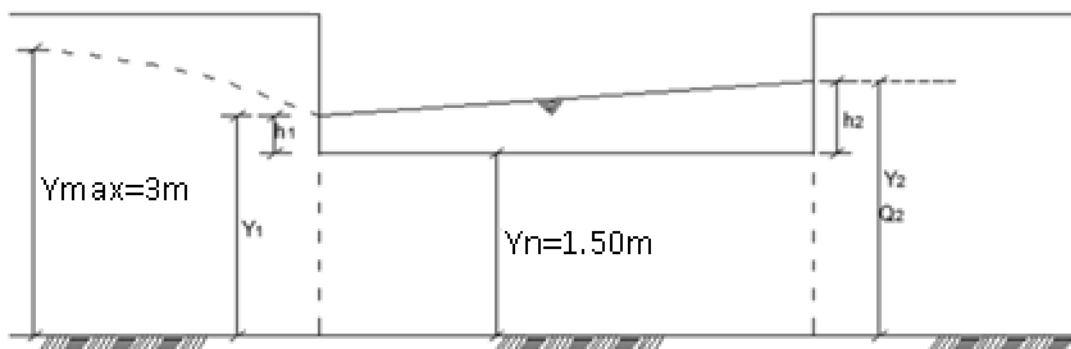


Figura 11: Dimensiones del aliviadero

Fuente: Manual del ANA

4.5. Diseño del sistema de canales hidráulicos

4.5.1. Diseño del canal general

El caudal que tendrá este canal será el necesario para conducir el recurso pluvial del aliviadero hacia el canal principal “El Moro” y su canal secundaria denominado “La Incaica”.

Según el expediente técnico, otorgado por el ANA, el canal primordial cuenta con un caudal de 2.5m³/s y su ramal adjunto, 1.2m³/s por lo que el caudal de este canal conducirá 3,7m³/s para satisfacer dichos canales.

Diseño Hidráulico

Tabla 29: Datos para el diseño hidráulico del canal general

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Q. diseño	3.7	m ³ /s	Ver anexo 6: Diseño de aliviadero
Ancho(b)	3	m	
Altura(h)	0.80	m	Altura del canal “La Incaica”
Cota inicial	166.61	m.s.n.m	Plano topográfico
Cota final	158.45	m.s.n.m	
Kilómetro	0+000 a 0+040	km	
Pendiente (s)	20.40	%	-
Coeficiente de rugosidad (n)	0.014		Libro de Hidrología de Máximo Villón, Tabla 6.2., Pág. 246
Sección	Rectangular	-	Criterio propio
Revestimiento	Concreto	-	

Fuente: Elaboración propia

Debido a la pendiente tan exagerada se procede a realizar el diseño de caídas en serie para disipar y permitir correctamente el flujo del recurso pluvial.

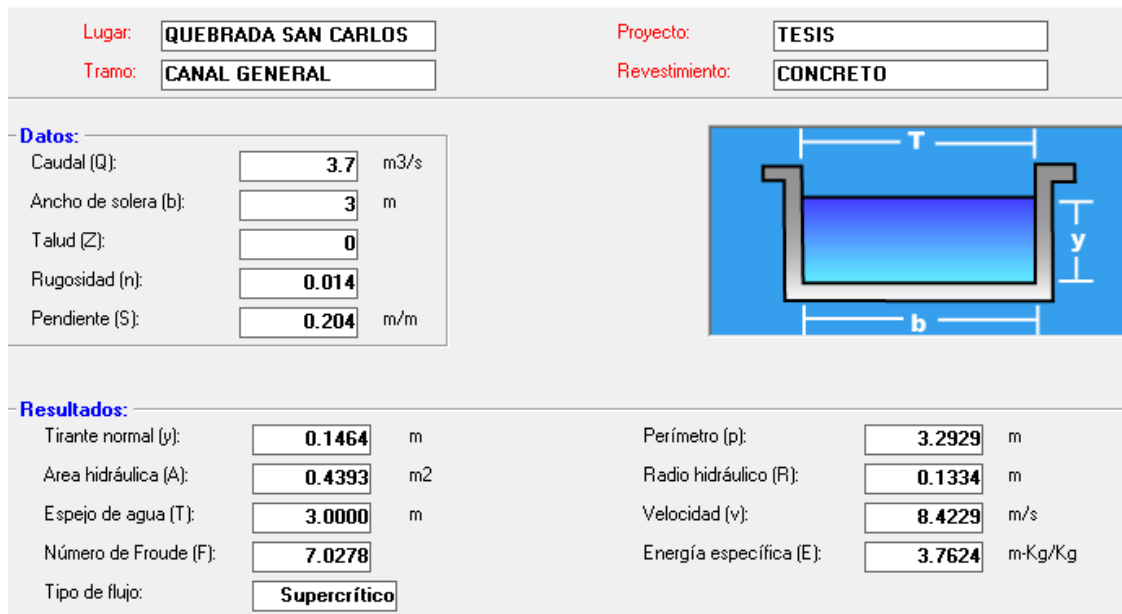


Figura 12: Diseño hidráulico del canal general con pendiente real

Fuente: HCanales V 3.0

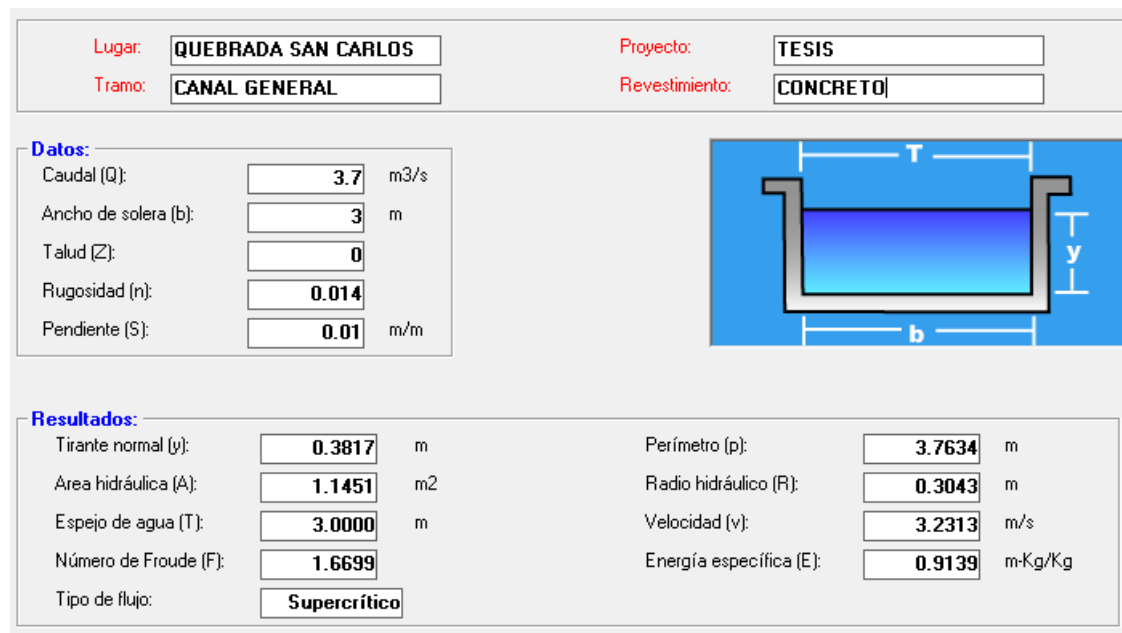


Figura 13: Diseño hidráulico del canal general con pendiente corregida

Fuente: HCanales V 3.0

Tabla 30: Datos para el diseño de las caídas en serie del canal general

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Desnivel de la primera caída (Za)	1.20	M	Criterio propio
Altura del resto de caídas (Zb)	0.65	m	
Número de caídas	11	und	
Profundidad del tirante aguas arriba y abajo (Yn)	0.38	m	Figura 10
Pendiente de las gradas(s)	1	%	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Resultados del diseño de caídas en serie del canal general

Fórmula	Valor	Definición	Fuente
$T=Yn+Zb$	1.03m	-	Ver anexo 7: Diseño de sistema de canales hidráulicos
$q=\frac{Q}{b}$	1.233m ³ /s	Caudal unitario	
$d1=\frac{q}{0.95 \times \sqrt{2g \times (T-d1)}}$	0.357m	Ver figura 11	
$d2=d1 \times \frac{(-1+(1+8q^2/(g \times d1^3)))^{0.5}}{2}$	0.807m		
$Lp=1.35 \times q^{1/3} \times \sqrt{2b+0.167 \times q^{2/3}}$	3.602m		
$Lr=3.2 \times (Yn)$	1.216m		
$L=Lp+Lr$	4.818m		

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, debido a nuestro punto de destino se planteó reducir la longitud “L”, quedando de la siguiente manera.

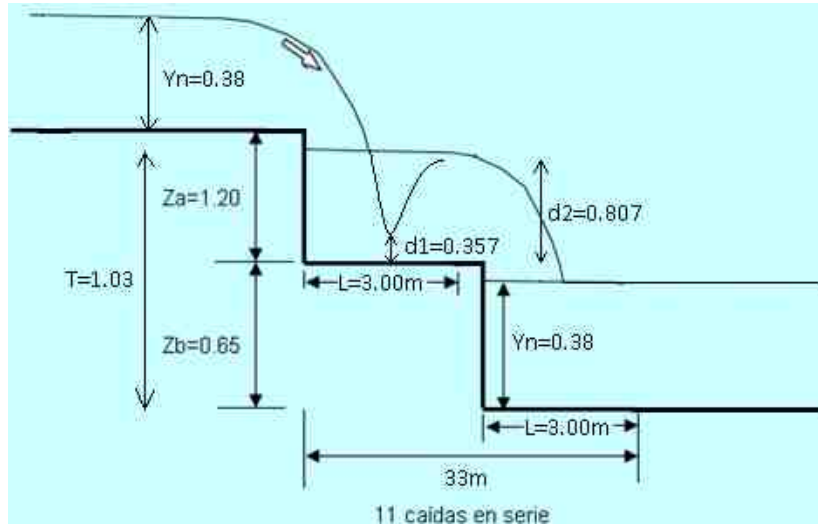


Figura 14: Esquema de las caídas en serie del canal general

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Diseño del sub canal incaica

Este conducto partirá del canal general y se conectará directamente al canal secundario “La Incaica”. Se dimensionará con un caudal de 1.2 m³/s, el cual será lo óptimo para el canal secundario siga en excelente funcionamiento. Los datos a continuación son:

Diseño hidráulico

Tabla 32: Datos para el diseño hidráulico del sub canal incaica

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Q. diseño	1.2	m ³ /s	Ver anexo 6: Diseño de aliviadero
Ancho(b)	2	m	
Altura(h)	0.80	m	Altura del canal “La Incaica”
Cota inicial	158.45	m.s.n.m	Plano topográfico
Cota final	157.00	m.s.n.m	
Kilómetro	0+000 a 0+030	km	

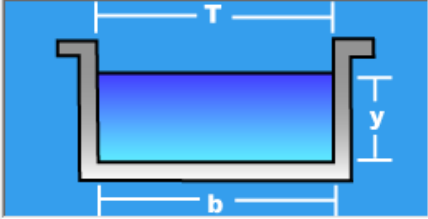
Pendiente (s)	4.83	%	-
Coeficiente de rugosidad (n)	0.014		Libro de Hidrología de Máximo Villón, Tabla 6.2., Pág. 246
Sección	Rectangular	-	Criterio propio
Revestimiento	Concreto	-	

Fuente: Elaboración propia

Debido a la pendiente tan exagerada se procede a realizar el diseño de caídas en serie para disipar y permitir correctamente el flujo del recurso pluvial.

Lugar:	QUEBRADA SAN CARLOS	Proyecto:	TESIS
Tramo:	SUB CANAL INCAICA	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:			
Caudal (Q):	1.2	m ³ /s	
Ancho de solera (b):	2	m	
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.014		
Pendiente (S):	0.0483	m/m	



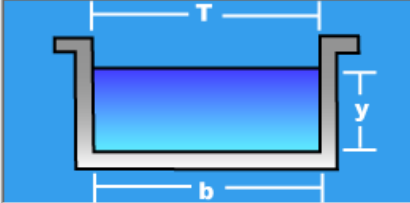
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1491	m	Perímetro (p): 2.2982 m
Área hidráulica (A):	0.2982	m ²	Radio hidráulico (R): 0.1298 m
Espejo de agua (T):	2.0000	m	Velocidad (v): 4.0237 m/s
Número de Froude (F):	3.3268		Energía específica (E): 0.9743 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Figura 15: Diseño hidráulico del sub canal incaica con pendiente real

Fuente: HCanales V 3.0

Lugar:	QUEBRADA SAN CARLOS	Proyecto:	TESIS
Tramo:	SUB CANAL INCAICA	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="1.2"/>	m ³ /s	
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="2"/>	m	
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>		
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>		
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m	



Resultados:					
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2471"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.4943"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.4943"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1982"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="2.0000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.4278"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.5593"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5476"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

Figura 16: Diseño hidráulico del sub canal incaica con pendiente corregida

Fuente: HCanales V 3.0

Tabla 33: Datos para el diseño de las caídas en serie del sub canal incaica

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Desnivel de la primera caída (Za)	0.70	m	Criterio propio
Altura del resto de caídas (Zb)	0.30	m	
Número de caídas	3	und	
Profundidad del tirante aguas arriba y abajo (Yn)	0.25	m	Figura 13
Pendiente de las gradas(s)	1	%	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Resultados del diseño de caídas en serie del sub canal incaica

Fórmula	Valor	Definición	Fuente
$T=Y_n+Z_b$	0.55m	-	Ver anexo 7: Diseño de sistema de canales hidráulicos
$q=\frac{Q}{b}$	0.60m ³ /s	Caudal unitario	
$d_1=\frac{q}{0.95 \times \sqrt{2g \times (T-d_1)}}$	0.269m	Ver figura 14	
$d_2=d_1 \times \frac{(-1+(1+8q^2/(g \times d_1^3)))^{0.5}}{2}$	0.487m		
$L_p=1.35 \times q^{1/3} \times \sqrt{2b+0.167 \times q^{2/3}}$	2.311m		
$L_r=3.2 \times (Y_n)$	0.80m		
$L=L_p+L_r$	3.111m		

Fuente: Elaboración propia

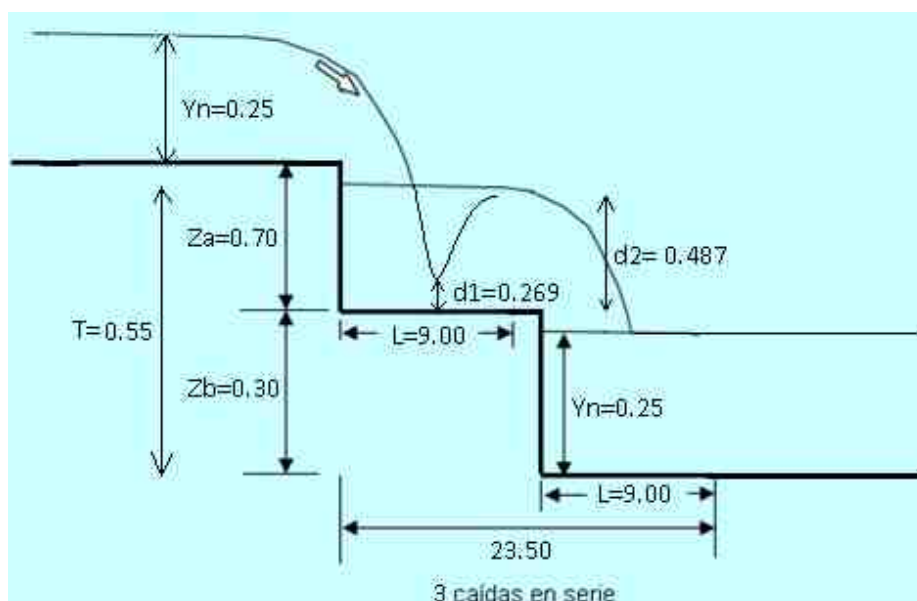


Figura 17: Esquema de las caídas en serie del sub canal incaica

Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Diseño del sub canal moro 1

Este canal seguirá la misma trayectoria que la de la toma general. Tendrá como punto de inicio el mismo que el sub canal incaica y como punto final,

el cruce con el canal secundario “La Incaica”. En este tramo existirá una transición con el fin de asemejar las características del canal principal “El Moro”.

Diseño hidráulico

Tabla 35: Datos para el diseño hidráulico del sub canal moro 1 antes de la transición

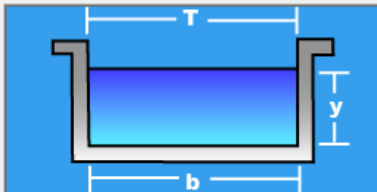
Dato	Valor	Unidad	Fuente
Q. diseño	2.5	m ³ /s	Anexo 6: Diseño de aliviadero
Ancho(B1)	3	m	
Altura(h)	0.80	m	Altura del canal “La Incaica”
Cota inicial	158.45	m.s.n.m	Plano topográfico
Cota final	158.42	m.s.n.m	
Kilómetro	0+040 a 0+043	Km	
Pendiente (s)	1	%	-
Coeficiente de rugosidad (n)	0.014		Libro de Hidrología de Máximo Villón, Tabla 6.2., Pág. 246
Sección	Rectangular	-	Criterio propio
Revestimiento	Concreto	-	

Fuente: Elaboración propia

Lugar:	QUEBRADA SAN CARLO	Proyecto:	TESIS
Tramo:	SUB CANAL MORO 1	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:

Caudal (Q):	2.5	m ³ /s
Ancho de solera (b):	3	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.01	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.2961	m	Perímetro (p):	3.5922	m
Area hidráulica (A):	0.8884	m ²	Radio hidráulico (R):	0.2473	m
Espejo de agua (T):	3.0000	m	Velocidad (v):	2.8142	m/s
Número de Froude (F):	1.6511		Energía específica (E):	0.6998	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calculador Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Figura 18: Diseño hidráulico del sub canal moro I antes de la transición

Fuente: HCanales V 3.0

Tabla 36: Datos para el diseño hidráulico del sub canal moro 1 después de la transición

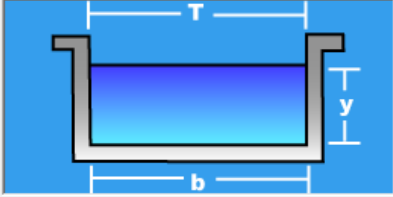
Dato	Valor	Unidad	Fuente
Q. diseño	2.5	m ³ /s	Anexo 6: Diseño de aliviadero
Ancho(B2)	2.5	m	
Altura(h)	0.80	m	Altura del canal "La Incaica"
Cota inicial	158.41	m.s.n.m	Plano topográfico
Cota final	158.05	m.s.n.m	
Kilómetro	0+043.60 a 0+080	km	
Pendiente (s)	1	%	-
Coeficiente de rugosidad (n)	0.014		Libro de Hidrología de Máximo Villón, Tabla 6.2., Pág. 246
Sección	Rectangular	-	Criterio propio
Revestimiento	Concreto	-	

Fuente: Elaboración propia

Lugar:	<input type="text" value="QUEBRADA SAN CARLO"/>	Proyecto:	<input type="text" value="TESIS"/>
Tramo:	<input type="text" value="SUB CANAL MORO 1"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="CONCRETO"/>

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="2.5"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="2.5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.3383"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="3.1766"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.8457"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2662"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="2.5000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.9561"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.6227"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.7837"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>				





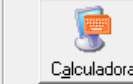
 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Figura 19: Diseño hidráulico del sub canal moro 1 después de la transición

Fuente: HCanales V 3.0

Como la sección del canal es rectangular, se tomarán en cuenta las siguientes fórmulas para la transición de entrada.

Tabla 37: Datos y desarrollo de la transición de entrada

Fórmula	Valor	Definición	Fuente
$X = \frac{B1-B2}{2}$	0.25m	Distancia entre bases	Libro de Diseño de Estructuras Hidráulicas - Máximo Villón, Pág. 15
$Ltr. = \frac{X}{\tan 25^\circ}$	3.111m	Longitud de transición	

Fuente: Elaboración propia

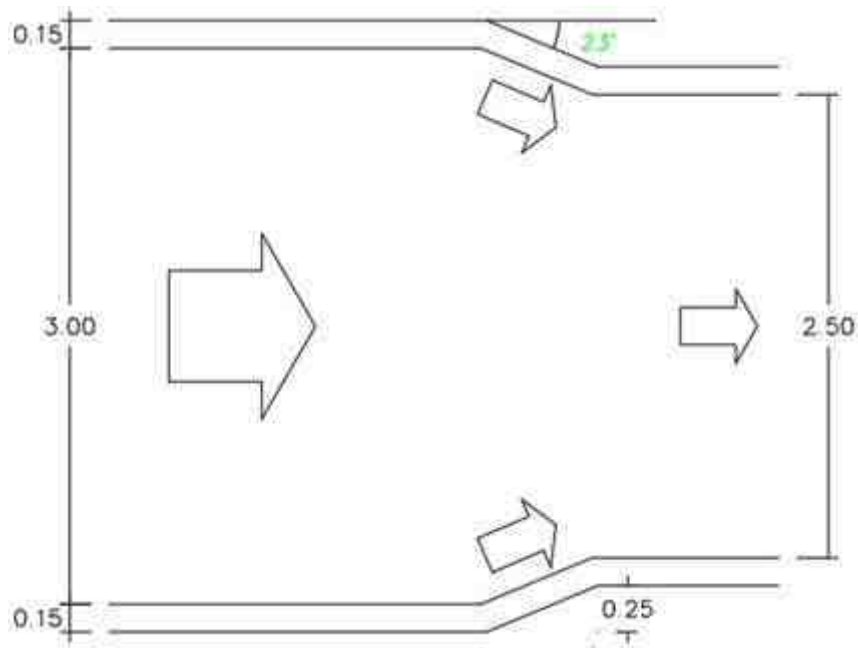


Figura 20: Transición de entrada del sub canal moro 1

Fuente: Elaboración propia

4.5.4. Diseño del sub canal moro 2

Este tramo es la continuación del sub canal moro 1, inicia por encima del canal secundario “La Incaica”, y se conecta con el canal principal “El Moro”.

Diseño hidráulico

Tabla 38: Datos para el diseño hidráulico del sub canal moro 2

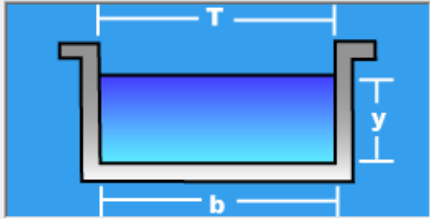
Dato	Valor	Unidad	Fuente
Q. diseño	2.5	m ³ /s	Anexo 6: Diseño de aliviadero
Ancho(b)	2.5	m	
Altura(h)	0.80	m	Altura del canal “La Incaica”
Cota inicial	158.05	m.s.n.m	Plano topográfico
Cota final	139.16	m.s.n.m	
Kilómetro	0+080 a 0+663	km	
Pendiente (s)	3.24	%	-
Coeficiente de rugosidad (n)	0.014		Libro de Hidrología de Máximo Villón, Tabla 6.2., Pág. 246
Sección	Rectangular	-	Criterio propio

Revestimiento	Concreto	-	
---------------	----------	---	--

Fuente: Elaboración propia

Lugar:	QUEBRADA SAN CARLOS	Proyecto:	TESIS
Tramo:	SUB CANAL INCAICA	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:	
Caudal (Q):	2.5 m ³ /s
Ancho de solera (b):	2.5 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.0324 m/m



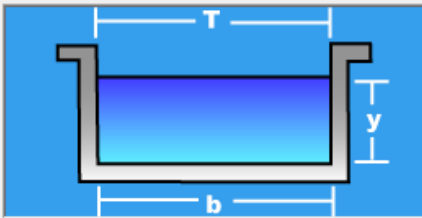
Resultados:			
Tirante normal (y):	0.2312 m	Perímetro (p):	2.9624 m
Área hidráulica (A):	0.5780 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1951 m
Espejo de agua (T):	2.5000 m	Velocidad (v):	4.3252 m/s
Número de Froude (F):	2.8719	Energía específica (E):	1.1847 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Figura 21: Diseño hidráulico del sub canal moro 2 con pendiente real

Fuente: HCanales V 3.0

Lugar:	QUEBRADA SAN CARLOS	Proyecto:	TESIS
Tramo:	SUB CANAL MORO 2	Revestimiento:	CONCRETO

Datos:	
Caudal (Q):	2.5 m ³ /s
Ancho de solera (b):	2.5 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.01 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.3383 m	Perímetro (p):	3.1766 m
Área hidráulica (A):	0.8457 m ²	Radio hidráulico (R):	0.2662 m
Espejo de agua (T):	2.5000 m	Velocidad (v):	2.9561 m/s
Número de Froude (F):	1.6227	Energía específica (E):	0.7837 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Figura 22: Diseño hidráulico del sub canal moro 2 con pendiente corregida

Fuente: HCanales V 3.0

Tabla 39: Datos para el diseño de las caídas en serie del sub canal moro 2

Dato	Valor	Unidad	Fuente
Desnivel de la primera caída (Za)	1.10	M	Criterio propio
Altura del resto de caídas (Zb)	0.60	M	
Número de caídas	3	Und	
Profundidad del tirante aguas arriba y abajo (Yn)	0.34	M	Figura 19
Pendiente de las gradas(s)	1	%	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Resultados del diseño de caídas en serie del sub canal moro 2

Fuente: Elaboración propia

Fórmula	Valor	Definición	Fuente
$T=Yn+Zb$	0.94m	-	Anexo 7: Diseño de sistema de canales hidráulicos
$q=\frac{Q}{b}$	1m ³ /s	Caudal unitario	
$d1=\frac{q}{0.95 \times \sqrt{2g \times (T-d1)}}$	0.296m	Ver figura 20	
$d2=d1 \times \frac{(-1+(1+8q^2/(g \times d1^3)))^{0.5}}{2}$	0.745m		
$Lp=1.35 \times q^{1/3} \times \sqrt{2b+0.167 \times q^{2/3}}$	3.069m		
$Lr=3.2 \times (Yn)$	1.088m		
$L=Lp+Lr$	4.157m		

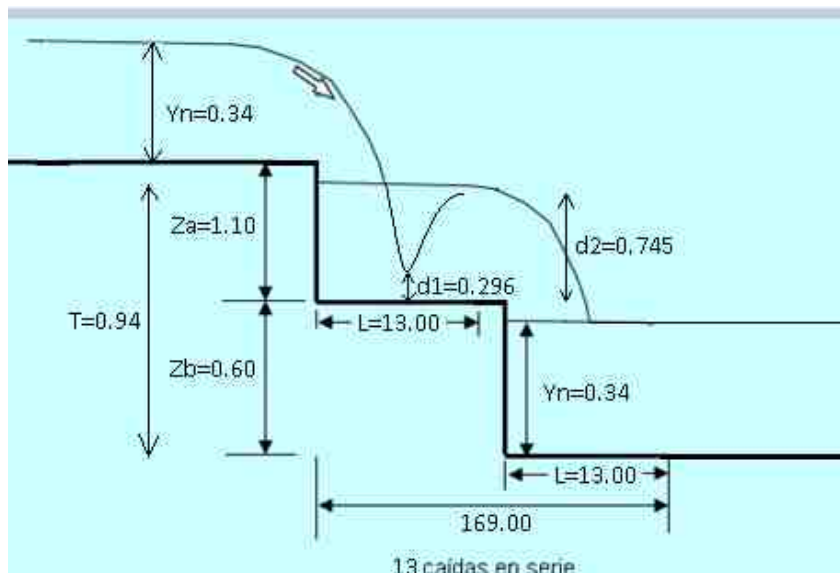


Figura 23: Esquema de las caídas en serie del sub canal moro 2

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Cálculo de hectáreas a abastecer

Tabla 41: Resumen de datos de la zona de estudio y diseños

Factores	Quebrada San Carlos	Presa de tierra	Tanque imhoff	Total
Capacidad (m3)	83,476.48	-	341.94	83,818.42
Caudal (m3/s)	14.10	3.7	0.0036	3.7036
Tipo de cultivo	Área (Ha)		Fuente	
Caña de azúcar	400		ANA	1133
Maíz	250			
Yuca	200			
Frutales	25			
Pan llevar	258			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Demanda de los cultivos principales

Cultivo	Dotación (m3/Ha)	Área (Ha)	Demanda total(m3)
Caña de azúcar	22,000	400	8,800,000
Maíz	7,000	250	1,750,000
Yuca	10,900	200	2,180,000

		Total	12,730,000
--	--	-------	------------

Fuente: Expediente técnico canal "El Moro"-ANA

Tabla 43: Demanda de los cultivos principales

Elemento	Aporte agua (m3)	Periodo de descarga (h)	Área Abastecida (Ha)	Fuente
Presa de tierra	41,738.24	3.13	2.79	Anexo 8: Calculo de hectáreas a abastecer
Tanque imhoff	341.94	26.38 (4.4 días)	0.02283	

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a nuestros datos obtenidos pudimos determinar que nuestro material según AASHTO es A-1-a (0) vendría ser fragmento de roca, grava y arena/excelente a bueno lo cual nos sería factible ya que según la guía que promueve La Organización Panamericana de la Salud y la Cooperación Suiza en el Perú (OPS y COSUDE,2005), mencionan que es complicada su construcción en suelos arenosos y en roca, pero como nuestro material salió lo mencionado anteriormente significa que nuestra construcción será la adecuada porque tiene una capacidad portante de 2.41 kg/cm^2 la cual es una capacidad elevada y no tendremos problemas en la construcción.

En la figura 6 se manifiestan las dimensiones del tanque imhoff, en donde podemos resaltar la profundidad de 7.66m para una población futura de 2597. Este dato no es tan similar al de Barrera (2011) quien, debido a sus cálculos para 781 habitantes, su tanque tuvo 5.9m de profundidad. Ambos resultados no comparten con lo estipulado por la (OPS y COSUDE, 2005) ya que menciona que este tipo de estructuras tienen dicha longitud mayor a 6m para menos de 5000 aldeanos.

De la tabla 25 se logra ver que la presa de tierra está compuesta de arena y grava debido a que en la quebrada se encuentran, dichos materiales, con facilidad; y no se consideró hacer el diseño con un núcleo de arcilla puesto que como se observa en la tabla 41, el caudal de las máximas avenidas que presenta la quebrada es elevada y podría perjudicar el mismo núcleo por el comportamiento que su material al recibir el recurso pluvial por tiempos prolongados, caso contrario ocurre con Lligüi y Ñauta (2014), ya que ellos proponen realizar diques con material compuesto de grava, arena y arcilla para un río de 4 metros de altura, en cambio en esta investigación la presa de tierra cuenta con 3m de alto. Los factores de seguridad que se manifiestan en las figuras 2,3 y 4 son valores bastantes cercanos y fueron obtenidos en el software Slide; lo mismo ocurre con el proyecto de Chalán y Guevara (2014), pues obtuvieron resultados superiores a 1.5; dando a entender que cualesquiera de estos métodos son fiables.

Los resultados en las figuras 12, 15, 18,20 y 22; manifiestan velocidades entre 2.42 m/s y 3.23 m/s de todos los tramos planteados; dichos valores

cumplen casi en su totalidad con lo mencionado en el manual del ANA, el cual recomienda que los canales con revestimiento de hormigón no armado no deben exceder de 2.5m/s - 3m/s. Además, presenta otro criterio que estipula que para canales con una resistencia de 75kg/cm² y con tirantes de 0.50m, como máximo establece la velocidad de 11.2m/seg, dicha cantidad está de acuerdo con nuestros resultados ya que los tirantes mostrados en las mismas figuras varían entre 0.25m y 0.38m. Respecto al terreno, hay pendientes mucho mayores al 1%, por lo que se optó por el uso de caídas; satisfaciendo con lo nombrado en el manual. En la figura 3, 6 y 13 se aprecian los esquemas de las caídas en serie para los tramos que tienen cambios bruscos en sus cotas, esto se asemeja a lo que promueve Espir y Morales (2015, p.15) ya que refieren a estos modelos como métodos para optimizar el transcurso del agua y para disminuir pendientes. Para Rosado (2017) un flujo pasa de mayor a menor pendiente se vuelve más estable y sin aumento de turbulencia; expresa lo mismo que en los diagramas enumerados previamente ya que al terminar los tramos con escalones, empiezan los segmentos continuos con una inclinación necesaria para un correcto funcionamiento. Por último, las longitudes horizontales de las caídas que se observan en los resultados, son como máximo de 13m, es decir, muchísimo más largas que las de Espir y Morales (2015), las cuales miden 2.5m. En nuestro caso se hacen recorridos más extensos, pues así se vuelven efectivas y que respeten la dirección de la topografía del terreno.

Los resultados en las tablas 43, nos indican que con el tanque imhoff podremos abastecer 2.79 ha con un aporte de agua de 41,238.24 m³ y con el tanque imhoff 0.023 ha con aporte de 341.94 m³ dicho resultado es para cuando están llenas la presa y tanque imhoff y debido a que la demanda no es constante no podremos abastecer a todas las hectáreas del canal el moro y la incaica dicho esto para Pereda y Quintana (2016) es lo contrario ellos podrán abastecer todas las hectáreas de su estudio debido a que en épocas de lluvia si es constante el flujo, debido a que la zona es Huaraz y si clima es diferente al de la ciudad de Laredo donde llueve en menor cantidad.

VI.CONCLUSIONES

- ✓ A la conclusión que llegamos fue que para las propiedades del suelo según SUCS es GP-GM la cual es grava mal graduada con limo y según AASHTO es A-1-a (0) vendría ser fragmento de roca, grava y arena/excelente a bueno, humedad natural de 3.83% y un índice de plasticidad de 3%. Así mismo una capacidad portante de 2.41 kg/cm².
- ✓ El tanque imhoff es el mecanismo que permitirá reutilizable el agua residual domestica para un periodo de diseño de 20 años. Consta de 35cm de espesor para sus muros y placa de fondo, volumen de lodos en digestor de 169m³, 2 lechos de secado de 15mx15m y las siguientes dimensiones: 10.14m largo, 4.40m ancho y 7.66m de altura. Las tuberías de entrada y salida serán de 250mm y para evacuación de lodos se usará de 200mm.
- ✓ Se pudo diseñar la presa de los cuales se dieron resultados con criterios propios los cuales fueron altura de 3m, la longitud de 89.31m, con un peso unitario de 30 KN/m³, ángulo de fricción de 37°, cohesión de 0 KN/m², el material a usar será arena y grava, para diseño del aliviadero nos dio una altura de 1.50m; una vez propuestos nuestros criterios nos otorgó el ancho de la cresta siendo esta 2.20m, margen libre de 2m, un talud anterior 2.5:1 con un ancho de 7.50m y un talud posterior de 2:1 con un ancho de 6m, y por ultimo nuestra presa tendrá una capacidad de 83,476.48.
- ✓ Se pudo diseñar el sistema de canales dándonos para el canal general un caudal de 3.7m³/s, ancho de 3m, altura de 0.75m, tirante de 0.38m, velocidad de 3.23m/s y una pendiente de 20.04% Para la cual se diseñó las caídas con el objetivo de controlar el flujo del agua dándonos 11 caídas en promedio de 0.85m de altura y una longitud de 3m por criterio propio. Para el sub canal la incaica se tiene un caudal de 1.20 m³/s, ancho de 2m, altura de 0.75m, tirante de 0.25m, velocidad de 2.43m/s y una pendiente de 4% a la cual nos dio 3 caídas de 0.70m de altura con longitud de 9m. para el sub canal moro 1, nos dio un caudal de 2.5m³/s, ancho de 3m, altura de 0.75m, tirante de 0.30m, velocidad de 2.81m/s y una pendiente de 1%. Debido a que se tuvo que cambiar el ancho del canal se realizó una transición dándonos una longitud de 3.11m a lo cual nos dio el cambio para el sub canal el moro 2 que tiene un caudal de 2.5m³/s, ancho de 2.5m, altura de 0.75m, tirante de 0.34m,

velocidad de 2.96m/s y una pendiente de 3% dándonos 13 caídas con una altura promedio de 0.85m y una longitud de 13m.

- ✓ Pudimos obtener las hectáreas que se abastecerán, con la presa de tierra se podrá satisfacer 2.79 hectáreas cada vez que se llena y con el tanque imhoff se podrá abastecer 0.023 hectáreas.

REFERENCIAS

- BARRERA, Rodolfo. estudio de prefactibilidad para el diseño, planificación y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la colonia el maestro, municipio de Chiquimula. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011.

Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2290_IN.pdf

- BLÁZQUEZ, Prieto. Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano [en línea]. Primera edición Lima. Escuela de Organización Industrial, 2007/2008 [fecha de consulta: 17/09/2019].

Disponible en:

https://www.academia.edu/10266185/Master_PRESAS_Y_OBRAS_FLUVIALES_I_ASPECTOS_B%81SICOS_AUTOR_FRANCISCO_BL%81ZQUEZ_PRIETO

- CENTENO, Luis Gabriel; QUINTANA, Aníbal y LOPEZ, Fiorella Lisset. Effect of a microbial consortium on the effectiveness of wastewater treatment, Trujillo, Peru. Arnaldoa. 2019, vol.26, n.1.

ISSN 1815-8242.

Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n1/a23v26n1.pdf>

- Ley n.º 30806, Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 05 de noviembre del 2018.
- CUERVO, Ana y SÁNCHEZ, Mabel. Reúso de aguas lluvias: aporte conceptual para la gestión integral del recurso hídrico en Bogotá. Tesis (Maestría en administración). Bogotá - Colombia: Universidad De La Salle, Facultad de Ciencias Administrativas y Contables, 2018.

Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/28297>

- CUPE, Beatriz y JUSCAMAITA, Juan. Treatment of sewage sludge from a brewing industry through homlactic fermentation for the accelerated production of an organic fertilizer. Ecol. apl. 2018, vol.17, n.1.

ISSN 1726-2216.

Disponible

en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-22162018000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=en

- CHRISTENSEN, L.B. Experimental methodology. Boston: Allyn and Bacon. Segunda edición, 1980.
- DÍAZ, Heidy y CABALLERO, Jhon. Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis Técnico – económico - ambiental en la ciudad de Iquitos mediante el uso de Super pro Designer V6 – 2015. Tesis (título profesional de ingeniería química). Iquitos - Perú: Universidad Nacional De La Amazonia Peruana, Facultad de Ingeniería Química, 2015.
Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4712>
- ESPIR, Jan y MORALES, Javier. Evaluación de fenómenos hidráulicos en el canal Chaquin del sistema de riego del valle Viru primer tramo. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2015.
Disponible en:
[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1142/1/ESPIR_JAN_FEN%
%93MENOS_HIDR%
%81ULICOS_CHAQU%
%8dN.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1142/1/ESPIR_JAN_FEN%c3%93MENOS_HIDR%c3%81ULICOS_CHAQU%c3%8dN.pdf)
- GUTIERREZ, Sergio. Influencia de la producción de trucha en el impacto ambiental en la región de puno 2017. Tesis (Doctor en ciencia, tecnología y medio ambiente). Puno - Perú: Universidad Nacional Del Altiplano Facultad de Ciencia, tecnología y medio ambiente, 2018.
Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8523>
- KROCHIN, Sviatoslav. Diseño Hidráulico [en línea]. Tercera edición. Quito. Escuela Politecnica Nacional, 1986 [fecha de consulta: 21/10/2019].
Disponible en: <https://vdocuments.site/disenio-hidraulico-s-krochin.html>
- LLIGÜI, Edgar y ÑAUTA, Paul. análisis geotécnico-económico comparativo entre diques construidos con materiales arcillosos y gravosos en el proyecto control de inundaciones del rio cañar. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, 2014.
Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5078/1/Tesis.pdf>

- MARTINEZ, Eduardo, BATANERO, Paloma, MARTINEZ, Ignacio, MARTINEZ, Eduardo y GONZALEZ, Elena. Diseño de Pequeñas Presas [en línea]. Traducción de la 3ª edición americana. Lima. Bellisco Ediciones, 2010 [fecha de consulta: 30/10/2019].

Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/136062923/disenio-de-pequenas-presas-bureau-of-reclamation>

- MORÁN, Diego. Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Tesis (título profesional de licenciatura en ciencias ambientales con énfasis en gestión ambiental) Guatemala de la Asunción. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias ambientales y agrícolas, 2014.

Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/14/Moran-Diego.pdf>

- MOSCOSO, Cavalini. Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas [en línea]. Primera edición Lima. Autoridad Nacional del Agua, 2016 [fecha de consulta: 15/09/2019].

Disponible en: <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/manual-de-buenas-practicas-para-el-uso-seguro-y-productivo-de-las-aguas-residuales>

- MUNSHI, Javeed. Rectangular Concrete Tanks [en línea]. Revised fifth edition. Estados Unidos. Portland Cement Association [fecha de consulta: 10/11/2019].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/saavedraantonio/pca-rectangular-concrete-tanks-1>

- ORGANIZACIÓN Panamericana de la salud. Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización [en línea]. Lima. Organización Mundial de la Salud. 2005 [fecha de consulta: 23/07/2019].

Disponible en:

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005.%20Gu%20para%20el%20dise%20de%20tanques%20s%20e%20pticos.pdf

- OROSCO, Jorge. Criterios de diseño de la bocatoma “el vado” en el río Arma con fines de riego - provincia de Condesuyos-Arequipa. Tesis (título profesional de

ingeniero civil). Lima – Perú. Universidad Privada Ricardo Palma. Facultad de Ingeniería, 2015.

Disponible en:
http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1148/1/OROSCO_JE.pdf

- PALACIOS, Willian y URIARTE, Mary. Estudio de tratamiento de aguas residuales proveniente del colector huaycan mediante tanque séptico avanzado de flujo ascendente (tsa) a escala piloto. Tesis (Título profesional de ingeniero sanitario). Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de ingeniería ambiental. 2013

Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2223/1/bastidas_pw.pdf

- PEREDA, Cesar y QUINTANA, Giancarlo. Análisis funcional y económico de la captación de agua de la quebrada Maku mediante una bocatoma de barraje mixto y bocatoma tipo tirolesa en el distrito de Pira – Huaraz. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Trujillo – Peru. Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería 2016.

Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3599/1/RE_ING.CIVIL_CESAR.PEREDA_GIANCARLO.QUINTANA_QUEBRADA.MAKU_DATOS.PDF

- RAMOS, Brandon. Proyecto de encauzamiento y defensas ribereñas en el rio yarabamba sector villa yarabamba. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Arequipa – Perú: Universidad Católica de Santa María, Facultad de Arquitectura Ingeniería Civil y del Ambiente, 2016. 336pp.

Disponible en:

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/5884/45.0189.IC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). Norma OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2018. 10 pp.
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). Norma OS.100: Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria, 2018. 1 pp.
- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). Norma E.050: Suelos y cimentaciones, 2018. 8 pp.
- ROSADO, Gabriel. Metodología para el diseño de canales escalonados, disipadores de energía, empleados en drenaje urbano, basada en modelación

física. Tesis (Magister en Ingeniería, Recursos Hídricos). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Departamento de Geociencias y Medio Ambiente, 2017.

Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/62912/1/1065611941.2018.pdf>

- TORRE, André. Diseño y análisis ambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Huaraz. Tesis (título profesional de ingeniero civil) Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, 2018.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13033>

- VELA, Ingrid. Eficiencia de un Tanque Imhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Sanitario). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Facultad de ecología, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3164>

- VILLÓN, Máximo. Hidrología de canales [en línea]. Segunda edición. Lima – Perú. Editorial Villón, 2002 [fecha de consulta 17/11/2019].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/erickmainar/hidrologa-ingmximo-villn-53473898>

- VILLÓN, Máximo. Diseño de Estructuras Hidráulicas [en línea]. Primera Edición Lima – Perú. Instituto tecnológico de Costa Rica, 2005 [fecha de consulta: 31/09/2019]

Disponible en: <https://civilgeeks.com/2014/09/01/libro-diseno-de-estructuras-hidraulicas-maximo-villon/>

ANEXOS

ANEXO 1: Cálculo de población futura

Para realizar el cálculo se procedió a utilizar la siguiente fórmula perteneciente al método aritmético

$$Pf = Po \times (1+r)^t$$

Dónde:

Pf = Población futura

Po = Población actual

r = Tasa de crecimiento

t = tiempo

$$Pf = 2128 \times (1+0.01)^{20} = 2597 \text{ habitantes}$$

ANEXO 2: cálculo de caudal de tanque imhoff.

Para el cálculo del caudal utilizamos la siguiente formula:

$$Q_{\text{tanq. imhoff}} = P_f \times \text{Dotación} \times \% \text{contrib.}$$

Dónde:

P_f = Población futura

Dot.agua = dotación de agua

$$Q_{\text{tanq. imhoff}} = \frac{2597 \times 150 \times 0.80}{1000 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$Q_{\text{tanq. imhoff}} = 0.0036 \text{ m}^3/\text{seg}$$

ANEXO 3: Diseño Hidráulico del tanque Imhoff

Diseño hidráulico de tanque imhoff

Para realizarlo tenemos que contar con los siguientes datos, de los cuales, el punto 1 y 2 fueron adquiridos por el INEI, el punto 3 fue a nuestro criterio al igual que el 6, para el 5 se tuvo en cuenta la Norma OS.100 inciso 1.4. El punto 7 se estableció de acuerdo a donde se realizó el estudio de suelos. El 8 fue información otorgada del SENAMHI. El parámetro 9,10, 15, 16,19 y 14 son datos de la Norma OS.090 artículo 5.4.2.2 inciso a, b, c; de artículo 5.4.2.3. inciso b, d y del artículo 5.4.2.4. inciso a respectivamente. El punto 11 nos brindó la OPS Y COSUDE. El punto 18 cumple de acuerdo a la consideración del ACI 350 Artículo 14.6.2. Para el 19 se tuvo en cuenta SEGÚN OS.090 artículo 5.4.2.3 inciso d) y finalmente para los puntos 12, 13, 20, 21, 22, 23 los valores se escogieron a criterio para un correcto diseño de este mecanismo.

A) Parámetros de Diseño

1.- Población actual (Pa): 2128

2.- Tasa de crecimiento (Tc): 1.00%

3.- Periodo de diseño (Pd): 20 años

4.- Población futura (Pf): Para poder obtener la población futura se utilizó el método aritmético, el cual se muestra a continuación:

$$Pf=Pa \times (1+Ta)^{Pd} = 2128 \times (1+0.01)^{20} = 2597 \text{ habitantes}$$

5.- Dotación de agua (Dot): 150.00 (l/habxdia).

6.- Factor de Retorno (Fr): 80%

7.- Altitud promedio: 139.26 m.s.n.m.

8.- Temperatura mes más frío (T): 16.00 °C

9.- Tasa de sedimentación (Ts): 1.00 (m³/ m²xh)

10.- Periodo de retención (Pr): 2.00 horas

11.- Borde libre (Bl): 0.30 m

12.- Volumen de digestión (Vol.Dig): 70 (l/hab a 15°C)

13.- Relación L/B (teórico): 7.80 > 3

14.- Espaciamiento libre pared digestor al sedimentador (Esp. Dig. Sed): 1.20 m > 1.00m como mínimo

15.- Angulo fondo sedimentador (Angfs): 50.00° de entre (50° - 60°) pero para que este dato sea utilizable más adelante en Excel, se le convertirá a radianes.

$$\frac{\text{Ángulo}}{180 \times \pi} = \frac{50}{180 \times 3.1614} = 0.87 \text{ rad}$$

16.- Distancia fondo sedimentador a altura máxima de lodos (Dist. fond. sed a Alt. Max. Lod): 0.50 m

17.- Factor de capacidad relativa (Fcr): 0.94 ya que según el punto 8 consideramos 16°C. Este dato lo obtuvimos interpolando los valores para temperaturas 15°C y 20°C con sus respectivos factores de capacidad relativa.

Tabla 44: Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos

Temperatura °C	Tiempo digestión (días)	Factor capacidad relativa
5	110	2
10	76	1.4
15	55	1
20	40	0.7
> 25	30	0.5

Fuente: Norma OS.090

18.- Espesor muros sedimentador (Ems): 0.30 m

19.- Inclinación de tolva en digestor (ltd): 15°, debe estar entre (15° - 30°) y para que el dato sea utilizable en Excel, se tuvo que convertir a radianes.

$$\frac{\text{Angulo}}{180 \times \pi} = \frac{15}{180 \times 3.1614} = 0.26 \text{ rad.}$$

20.- Número de troncos de pirámide en el largo (N°TI): 2.00

21.- Número de troncos de pirámide en el ancho (N°Ta): 1.00

22.- Altura de lodos en digestor (Alt.lod.dig): 3.50 m

23.- Requerimiento lecho de secado (RIs): 0.10 m²/hab.

Una vez determinados los parámetros establecidos podemos realizar el diseño hidráulico como se muestra a continuación:

B. Resultados

1.- Caudal medio (Qm):

$$\frac{(Pf) \times (Dot) \times (Fr)}{(1000 \times 24)} = \frac{2702 \times 150 \times 0.80}{(1000 \times 24)} = 12.99 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.- Área de sedimentación (As):

$$\frac{(Qm)}{(Ts)} = \frac{13.51}{1} = 12.99 \text{ m}^2$$

3.- Ancho zona sedimentador (B):

$$\sqrt{\frac{\text{Area sedimentador}}{\text{Relación } \frac{L}{B} \text{ (teorico)}}} = \sqrt{\frac{13.51}{7.80}} = 1.30 \text{ m}$$

4.- Largo zona sedimentador (L): Verificar si cumple con:

$$\sqrt{\frac{As}{\text{Relación } \frac{L}{B} \text{ (teorico)}}} = \sqrt{\frac{12.99}{7.80}} = 1.29 < 0.6$$

Debido a que no cumple con la condición se procede a calcular con la fórmula siguiente:

$$B \times \text{Relación } \frac{L}{B} = 1.30 \times 7.80 = 10.14 \text{ m}$$

5.- Prof. zona sedimentador (H):

$$Ts \times Pr = \frac{1 \text{ m}^3}{\text{m}^2 \times h} \times 2h = 2 \text{ m}$$

6.- Altura del fondo del sedimentador (Alt.fs):

$$\tan(\text{Afs}) \times \frac{B}{2} = \tan(0.87) \times \frac{1.3}{2} = 0.77\text{m}$$

7.- Altura total sedimentador (Alt.sed): la formula usada fue la siguiente:

$$H + \text{Alt.fs} + \text{Bl} = 2 + 0.77 + 0.30 = 3.07\text{m}$$

8.- Volumen de digestión requerido (Vol.Dig.Req): la formula usada fue la siguiente:

$$\frac{\text{Fcr} \times \text{Vol.Dig} \times \text{Pf}}{1000} = \frac{0.94 \times 70 \times 2702}{1000} = 178 \text{ m}^3$$

9.- Ancho tanque Imhoff (Bim): Se requirió de la siguiente fórmula

$$B + 2 \times (\text{Esp. Dig. Sed.}) + 2 \times \text{Ems} = 1.3 + 2 \times 1.2 + 2 \times 0.35 = 4.40\text{m}$$

10.- Volumen de lodos en digestor (Vol.Lod.Dig): Mediante la fórmula:

$$(\text{Bim} \times L \times \text{Alt.lod.dig}) + (\text{N}^\circ \text{TI} \times \text{N}^\circ \text{Ta} \times \left(\frac{\text{Bim}}{\text{N}^\circ \text{Ta}}\right)^2 \times 0.25 \times \left(\frac{L}{\text{N}^\circ \text{TI}}\right) \times \tan 15^\circ = 169\text{m}^3$$

11.- Superficie libre (Sup.Lib): el valor minimo es de 30% y para poder obtener el valor se utilizó la siguiente formula:

$$\frac{2 \times \text{Esp.Dig.Sed} \times L}{\text{Bim} \times L} = \frac{2 \times 1.2 \times 10.14}{4.40 \times 10.14} \times 100 = 55\%$$

12.- Altura del fondo del digestor (Alt.Fond.Dig): la formula usada fue la siguiente:

$$\frac{\text{Bim}/2}{\text{N}^\circ \text{Ta} \times \tan(\text{ItD})} = \frac{4.40/2}{1 \times \tan(0.26)} = 0.59\text{m}$$

13.- Altura total tanque imhoff (Alt.tanq.imhoff):

$$\text{Alt.sed} + \text{Alt.lod.dig} + \text{Alt.Fond.Dig} + \text{Dist.fond.sed a Alt.Max.lod} = 3.07 + 3.50 + 0.59 + 0.50$$

$$\text{Alt.sed} + \text{Alt.lod.dig} + \text{Alt.Fond.Dig} + \text{Dist.fond.sed a Alt.Max.lod} = 7.66\text{m}$$

14.- Area de lecho de secado:

$$\frac{\text{Vol.Dig.Req}}{0.40} = \frac{171}{0.40} = 427.50\text{m}^2$$

Es por eso que utilizaremos 2 lechos de secado de 15x15m.

Una vez obtenidos todos los resultados procedemos a comprobar los datos y ver que se cumplan las siguientes condiciones expuestas para el diseño hidráulico.

Verificando Condiciones:

L/B	7.80m	Ok
L/Bim	2.3m	Ok
L/H	5.07m	Ok
Area Libre	55%	Ok

ANEXO 4: Diseño estructural del tanque imhoff

El método y tablas utilizadas para este proceso pertenece al manual Concrete Rectangular Tanks.

Para poder realizar el diseño estructural tenemos que empezar con los datos obtenidos del diseño hidráulico del tanque imhoff. Es por ello que procederemos a mencionarlos.

A) Datos

Tabla 45: Datos del tanque imhoff

Largo (L)	10.14 m
Ancho (B)	4.40 m
Altura (Alt)	7.66 m
Borde libre (BL)	0.30 m
Peso unitario de suelo	1.578 tn/m ³
Resistencia del suelo de fundación	24.05 tn/m ²
Ángulo de fricción del suelo	28.68 grados
Peso unitario del agua	1 tn/m ³
Nivel freático desde la superficie de tanque	10.00 m
Resistencia a la compresión (f _c)	210 kg/cm ²
Peso específico del concreto (γ _c)	2400 kg/cm ²
Módulo de elasticidad del concreto (E)	217370.65 kg/cm ²
Límite fluencia del acero (f _y)	4200 kg/cm ²
Módulo de elasticidad del acero	2100000 kg/cm ²

Fuente: elaboración propia

B) Dimensiones básicas del tanque imhoff

1. Espesor mínimo del muro y placa de fundación:

$$\text{Luz larga} = \text{Largo/Altura} = 1.3\text{m} < 2$$

$$\text{Luz corta} = \text{Altura/Ancho} = 1.7\text{m} < 2$$

En este caso nuestras paredes tendrán comportamiento bidireccional debido a que son menor a 2.

$$e. \text{ losa} = 0.35\text{m}$$

Como las paredes del tanque tienen una **altura de 7.66 m**, se ha utilizado el espesor mínimo de $e = 0.30 \text{ m}$ de acuerdo a la consideración del ACI 350 (Artículo 14.6.2).

Peso total del tanque imhoff:

Para poder calcular el peso total del tanque imhoff procederemos a realizar diversas fórmulas con la finalidad de obtener este mismo, es por eso que en la tabla siguiente mostraremos los datos que se necesitan para obtener el peso y a la vez el peso determinado y así mismo pasaremos a explicar los pasos para desarrollar la tabla 46.

Tabla 46: Resultados del peso unitario del tanque imhoff

Elemento	Volumen (m3)	Cantidad	VT	Peso parcial (tn)
Muros	27.20	2	54.41	130.56
	11.80	2	23.61	56.65
Placa de cimentación	15.62	1	15.62	37.48
Peso total del tanque imhoff (Pti)				224.69
Área total				78.64 m2
Peso unitario del tanque (Put)				2.86 tn/m²

Fuente: elaboración propia

Como vemos en la tabla nos indica el volumen la formula usada fue:

$$V_{\text{Muros largos}} = L * \text{Alt} * e.\text{losa} = 10.14 * 7.66 * 0.35 = 27.20 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Muros cortos}} = \text{Alt} * B * e.\text{losa} = 11.80 \text{ m}^3 \text{ y } V_{\text{placa}} = L * B * e.\text{losa} = 15.62 \text{ m}^3.$$

Luego la cantidad:

La cantidad es el número de veces que se repite los muros y la placa de cimentación.

Posteriormente está el VT:

Vendría ser el volumen por la cantidad.

También para encontrar el Peso (tn) utilizamos la siguiente formula:

$$\frac{Vt * \gamma_c}{1000} = \frac{54.41 * 2400}{1000} = 130.56 \text{ tn}$$

así mismo para los siguientes datos, dándonos como resultado 224.69 tn como peso total del tanque.

Procedimos a convertirlo en tn/m², es por eso, que necesitamos el área total la cual lo sacamos de la siguiente forma:

$$\text{Área} = P_{ti}/e.\text{losa} = 224.69/0.35 = 78.64 \text{ m}^2.$$

Una vez obtenida el área total procedemos a calcular el peso unitario del tanque imhoff:

$$P_{ut} = P_{ti}/\text{Área} = 224.69/78.64 = \mathbf{2.86 \text{ tn/m}^2}.$$

Cálculo de presiones de diseño:

Presión hidrostática:

$$P_H = \gamma_{H2O} * H_{\text{Muro}} = 1 \text{ tn/m}^3 * (7.66 - 0.30) \text{ m} = 7.36 \text{ tn/m}^2$$

Presión de suelo:

Para poder determinar la presión del suelo primero debemos obtener el coeficiente de presión activa (ka) el cual lo obtendremos con la siguiente formula:

$$K_a = \tan^2(45 - \theta/2) = 0.35$$

Luego podemos obtener la presión del suelo usando la fórmula:

$$P_s = K_a \gamma_s H_{Muro} = 0.35 * 1.578 \text{ tn/m}^3 * 7.66 \text{ m} = 4.23 \text{ tn/m}^2$$

Determinación de las combinaciones de carga consideradas en el diseño:

Según el R.N.E en el capítulo 3 en la E. 060 capítulo 9, en la siguiente tabla nos indica las fórmulas para obtener las cargas últimas, donde CE se refiere a las cargas debido al peso y empuje del suelo; y CL se basa en las presiones de los fluidos.

Tabla 47: Condición de análisis

Condición de análisis	Combinaciones utilizadas
1. Elementos sometidos a empujes de suelo (solo presión externa)	$U = 1.3 * (1.4 * CM + 1.7 * CV + 1.7 * CE)$
2. Elementos sometidos a presión de líquidos (solo presión interna)	$U = 1.3 * (1.4 * CM + 1.7 * CV + 1.7 * CL)$

Fuente: Elaboración propia

Cargas finales usadas en el diseño estructural:

Los datos obtenidos fueron para la carga última como se muestra en la tabla 48 y se obtuvo a través de la fórmula mencionada anteriormente en la tabla 47.

Tabla 48: Combinaciones para cada condición

Condición de análisis	Combinaciones utilizadas	
1. Elementos sometidos a empujes de suelo (solo presión externa)	14.55 tn/m ²	142.78 kN/m ²
2. Elementos sometidos a presión de líquidos (solo presión interna)	21.47 tn/m ²	210.67 kN/m ²

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos en la tabla 48. Podremos realizar el calculo de las deflexiones y momentos de los muros.

Las cargas obtenidas se pueden interpretar como en la figura 8.

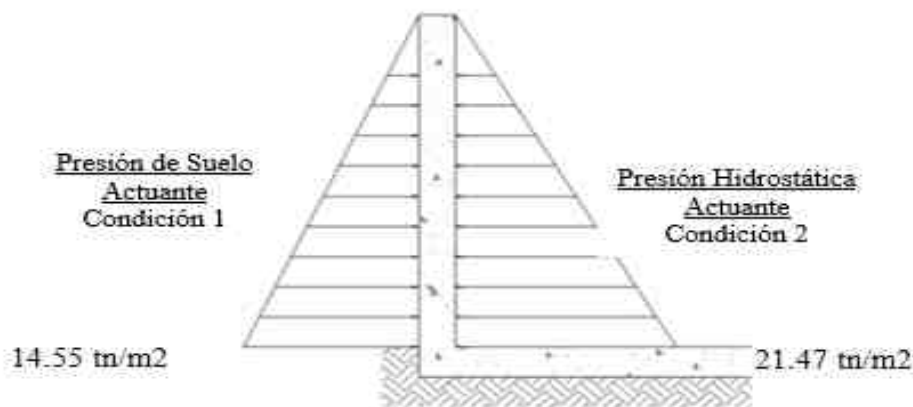


Figura 24: Gráfico de fuerzas actuantes en el muro

Fuente: Elaboración propia

Análisis estructural del tanque imhoff: Se procede a hallar los coeficientes para determinar las deflexiones, cortantes y momentos para el diseño del acero.

Análisis de muros: Empezamos con este elemento estructural el cual recibe la presión del agua y del suelo.

Selección de caso de análisis: se escogió el modelo similar a nuestro tipo de diseño empleado el cual es enterrado y sin cubierta de concreto como se muestra en la figura 25.

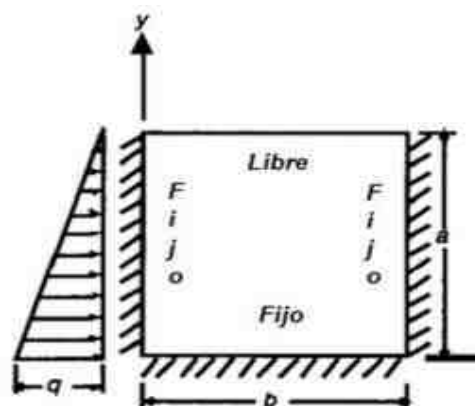


Figura 25: Caso 3

Fuente: PCA Concrete Rectangular Tanks

Una vez elegido el modelo a utilizar en el diseño procedemos a realizarlo.

Relación b/a:

$$\frac{b(\text{ancho})}{a(\text{alto})} = \frac{4.40}{7.66} = 0.57, \text{consideramos } 0.75$$

$$\frac{b(\text{ancho})}{a(\text{alto})} = \frac{10.14}{7.66} = 1.32, \text{consideramos } 1.50$$

Estos datos nos servirán para poder diseñar por cortante, ya que serán nuestras medidas a utilizar.

Cortantes de diseño:

Para calcular las cortantes de diseño, tenemos que tener en cuenta los datos obtenidos de la relación b/a, la cual nos determinara que puntos de la tabla 49 Se utilizarán.

Tabla 49: Coeficientes para calculo por cortante

b/a LOCATION	4.0	3.0	2.5	2.0	1.75	1.5	1.25	1.0	0.75	0.5
Boltom edge – midpoint	0.50	0.50	0.48	0.45	0.43	0.40	0.36	0.32	0.26	0.19
Side edge – máximum	0.38	0.37	0.33	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23	0.22	0.17
Side edge – midpoint	0.23	0.24	0.25	0.26	0.26	0.25	0.25	0.23	0.19	0.13

Fuente: PCA Concrete Rectangular Tanks

Luego resolveremos ambas condiciones como se muestra en la tabla 11.

Tabla 50: Desarrollo de cortante de acuerdo a la condición 1 y 2

Punto de análisis	Cs-cond1	Cs-cond2	Cortante-Condición 1 (Kn)	Cortante-Condición 2 (Kn)
Fondo-Punto central	0.26	0.4	284.52	645.83
Borde lateral-Valor máximo	0.22	0.26	240.75	419.79

Borde lateral- Punto central	0.19	0.26	207.92	419.79
---------------------------------	------	------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la tabla se muestran los resultados de los cálculos según ambas condiciones de las cuales procederemos a explicar cómo lo calculamos.

Para Cs-cond1: en este punto se utilizan los datos de la tabla 49. Pero primero se tiene que calcular la relación a/b, el cual nos dio 0.75 y 1.5 de acuerdo a eso la ubicamos en la tabla 49 para posteriormente escoger los parámetros a utilizar.

Para Cortante condición 1 (Kn/m): Para calcular la cortante se desarrolló de la siguiente manera:

$$Cs*q*a$$

Dónde:

Cs: viene hacer el valor dado por la fig. 6.

q: carga ultima

a: altura

entonces resolviendo la fórmula:

$Cs*q*a = 0.26*142.78*7.66 = 284.52$ kn; de la misma manera para los demás datos solo se cambia los datos de las condiciones ya sea la 1 o 2.

Cálculo de deflexiones:

Para el cálculo de deflexiones se usará las fórmulas de acuerdo al caso 3 de la PCA:

$$\Delta = \frac{Cd*q*a^4}{1000D}$$

Cd: coeficiente otorgado por fig. 7.

q: carga ultima

a: altura

D: formula a calcular.

Para poder desarrollar la fórmula de deflexión tenemos que tener todos los datos a utilizar en dicha fórmula de las cuales las 3 primeras las tenemos, pero nos falta el D entonces procederemos a calcularla de la siguiente manera:

$$D = \frac{E_c * t^3}{12(1 - \mu^2)}$$

E_c : Modulo de elasticidad del concreto.

t: espesor de losa

μ : 0.2

Entonces primero encontraremos el módulo de elasticidad del concreto con la siguiente formula:

$$E_c = 4700 * f'_c^{0.5} = 4700 * 21^{0.5} = 21538.11 \text{ MPa}$$

Una vez teniendo el dato procederemos a calcular el D:

$$D = \frac{21538.11 * (0.35 * 1000)^3}{12(1 - 0.2^2)} = 80160267771.68 \text{ Kn. mm}$$

Una vez obtenido el D procederemos a calcular las flexiones en los muros en ambos sentidos y en los muros largos y cortos, asu vez tendremos los coeficientes de deflexión mencionados en las tablas 51 y 52. así mismo daremos los resultados en las tablas 53,54,55 y 56 sucesivamente.

Tabla 51: Coeficientes para calculo en sentido horizontal por flexión

x b/a	END	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
		0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
4.0	0	2.60	6.20	8.70	10.10	10.50
3.0	0	1.60	4.20	6.40	7.70	8.10
2.5	0	1.10	3.10	4.80	6.00	6.30
2.0	0	0.70	2.00	3.20	4.00	4.30
1.75	0	0.50	1.50	2.40	3.00	3.20
1.5	0	0.40	1.00	1.70	2.10	2.30
1.25	0	0.20	0.60	1.10	1.40	1.50
1.0	0	0.10	0.30	0.60	0.70	0.80
0.75	0	0.00	0.10	0.20	0.30	0.30

0.5	0	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10
-----	---	------	------	------	------	------

Fuente: PCA

Tabla 52: Coeficientes para calculo en sentido vertical por flexión

y b/a	BOT.	0.1a	0.2a	0.3a	0.4 ^a	0.5a	0.6a	0.7a	0.8a	0.9a	TOP
4.0	0	0.70	2.40	4.70	7.50	10.50	13.60	16.70	19.70	22.70	25.80
3.0	0	0.60	1.90	3.80	5.90	8.10	10.30	12.40	14.40	16.40	18.40
2.5	0	0.50	1.60	3.10	4.70	6.30	7.90	9.30	10.70	12.00	13.20
2.0	0	0.40	1.20	2.20	3.30	4.30	5.10	5.90	6.50	7.10	7.70
1.75	0	0.30	1.00	1.80	2.60	3.20	3.80	4.20	4.60	4.90	5.20
1.5	0	0.20	0.80	1.30	1.90	2.30	2.60	2.80	2.90	3.00	3.10
1.25	0	0.20	0.60	0.90	1.30	1.50	1.60	1.60	1.60	1.50	1.50
1.0	0	0.10	0.40	0.60	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70	0.60	0.60
0.75	0	0.10	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.10
0.5	0	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00

Fuente: PCA

Deflexiones en sentido horizontal (mm)

Muro corto

Tabla 53: Resultados de muro corto en sentido horizontal por flexión

Parámetro	Inicio de muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
	Fin de muro	0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Coeficiente de 0.75	0	0.00	0.10	0.20	0.30	0.30
Condición 1	0.0000	0.0000	0.0006	0.0012	0.0018	0.0018
Condición 2	0.0000	0.0000	0.0009	0.0018	0.0027	0.0027

Fuente: Elaboración propia

Muro largo

Tabla 54: Resultados de muro largo en sentido horizontal por flexión**Fuente:** Elaboración propia

Parámetro	Inicio de muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
	Fin de muro	0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Coeficiente de 1.5	0	0.40	1.00	1.70	2.10	2.30
Condición 1	0.0000	0.0025	0.0061	0.0104	0.0129	0.0141
Condición 2	0.0000	0.0036	0.0091	0.0154	0.0190	0.0209

Una vez obtenidas las tablas 12 y 13 explicaremos como obtuvimos los resultados de esta, de los cuales se realizará con la siguiente formula:

$$\Delta = \frac{Cd \cdot q \cdot a^4}{1000D}$$

en la parte de coeficientes eso nos otorga la fig. 7. De la cual nos indica que el de 0.75 utilizaremos para muros cortos y la de 1.5 para muros largos, entonces utilizaremos la formula mencionada.

$$\Delta = \frac{0.10 \cdot 142.78 \cdot (7.66)^4 \cdot 1000}{80160267771.68} = 0.0006$$

Y así sucesivamente para los siguientes resultados.

Deflexiones en sentido vertical (mm)

Muro corto

Tabla 55: Resultados de muro corto en sentido vertical por flexión

Parámetro	Fondo	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b	0.6b	0.7b	0.8b	0.9b	Top e
Coeficiente de 0.75	0	0.10	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.10
Condición 1	0.0000	0.0006	0.0012	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0012	0.0012	0.0006
Condición 2	0.0000	0.0009	0.0018	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0018	0.0018	0.0009

Fuente: Elaboración propia

Muro largo

Tabla 56: Resultados de muro largo en sentido vertical por flexión

Parámetro	Inicio de muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b	0.6b	0.7b	0.8b	0.9b	Top e
Coefficiente de 1.5	0	0.20	0.80	1.30	1.90	2.30	2.6	2.8	2.9	3	3.1
Condición 1	0.0000	0.0012	0.0049	0.0080	0.0117	0.0141	0.0160	0.0172	0.0178	0.0184	0.0191
Condición 2	0.0000	0.0018	0.0073	0.0118	0.0172	0.0209	0.0236	0.0254	0.0263	0.0272	0.0281

Fuente: Elaboración propia

En este caso utilizaremos los coeficientes de la tabla 52. Con los resultados de 0.75 y 1.50 igual al caso anterior, de igual manera la misma fórmula utilizada.

Cálculo de los momentos de diseño:

En esta parte utilizaremos los coeficientes para momentos que nos otorga el caso 3 del PCA, de las cuales las mostraremos en las tablas 57,58 para 0.75 y 59, 60 para 1.50.

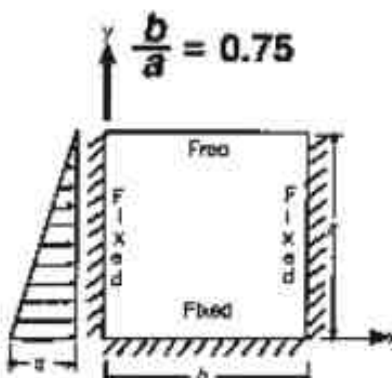


Figura 26: Condición del caso PCA para muro corto

Fuente: PCA

Tabla 57: Coeficientes para muros cortos en el sentido X

Mx (Tn.m)	Inicio muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
	final muro	0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Top e	-1	0	0	0	0	0
0.9a	-2	-1	0	0	0	0

0.8a	-2	-1	0	0	1	1
0.7a	-3	-1	0	1	2	2
0.6a	-4	-1	0	2	3	3
0.5a	-4	-1	1	3	4	5
0.4a	-4	-1	2	4	6	6
0.3a	-4	-1	2	5	6	7
0.2a	-3	0	2	3	4	5
0.1a	-1	-1	-1	-2	-3	-3
Fondo	0	-4	-11	-17	-21	-23

Fuente: PCA

Tabla 58: Coeficientes para muros cortos en el sentido Y

My (KN.m)	Inicio muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
	final muro	0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Tope	-4	-4	-1	2	4	4
0.9a	-8	-4	-1	2	4	5
0.8a	-11	-6	-1	3	5	6
0.7a	-16	-7	-1	4	7	7
0.6a	-18	-8	0	5	8	9
0.5a	-21	-8	0	6	9	10
0.4a	-22	-8	0	6	9	10
0.3a	-20	-7	1	6	8	9
0.2a	-15	-5	1	4	5	6
0.1a	-8	-2	0	1	1	1
Fondo	0	-1	-2	-3	-4	-5

Fuente: PCA

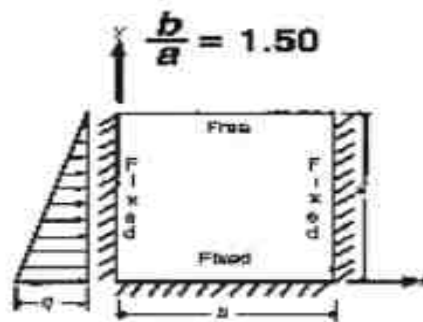


Figura 27: condición del caso PCA para muro largo

Fuente: PCA

Tabla 59: Coeficientes para muros largos en el sentido X

Mx (KN.m)	Inicio muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
	final muro	0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Tope	-7	0	0	0	0	0
0.9a	-9	-3	0	2	3	3

0.8a	-9	-3	1	4	6	7
0.7a	-9	-3	3	7	10	11
0.6a	-9	-2	5	10	13	14
0.5a	-9	0	7	12	14	15
0.4a	-8	0	7	11	13	14
0.3a	-6	1	5	7	8	8
0.2a	-4	-1	-1	-2	-4	-5
0.1a	-1	-4	-12	-20	-25	-24
Fondo	0	-13	-32	-48	-57	-61

Fuente: PCA

Tabla 60: Coeficientes para muros largos en el sentido Y

My (KN.m)	Inicio muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
	final muro	0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Tope	-34	-21	-2	11	19	21
0.9a	-43	-19	-1	11	18	21
0.8a	-44	-18	0	11	18	20
0.7a	-44	-17	1	12	18	20
0.6a	-44	-15	2	12	17	19
0.5a	-43	-13	3	11	15	17
0.4a	-38	-10	4	10	13	13
0.3a	-30	-7	3	7	8	9
0.2a	-19	-4	1	3	3	3
0.1a	-6	-2	-2	-3	-4	-4
Fondo	0	-3	-6	-10	-11	-12

Fuente: PCA

Luego empezaremos a calcular los momentos de diseño para la condicion 1 en el sentido X y Y, para muro corto como se muestra en las tablas 61 y 62.

Condición 1:

Muro corto

Tabla 61: Resultado de momentos en muro corto, en el sentido X

Mx (Tn.m)	0.00	0.44	0.88	1.32	1.76	2.20
	4.40	3.96	3.52	3.08	2.64	
7.66	-0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.90	-1.71	-0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
6.13	-1.71	-0.85	0.00	0.00	0.85	0.85

5.36	-2.56	-0.85	0.00	0.85	1.71	1.71
4.60	-3.42	-0.85	0.00	1.71	2.56	2.56
3.83	-3.42	-0.85	0.85	2.56	3.42	4.27
3.07	-3.42	-0.85	1.71	3.42	5.13	5.13
2.30	-3.42	-0.85	1.71	4.27	5.13	5.98
1.53	-2.56	0.00	1.71	2.56	3.42	4.27
0.77	-0.85	-0.85	-0.85	-1.71	-2.56	-2.56
0.00	0.00	-3.42	-9.40	-14.53	-17.95	-19.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Resultado de momentos en muro corto, en el sentido Y

My (Tn.m)	0.00	0.44	0.88	1.32	1.76	2.20
	4.40	3.96	3.52	3.08	2.64	
7.66	-3.42	-3.42	-0.85	1.71	3.42	3.42
6.90	-6.84	-3.42	-0.85	1.71	3.42	4.27
6.13	-9.40	-5.13	-0.85	2.56	4.27	5.13
5.36	-13.68	-5.98	-0.85	3.42	5.98	5.98
4.60	-15.39	-6.84	0.00	4.27	6.84	7.69
3.83	-17.95	-6.84	0.00	5.13	7.69	8.55
3.07	-18.81	-6.84	0.00	5.13	7.69	8.55
2.30	-17.10	-5.98	0.85	5.13	6.84	7.69
1.53	-12.82	-4.27	0.85	3.42	4.27	5.13
0.77	-6.84	-1.71	0.00	0.85	0.85	0.85
0.00	0.00	-0.85	-1.71	-2.56	-3.42	-4.27

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido los resultados de la tabla 61 y 62 procederemos a explicar cada uno de los resultados.

En la fila izquierda la calculamos de acuerdo a la figura 9 la cual nos indica que es $0.1a, 0.2a \dots 0.9a$ y tope la cual **a** vendría ser el 7.66 la altura total del tanque.

La primera y segunda columna también nos guiamos de la figura 9 donde nos indica que para la primera columna utilizaremos $0b, 0.1b$ hasta $0.5b$ y en la segunda columna nos indica $1b, 0.9b$ hasta $0.5b$ donde **b** vendría ser el ancho del tanque es por ello que en la primera columna la primera tabla nos sale 0 y en la segunda columna nos sale 4.40 porque sería $1 \cdot 4.40 = 4.40$ y las demás saldrían de la misma forma.

Ahora para calcular los momentos utilizamos la siguiente formula:

$$\text{Moment} = \text{coef} * q * a^2 / 1000$$

Coef: es el coeficiente que nos otorga las tablas 59 y 60.

q: carga ultima en tn/m²

a: vendría ser la altura del tanque.

Explicaremos el resultado de la segunda fila en la columna 3:

$$\text{Moment} = -1 * 14.55 \text{ tn/m}^2 * 7.66^2 / 1000 = -0.85$$

Y así sucesivamente para los demás momentos.

Una vez encontrado todos los datos procederemos a graficar la curva que generan los momentos como se muestra en el siguiente gráfico.

Tabla 63: Datos para graficar

X	Y
0.00	7.66
0.00	6.90
0.85	6.13
1.71	5.36
2.56	4.60
4.27	3.83
5.13	3.07
5.98	2.30
4.27	1.53
-2.56	0.77
-19.66	0.00

Fuente: Elaboración propia

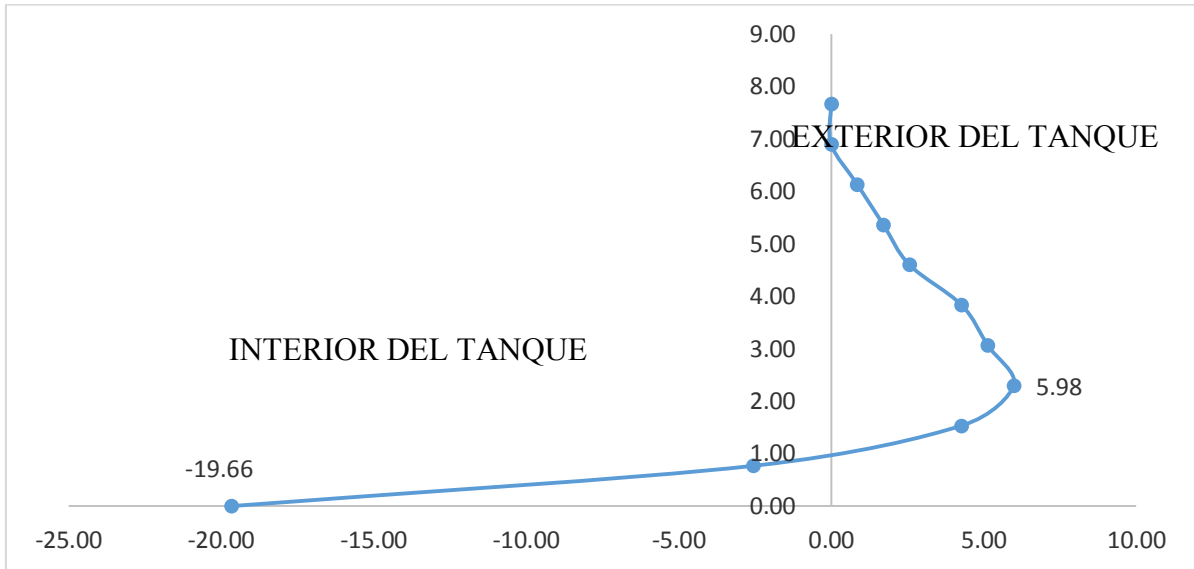


Figura 28: Gráfico de los puntos del momento en X, primera condición

Fuente: Elaboración propia

Este grafico es para el muro corto en el sentido X, podemos observar los puntos mas criticos siendo -19.66 y 5.98.

Ahora graficaremos en el sentido Y.

Tabla 64: Datos para graficar

X	Y
0.00	-18.81
0.44	-6.84
0.88	0.00
1.32	5.13
1.76	7.69
2.20	8.55
2.64	7.69
3.08	5.13
3.52	0.00
3.96	-6.84
4.40	-18.81

Fuente: Elaboración propia

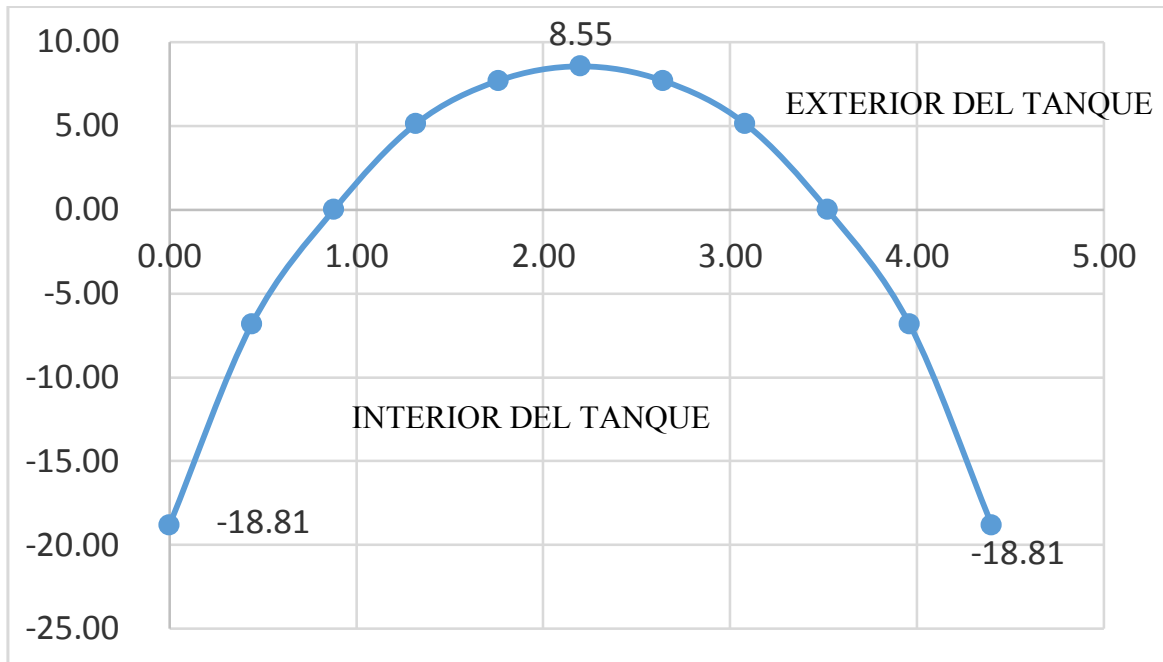


Figura 29: Grafico de los puntos del momento en Y, primera condición

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente grafico es para muro corto, podemos observar que en el sentido Y la forma en que trabaja en forma de una curva siendo el punto más crítico 8.55 y -18.81.

Ahora procederemos hacer los muros largos en el sentido X y Y como se muestran en la tabla 65 y 66.

Muro largo

Tabla 65: Resultado de momentos en muro largo, en el sentido X

Mx (KN.m)	0.00	1.01	2.03	3.04	4.06	5.07
	10.14	9.13	8.11	7.10	6.08	
7.66	-5.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.90	-7.69	-2.56	0.00	1.71	2.56	2.56
6.13	-7.69	-2.56	0.85	3.42	5.13	5.98
5.36	-7.69	-2.56	2.56	5.98	8.55	9.40
4.60	-7.69	-1.71	4.27	8.55	11.11	11.97
3.83	-7.69	0.00	5.98	10.26	11.97	12.82
3.07	-6.84	0.00	5.98	9.40	11.11	11.97
2.30	-5.13	0.85	4.27	5.98	6.84	6.84
1.53	-3.42	-0.85	-0.85	-1.71	-3.42	-4.27
0.77	-0.85	-3.42	-10.26	-17.10	-21.37	-20.52
0.00	0.00	-11.11	-27.36	-41.04	-48.73	-52.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Resultado de momentos en muro largo, en el sentido Y

My (KN.m)	0.00	1.01	2.03	3.04	4.06	5.07
	10.14	9.13	8.11	7.10	6.08	
7.66	-29.07	-17.95	-1.71	9.40	16.24	17.95
6.90	-36.76	-16.24	-0.85	9.40	15.39	17.95
6.13	-37.62	-15.39	0.00	9.40	15.39	17.10
5.36	-37.62	-14.53	0.85	10.26	15.39	17.10
4.60	-37.62	-12.82	1.71	10.26	14.53	16.24
3.83	-36.76	-11.11	2.56	9.40	12.82	14.53
3.07	-32.49	-8.55	3.42	8.55	11.11	11.11
2.30	-25.65	-5.98	2.56	5.98	6.84	7.69
1.53	-16.24	-3.42	0.85	2.56	2.56	2.56
0.77	-5.13	-1.71	-1.71	-2.56	-3.42	-3.42
0.00	0.00	-2.56	-5.13	-8.55	-9.40	-10.26

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos se resolvieron de la misma manera que en muros cortos solo se cambió la distancia del muro de 4.40 a 10.14; obteniendo todos los resultados pasamos a graficar.

Tabla 67: Datos para graficar

X	Y
0.00	7.66
2.56	6.90
5.98	6.13
9.40	5.36
11.97	4.60
12.82	3.83
11.97	3.07
6.84	2.30
-4.27	1.53
-20.52	0.77
-52.15	0.00

Fuente: Elaboración propia

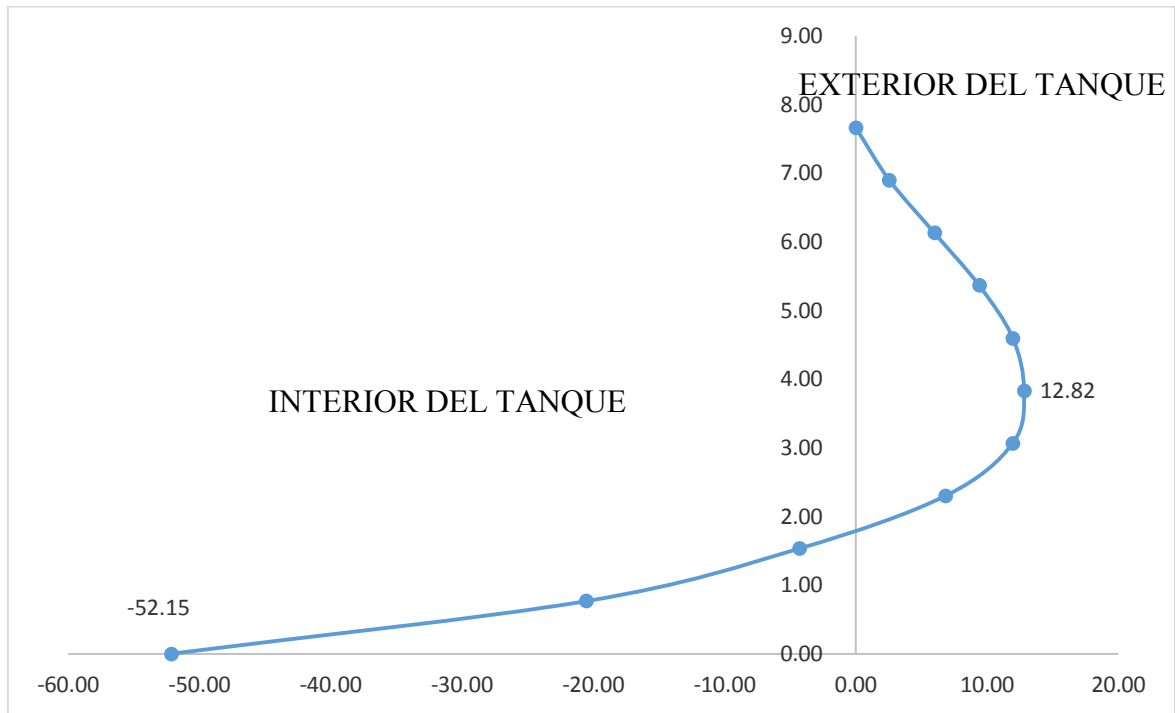


Figura 30: Grafico de los puntos del momento en X, primera condición

Fuente: Elaboración propia

Este grafico es para el muro largo en el sentido X, podemos observar los puntos mas criticos siendo -52.15 y 12.82.

Ahora graficaremos en el sentido Y.

Tabla 68: Datos para graficar

X	Y
0.00	-36.76
1.01	-16.24
2.03	-0.85
3.04	9.40
4.06	15.39
5.07	17.95
6.08	15.39
7.10	9.40
8.11	-0.85
9.13	-16.24
10.14	-36.76

Fuente: Elaboración propia

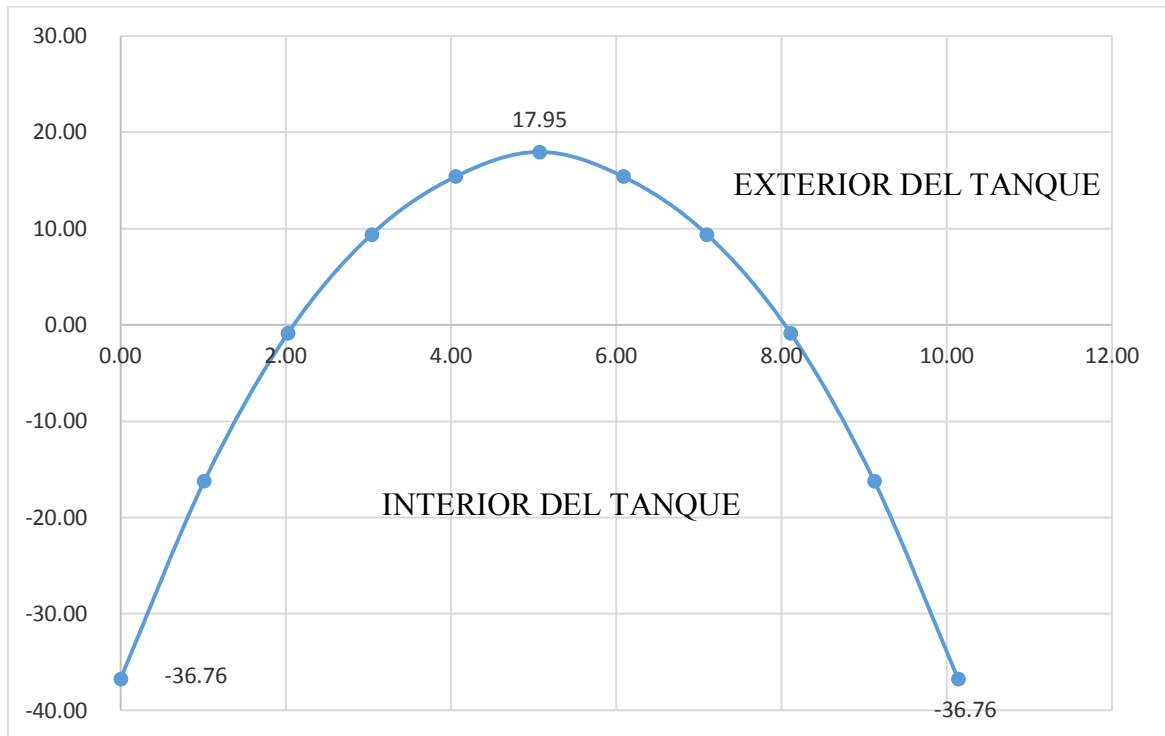


Figura 31: Grafico de los puntos del momento en Y, primera condición

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente grafico es para muro largo, podemos observar que en el sentido Y la forma en que trabaja es en forma de una curva siendo el punto más crítico 17.95 y -36.76.

De la misma manera pasaremos a desarrollar según la otra condición:

Condición 2:

Pasaremos a diseñar de la misma forma que la condición 1, solo que ahora tomaremos los datos de la condición 2, y los resultados obtenidos se mostraran en las tablas 69, 70, 73 y 74.

Muro corto

Tabla 69: Resultado de momentos en muro corto, en el sentido X

Mx (KN.m)	0.00	0.44	0.88	1.32	1.76	2.20
	4.40	3.96	3.52	3.08	2.64	
7.66	-1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.90	-2.52	-1.26	0.00	0.00	0.00	0.00
6.13	-2.52	-1.26	0.00	0.00	1.26	1.26
5.36	-3.78	-1.26	0.00	1.26	2.52	2.52
4.60	-5.05	-1.26	0.00	2.52	3.78	3.78

3.83	-5.05	-1.26	1.26	3.78	5.05	6.31
3.07	-5.05	-1.26	2.52	5.05	7.57	7.57
2.30	-5.05	-1.26	2.52	6.31	7.57	8.83
1.53	-3.78	0.00	2.52	3.78	5.05	6.31
0.77	-1.26	-1.26	-1.26	-2.52	-3.78	-3.78
0.00	0.00	-5.05	-13.88	-21.44	-26.49	-29.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Resultado de momentos en muro corto, en el sentido Y

My (KN.m)	0.00	0.44	0.88	1.32	1.76	2.20
	4.40	3.96	3.52	3.08	2.64	
7.66	-5.05	-5.05	-1.26	2.52	5.05	5.05
6.90	-10.09	-5.05	-1.26	2.52	5.05	6.31
6.13	-13.88	-7.57	-1.26	3.78	6.31	7.57
5.36	-20.18	-8.83	-1.26	5.05	8.83	8.83
4.60	-22.71	-10.09	0.00	6.31	10.09	11.35
3.83	-26.49	-10.09	0.00	7.57	11.35	12.61
3.07	-27.75	-10.09	0.00	7.57	11.35	12.61
2.30	-25.23	-8.83	1.26	7.57	10.09	11.35
1.53	-18.92	-6.31	1.26	5.05	6.31	7.57
0.77	-10.09	-2.52	0.00	1.26	1.26	1.26
0.00	0.00	-1.26	-2.52	-3.78	-5.05	-6.31

Fuente: Elaboración propia

Así mismo dichos resultados también tuvieron sus gráficos:

Tabla 71: Datos para graficar

X	Y
0.00	7.66
0.00	6.90
1.26	6.13
2.52	5.36
3.78	4.60
6.31	3.83
7.57	3.07
8.83	2.30
6.31	1.53
-3.78	0.77
-29.01	0.00

Fuente: Elaboración propia

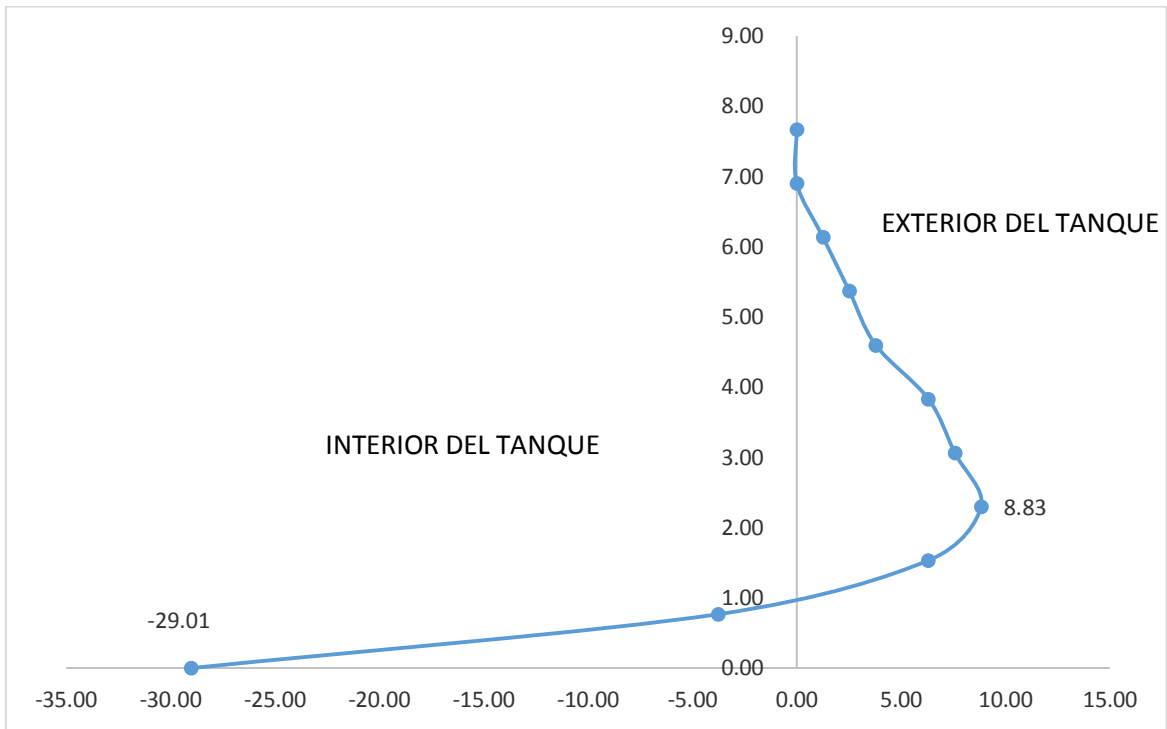


Figura 32: Grafico de los puntos del momento en X, segunda condición

Fuente: Elaboración propia

Este grafico es para el muro corto en el sentido X, podemos observar los puntos mas criticos siendo -29.01 y 8.83.

Ahora mostraremos el grafico para muro corto sentido Y:

Tabla 72: Datos para graficar

X	Y
0.00	-27.75
0.44	-10.09
0.88	0.00
1.32	7.57
1.76	11.35
2.20	12.61
2.64	11.35
3.08	7.57
3.52	0.00
3.96	-10.09
4.40	-27.75

Fuente: Elaboración propia

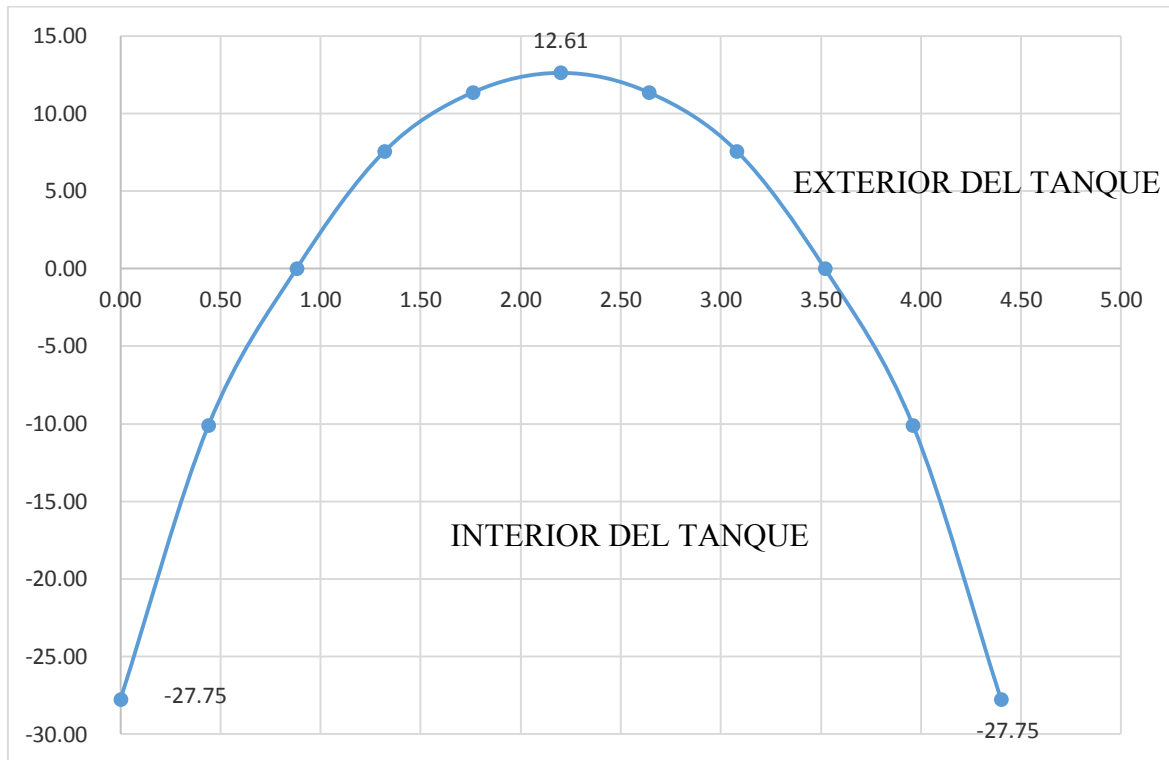


Figura 33: Grafico de los puntos del momento en Y, segunda condición

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente grafico es para muro corto, podemos observar que en el sentido Y la forma en que trabaja en forma de una curva siendo el punto más crítico 12.61 y -27.75.

Luego procedemos hacer los momentos para los muros largos en ambos sentidos:

Muro largo

Tabla 73: Resultado de momentos en muro largo, en el sentido X

Mx (KN.m)	0.00	1.01	2.03	3.04	4.06	5.07
	10.14	9.13	8.11	7.10	6.08	
7.66	-8.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.90	-11.35	-3.78	0.00	2.52	3.78	3.78
6.13	-11.35	-3.78	1.26	5.05	7.57	8.83
5.36	-11.35	-3.78	3.78	8.83	12.61	13.88
4.60	-11.35	-2.52	6.31	12.61	16.40	17.66
3.83	-11.35	0.00	8.83	15.14	17.66	18.92
3.07	-10.09	0.00	8.83	13.88	16.40	17.66
2.30	-7.57	1.26	6.31	8.83	10.09	10.09
1.53	-5.05	-1.26	-1.26	-2.52	-5.05	-6.31
0.77	-1.26	-5.05	-15.14	-25.23	-31.54	-30.27

0.00	0.00	-16.40	-40.36	-60.55	-71.90	-76.95
------	------	--------	--------	--------	--------	---------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74: Resultado de momentos en muro largo, en el sentido Y

My (KN.m)	0.00	1.01	2.03	3.04	4.06	5.07
	10.14	9.13	8.11	7.10	6.08	
7.66	-42.89	-26.49	-2.52	13.88	23.97	26.49
6.90	-54.24	-23.97	-1.26	13.88	22.71	26.49
6.13	-55.50	-22.71	0.00	13.88	22.71	25.23
5.36	-55.50	-21.44	1.26	15.14	22.71	25.23
4.60	-55.50	-18.92	2.52	15.14	21.44	23.97
3.83	-54.24	-16.40	3.78	13.88	18.92	21.44
3.07	-47.93	-12.61	5.05	12.61	16.40	16.40
2.30	-37.84	-8.83	3.78	8.83	10.09	11.35
1.53	-23.97	-5.05	1.26	3.78	3.78	3.78
0.77	-7.57	-2.52	-2.52	-3.78	-5.05	-5.05
0.00	0.00	-3.78	-7.57	-12.61	-13.88	-15.14

Fuente: Elaboración propia

Ahora graficaremos los puntos críticos de cada tabla.

Tabla 75: Datos para graficar

X	Y
0.00	7.66
3.78	6.90
8.83	6.13
13.88	5.36
17.66	4.60
18.92	3.83
17.66	3.07
10.09	2.30
-6.31	1.53
-30.27	0.77
-76.95	0.00

Fuente: Elaboración propia

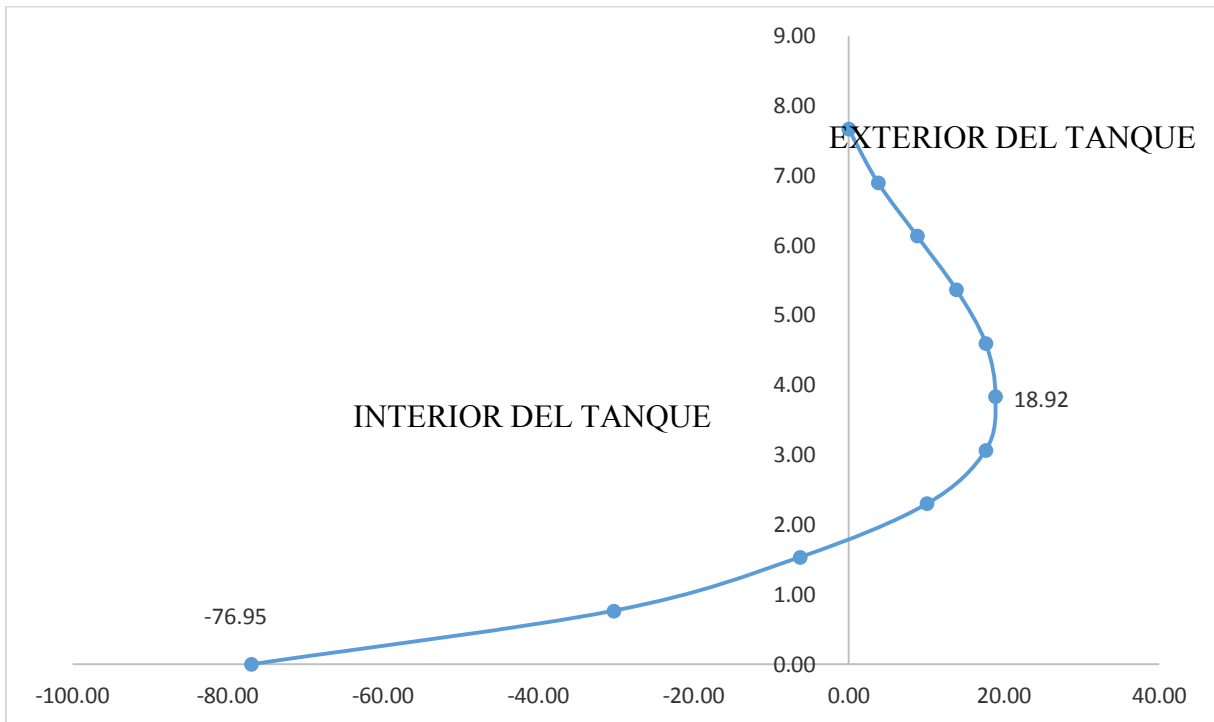


Figura 34: Grafico de los puntos del momento en X, segunda condición

Fuente: Elaboración propia

Este grafico es para el muro largo en el sentido X, podemos observar los puntos mas criticos siendo -76.95 y 18.92.

Ahora graficaremos en el sentido Y:

Tabla 76: Datos para graficar

X	Y
0.00	-55.50
1.01	-21.44
2.03	1.26
3.04	15.14
4.06	22.71
5.07	25.23
6.08	22.71
7.10	15.14
8.11	1.26
9.13	-21.44
10.14	-55.50

Fuente: Elaboración propia

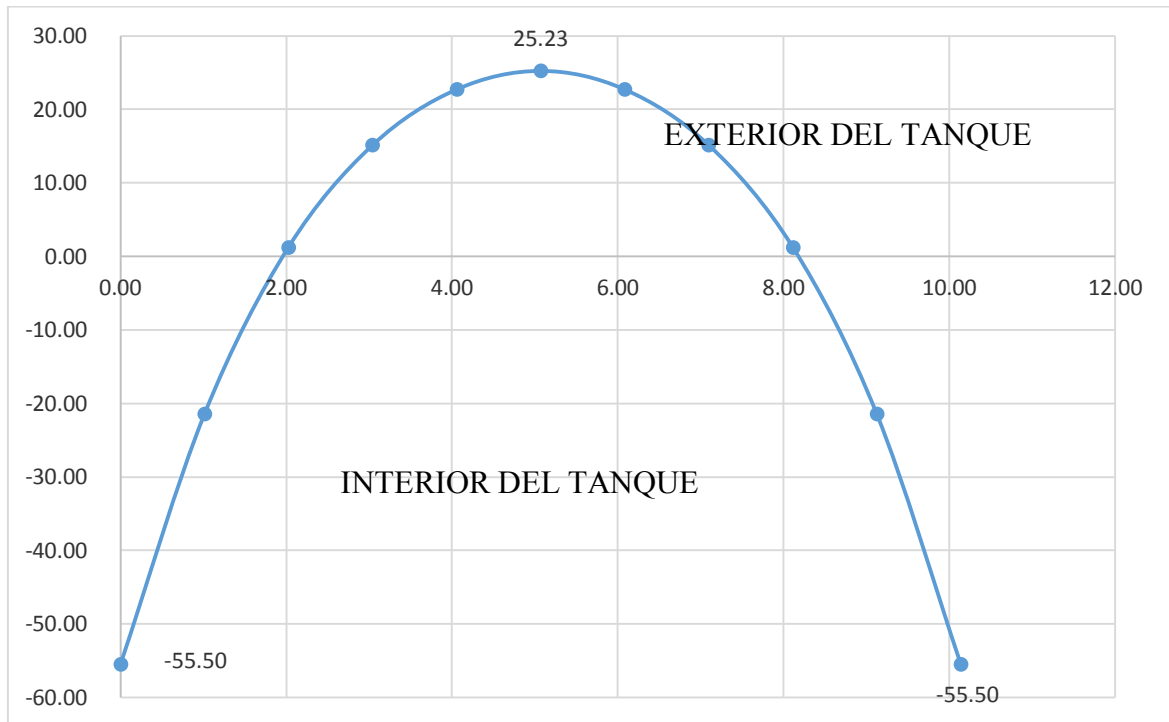


Figura 35: Grafico de los puntos del momento en Y, segunda condición

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente grafico es para muro largo, podemos observar que en el sentido Y la forma en que trabaja es en forma de una curva siendo el punto más crítico 25.23 y -55.50.

Una vez obtenido los momentos procedemos a realizar el cálculo del acero para cada condición:

ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Primero tenemos que seleccionar el tipo o caso que usaremos para la cimentación en este caso utilizaremos el caso 10 de la PCA, el cual nos indica la siguiente formula:

Por cortante= $C_s \cdot q \cdot a$

Por deflexión= $\Delta = \frac{C_d \cdot q \cdot a^4}{1000D}$

$$D = \frac{E_c \cdot t^3}{12(1-\mu^2)}$$

$$E_c = 4700 \cdot f'c^{0.5} = 4700 \cdot 21^{0.5} = 21538.11 \text{ MPa}$$

Una vez teniendo el dato procederemos a calcular el D:

$$D = \frac{21538.11 \cdot (0.35 \cdot 1000)^3}{12(1-0.2^2)} = 80160267771.68 \text{ Kn.mm}$$

Posteriormente pasaremos a encontrar el criterio de acuerdo a la relación b/a:

$$\frac{b(\text{ancho})}{a(\text{alto})} = \frac{4.40}{10.14} = 0.43 \quad \text{Asumimos } 0.50$$

Revisión por flotación de la estructura

Primero se determina la sub presión en el fondo del tanque, multiplicando el peso unitario del líquido contenido por la profundidad del nivel freático al fondo del tanque (al cual se le debe sumar el espesor de la placa de fondo).

$$P_f = \gamma_{H_2O} \cdot H_{\text{tanque}}$$

γ_{H_2O} : peso específico del agua

$$H_{\text{tanque}}: 10 - 7.66 + 0.35 = 2.69 \text{ m}$$

$$P_f = 1 \text{ tn/m}^3 \cdot 2.69 \text{ m} = 2.69 \text{ tn/m}^2$$

Luego pasamos a calcular la fuerza de la sub presión como se muestra en la figura 36.



Figura 36: Representación de la condición 3

Fuente: elaboración propia

Entonces calcularemos la fuerza de sub presión la cual sería:

$$F_{\text{subpresion}} = P_f \cdot \text{largo} \cdot b = 2.69 \cdot 10.14 \cdot 4.40 = 119.83$$

Entonces comprábamos con el peso del tanque:

Peso del tanque > Fuerza de flotación

224.69 > 119.83 **CUMPLE**

Ahora procederemos a encontrar los momentos de diseño:

Cálculo de los momentos de diseño

Para los cálculos de diseño como los casos anteriores tuvimos que escoger el caso y ver los coeficientes a utilizar, estos se muestran en las tablas 77 y 78.

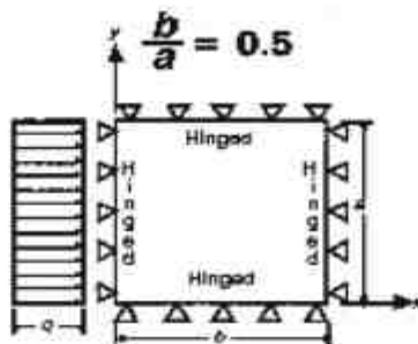


Figura 37: condición del caso PCA para cimentación

Fuente: PCA

Tabla 77: Coeficientes para el cálculo de momentos sentido X, de acuerdo a la relación

Mx (Tn.m)	Inicio muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
	final muro	0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Tope	0	0	0	0	0	0
0.9a	0	3	5	6	7	7
0.8a	0	3	6	8	9	9
0.7a	0	3	6	8	9	10
0.6a	0	3	6	8	9	9
0.5a	0	3	6	8	9	9
0.4a	0	3	6	8	9	9
0.3a	0	3	6	8	9	10
0.2a	0	3	6	8	9	9
0.1a	0	3	5	6	7	7

Fondo	0	0	0	0	0	0
-------	---	---	---	---	---	---

Fuente: Casos de la PCA

Tabla 78: Coeficientes para el cálculo de momentos sentido Y, de acuerdo a la relación

My (Tn.m)	Inicio muro	0.1b	0.2b	0.3b	0.4b	0.5b
	final muro	0.9b	0.8b	0.7b	0.6b	
Tope	0	0	0	0	0	0
0.9a	0	4	7	9	9	10
0.8a	0	7	11	15	16	17
0.7a	0	8	14	18	21	22
0.6a	0	9	16	21	23	24
0.5a	0	9	16	21	24	25
0.4a	0	9	16	21	23	24
0.3a	0	8	14	18	21	22
0.2a	0	7	11	15	16	17
0.1a	0	4	7	9	9	10
Fondo	0	0	0	0	0	0

Fuente: Casos de la PCA

Una vez obtenido los coeficientes procederemos a calcular los momentos:

Momentos de diseño positivo y negativo en X cimentación

Los datos obtenidos se calcularon de la misma forma que la condición 1 en el cálculo de muros solo cambiaron los coeficientes a utilizar, los datos se muestran en la tabla 79.

Tabla 79: Momentos en el sentido positivo y negativo en X

Mx (Tn.m)	0.00	1.01	2.03	3.04	4.06	5.07
	10.14	9.13	8.11	7.10	6.08	
4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.96	0.00	0.83	1.38	1.66	1.93	1.93
3.52	0.00	0.83	1.66	2.21	2.49	2.49
3.08	0.00	0.83	1.66	2.21	2.49	2.76
2.64	0.00	0.83	1.66	2.21	2.49	2.49

2.20	0.00	0.83	1.66	2.21	2.49	2.49
1.76	0.00	0.83	1.66	2.21	2.49	2.49
1.32	0.00	0.83	1.66	2.21	2.49	2.76
0.88	0.00	0.83	1.66	2.21	2.49	2.49
0.44	0.00	0.83	1.38	1.66	1.93	1.93
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Momentos de diseño positivo y negativo en Y cimentación

Luego encontraremos los momentos en sentido Y, como se muestra en la tabla 80.

Tabla 80: Momentos en el sentido positivo y negativo en sentido Y

My (Tn.m)	0.00	0.44	0.88	1.32	1.76	2.20
	4.40	3.96	3.52	3.08	2.64	
10.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.13	0.00	1.10	1.93	2.49	2.49	2.76
8.11	0.00	1.93	3.04	4.14	4.42	4.69
7.10	0.00	2.21	3.87	4.97	5.80	6.08
6.08	0.00	2.49	4.42	5.80	6.35	6.63
5.07	0.00	2.49	4.42	5.80	6.63	6.90
4.06	0.00	2.49	4.42	5.80	6.35	6.63
3.04	0.00	2.21	3.87	4.97	5.80	6.08
2.03	0.00	1.93	3.04	4.14	4.42	4.69
1.01	0.00	1.10	1.93	2.49	2.49	2.76
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido los momentos pasamos a graficar los puntos críticos de nuestra cimentación.

Tabla 81: Datos para graficar

x	y
0.00	0.00
0.44	1.93
0.88	2.49
1.32	2.76
1.76	2.49
2.20	2.49
2.64	2.49
3.08	2.76
3.52	2.49
3.96	1.93

4.40	0.00
------	------

Fuente: Elaboración propia

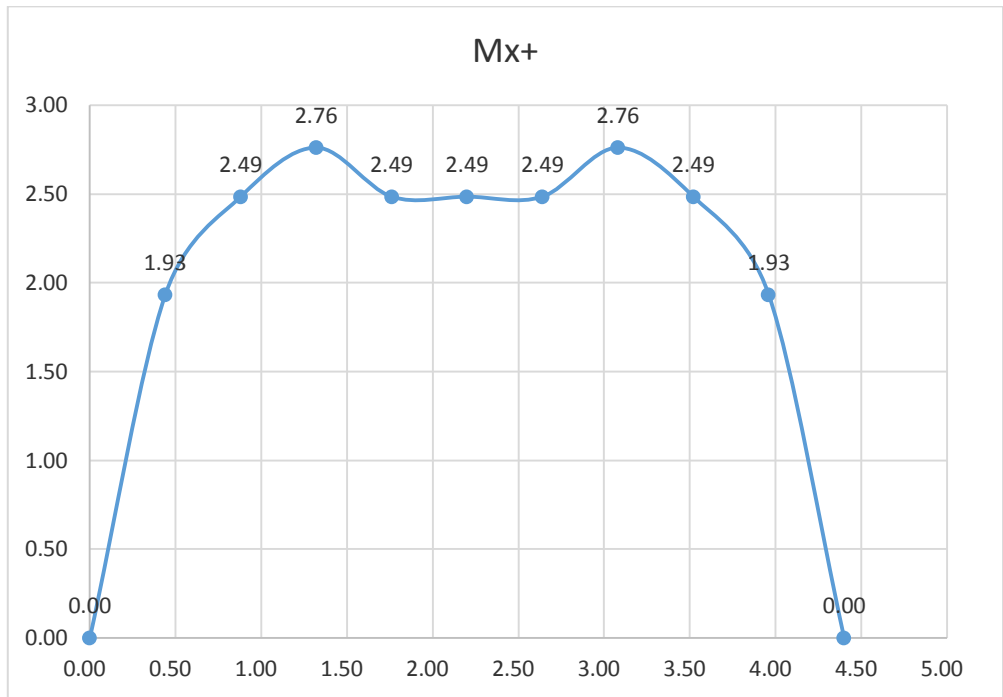


Figura 38: grafico de los momentos positivos y negativos sentido X, cimentación

Fuente: elaboración propia

En este gráfico, nos indica los resultados del momento positivo y negativo en sentido X en donde podemos observar que sus puntos más críticos llegan a 2.76.

Luego para el momento en Y, el grafico será de la siguiente manera

Tabla 82: Datos para graficar

x	y
0.00	0.00
1.01	2.76
2.03	4.69
3.04	6.08
4.06	6.63
5.07	6.90
6.08	6.63
7.10	6.08
8.11	4.69
9.13	2.76
10.14	0.00

Fuente: elaboración propia

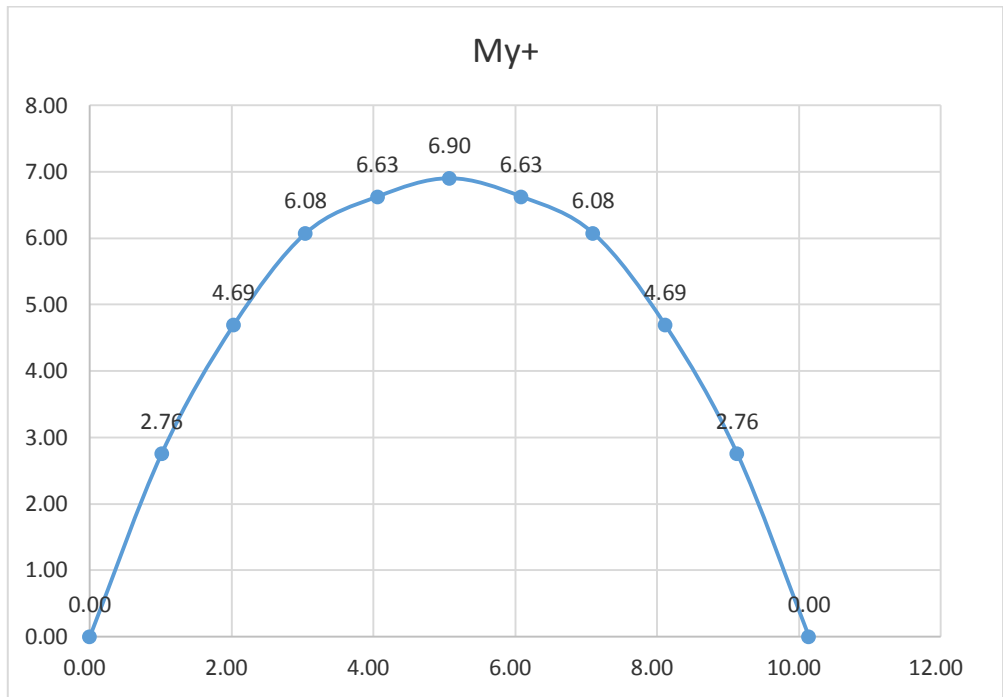


Figura 39: grafico de los momentos positivos y negativos sentido Y, cimentación

Fuente: elaboración propia

En este gráfico, nos indica los resultados del momento positivo y negativo en sentido Y en donde podemos observar que su punto más crítico llega a 6.90.

ANEXO 5: Diseño de la presa de tierra

$$\text{Altura(H)}=3\text{m}$$

$$\text{Ancho de cresta(Ac)}=3.6 \times \sqrt[3]{H}-3=3.6 \times \sqrt[3]{3}-3=2.20\text{m}$$

Margen libre (f)=2m. Para este dato es necesario conocer que:

$$H<50\text{m: } f=2\text{m}$$

$$50\text{m}<H<100\text{m: } f=3\text{m}$$

$$H>100\text{m: } f=3.5\text{m}$$

El material a emplear para el dique es el que está al menor alcance. En este caso se considera la arena y grava de la cantera Menocucho.

Esta afirmación se sustenta con el siguiente texto extraído del documento PSI- El canal Moro, el cual fue otorgado por el ANA

CANTERAS

“En la zona de los trabajos de los diferentes proyectos no existen mayores problemas para el abastecimiento de material para los agregados, sean del tipo grueso (piedra, grava y/o canto rodado) y del tipo fino (arena gruesa o fina), ya que los ríos o quebradas, de los cuales se capta el agua, tienen en aceptables cantidades estos materiales y en calidades normales y sin presencia de sales dañinas al cemento.

Se ha observado que las características físico-mecánica que muestran estos materiales son muy aceptables, por no decir excelentes, se afirma esto porque se trata de materiales lavados, limpios y que no tienen presencia sustantiva de materia orgánica. La explotación de los materiales no reviste mayores inconvenientes para su extracción del tipo abierta y en forma manual, explotación muy típica de la gran mayoría de los casos en la zona y muchas de la región y aún del País, salvo el caso de la Cantera de El Milagro, en el Distrito de La Esperanza, distante a unos 10 Km. desde la ciudad de Trujillo, cuya extracción, cernido, selección y carguío es realizado con maquinaria.

Si bien no es el caso referirnos a la calidad del agua para las obras en que se emplea concreto, así como para el empleo de pastas o morteros, merece indicar que la calidad del agua tiene la calidad correspondiente, ya que su labor es agradable, no es dura (disuelve el jabón) y en épocas ausentes de avenidas no previstas, es de tipo limpia ó clara. En conclusión, no se necesita ningún aditivo para prevenir sulfatos, ni tipos especiales de cemento para lograr las calidades de

resistencia a la rotura por compresión, tomadas para el diseño estructural de las obras planteadas.

Para el caso de la presente obra se recomienda la cantera de agregados denominada Caballo Muerto, ubicada en Distrito de Laredo, a una distancia de 08 Km. aproximadamente hasta la ubicación de la Obra, ó también sería apropiada la cantera de Menocucho, distante 07 Km.”

Los taludes se calcularon en base al material mencionado y de la siguiente manera:

$$\text{Talud anterior}=2.5:1=2.5\times 3\text{m}=7.5\text{m}$$

$$\text{Talud posterior}=2:1=2\times 3\text{m}=6\text{m}$$

Durante el análisis en el software Slide, se detectaron filtraciones despreciables; sin embargo, se considera colocar una geomembrana HDPE de 0.75mm con tal erradicar completamente este percance.

ANEXO 6: Diseño del aliviadero

Considerando la capacidad máxima de los canales, tenemos que:

$$Q_d = Q_{\text{canal incaica}} + Q_{\text{canal moro}}$$

$$Q_d = 1.2 + 2.5$$

$$Q_d = 3.7 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Teniendo en cuenta la profundidad de la quebrada.

$$Y_{\text{máx}} = 3 \text{ m}$$

Se estima la altura del aliviadero

$$Y_n = 1.5 \text{ m}$$

Posteriormente haciendo uso del Manual del ANA, pág. 41. Se determina la longitud del vertedero utilizando la fórmula de Weisbach para obtener una longitud corta.

$$L = \frac{Q_d \times 3}{2 \times \mu \times \sqrt{2g} \times h^{3/2}} = \frac{3.7 \times 3}{2 \times 0.50 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times 0.90^{3/2}} = 2.94 \text{ m} \approx 3.00 \text{ m}$$

ANEXO 7: Diseño de sistema de canales hidráulicos

Diseño de caídas en serie

Se tuvo en cuenta el libro de Diseño Hidráulico de Sviatoslav Krochin, Pág. 269; y el procedimiento es el siguiente:

Canal general

Calculando "T"

$$T=Y_n+Z_b=0.38+0.65=1.03\text{m}$$

Calculando el caudal unitario "q"

$$q=\frac{Q}{b}=\frac{3.7}{3}=1.233\text{m}^3/\text{seg}$$

El agua cae con un movimiento acelerado contrayéndose gradualmente el grueso del chorro. Junto al fondo del cajón este calado contraído d1 está en función a la fórmula:

$$d1=\frac{q}{0.95\times\sqrt{2g\times(T-d1)}}=\frac{1.233}{0.95\times\sqrt{2\times 9.81\times(1.03-d1)}}$$

$$d1=0.351\text{m}$$

Posteriormente ese tirante contraído se alza, incrementa su valor a d2 según a continuación

$$d2=d1\times\frac{(-1+(1+8q^2/(g\times d1^3))^{0.5})}{2}=0.351\times\frac{(-1+(1+8\times 1.233^2/(9.81\times 0.351^3))^{0.5})}{2}$$

$$d2=0.807\text{m}$$

Calculando la longitud de la parábola que forma el chorro "Lp"

$$Lp=1.35\times q^{1/3}\times\sqrt{2b+0.167\times q^{2/3}}=1.35\times 1.233^{1/3}\times\sqrt{2\times 3+0.167\times 1.233^{2/3}}$$

$$Lp=3.602\text{m}$$

Calculando la longitud del resalto "Lr"

$$L_r = 3.2 \times (Y_n) = 3.2 \times (0.38) = 1.216 \text{ m}$$

Calculando "L"

$$L = L_p + L_r = 3.602 + 1.216 = 4.818 \text{ m}$$

Sub canal incaica

Calculando "T"

$$T = Y_n + Z_b = 0.25 + 0.30 = 0.55 \text{ m}$$

Calculando el caudal unitario "q"

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{1.2}{2} = 0.6 \text{ m}^3/\text{seg}$$

El agua cae con un movimiento acelerado contrayéndose gradualmente el grueso del chorro. Junto al fondo del cajón este calado contraído d1 está en función a la fórmula:

$$d_1 = \frac{q}{0.95 \times \sqrt{2g \times (T - d_1)}} = \frac{0.6}{0.95 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times (0.55 - d_1)}}$$

$$d_1 = 0.269 \text{ m}$$

Posteriormente ese tirante contraído se alza, incrementa su valor a d2 según a continuación.

$$d_2 = d_1 \times \frac{(-1 + (1 + 8q^2 / (g \times d_1^3))^{0.5})}{2} = 0.269 \times \frac{(-1 + (1 + 8 \times 0.6^2 / (9.81 \times 0.269^3))^{0.5})}{2}$$

$$d_2 = 0.487 \text{ m}$$

Calculando la longitud de la parábola que forma el chorro "Lp"

$$L_p = 1.35 \times q^{1/3} \times \sqrt{2b + 0.167 \times q^{2/3}} = 1.35 \times 0.6^{1/3} \times \sqrt{2 \times 2 + 0.167 \times 0.6^{2/3}}$$

$$L_p = 2.311 \text{ m}$$

Calculando la longitud del resalto "Lr"

$$L_r = 3.2 \times (Y_n) = 3.2 \times (0.25) = 0.80 \text{ m}$$

Calculando "L"

$$L=L_p+L_r=2.311+0.80=3.111\text{m}$$

Sub canal moro 2

Calculando "T"

$$T=Y_n+Z_b=0.34+0.0.60=0.94\text{m}$$

Calculando el caudal unitario "q"

$$q=\frac{Q}{b}=\frac{2.5}{2.5}=1\text{m}^3/\text{seg}$$

El agua cae con un movimiento acelerado contrayéndose gradualmente el grueso del chorro. Junto al fondo del cajón este calado contraído d_1 está en función a la fórmula:

$$d_1=\frac{q}{0.95 \times \sqrt{2g \times (T-d_1)}} = \frac{1}{0.95 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times (0.94-d_1)}}$$

$$d_1=0.296\text{m}$$

Posteriormente ese tirante contraído se alza, incrementa su valor a d_2 según a continuación

$$d_2=d_1 \times \frac{(-1+(1+8q^2/(g \times d_1^3)))^{0.5}}{2} = 0.296 \times \frac{(-1+(1+8 \times 0.6^2/(9.81 \times 0.296^3)))^{0.5}}{2}$$

$$d_2=0.745\text{m}$$

Calculando la longitud de la parábola que forma el chorro "Lp"

$$L_p=1.35 \times q^{1/3} \times \sqrt{2b+0.167 \times q^{2/3}} = 1.35 \times 1^{1/3} \times \sqrt{2 \times 2.5+0.167 \times 1^{2/3}}$$

$$L_p=3.069\text{m}$$

Calculando la longitud del resalto "Lr"

$$L_r=3.2 \times (Y_n)=3.2 \times (0.34)=1.088\text{m}$$

Calculando "L"

$$L=L_p+L_r=3.069+1.088=4.157\text{m}$$

Transición de entrada en el sub canal moro 1

Se realizó de acuerdo al libro Diseño de estructuras hidráulicas de Máximo Villón,
Pág. 15

Calculando "X"

$$X=\frac{B_1-B_2}{2}=\frac{3-2.5}{2}=0.25\text{m}$$

Calculando la longitud de transición "Ltr."

$$L_{tr.}=\frac{X}{\tan 25^\circ}=\frac{0.25}{\tan 25^\circ}=0.536\approx 0.60\text{m}$$

ANEXO 8: Cálculo de hectáreas a abastecer

Previamente vamos a considerar el dato fundamental de que para las 850 Ha se requiere 12,730,000 m³ de agua, entonces el aporte que realizarán los productos de esta investigación, se mostrará a continuación.

Hectáreas abastecidas por la presa de tierra

Aporte (m³)	Área (Ha)
12,730,000	850
41,738.24	X

$$X = \frac{850 \times 41,738.24}{12,730,000} = 2.79 \text{ Ha}$$

Tener en cuenta que 2.79 Ha serán abastecidas por la presa de tierra cada vez que se descargue, es decir, una vez iniciado el fenómeno y el nivel de recurso pluvial supere el nivel del aliviadero, cada 3.13h va a aportar dicha cantidad.

$$\text{Tiempo de descarga} = \frac{\text{Volumen de la quebrada (m}^3\text{)}}{\text{Caudal del aliviadero} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{seg}}\right)} = \frac{83,476.48}{3.7} = 22561.21 \text{ seg} = 6.267\text{h}$$

Sin embargo, como mencionamos anteriormente, la quebrada no se vaciará por completo, es decir, contamos con un volumen útil a partir de 1,5m desde la cota

inferior de la presa (altura total de 3m), por lo que contamos con un 50% del volumen de la quebrada y por consiguiente el tiempo se reduciría a la mitad, resultando 3.13h.

Por lo tanto, se va a abastecer 0.89Ha/h desde el funcionamiento del sistema de canales.

Hectáreas abastecidas por el tanque imhoff

Aporte (m3)	Área (Ha)
12,730,000	850
341.94	Y

$$Y = \frac{850 \times 341.94}{12,730,000} = 0.02283 \text{ Ha}$$

Esta área a satisfacer se realizará en el tiempo mostrado a continuación:

$$\text{Tiempo de descarga} = \frac{\text{Volumen del tanque imhoff (m3)}}{\text{Caudal del tanque imhoff} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right)} = \frac{341.94}{13} = 26.30\text{h}$$

Este periodo se refiere al funcionamiento que tendrá el tanque, por ello consideraremos que se utilizará en horas críticas, es decir, 2 horas en la mañana, tarde y noche; trabajando 6 horas al día.

$$\text{Tiempo real de descarga} = \frac{\text{Tiempo de descarga (h)}}{\text{Rendimiento} \left(\frac{\text{h}}{\text{día}} \right)} = \frac{26.30}{6} = 4.38 \text{ días}$$

Por lo tanto, sabiendo que el tanque imhoff aportará 228.32m² en un periodo de 4.38 días, el rendimiento real será de 2.17m²/h.

ANEXO 9: Estudio de Impacto Ambiental

Aspectos Generales

Para poder desarrollar nuestro estudio lo primero que debemos tener en cuenta son los aspectos que vamos a alterar es decir el aire, el suelo, el agua, la flora y fauna ya sea en forma de mejora o en beneficio de estas. Conforme pasa el tiempo se ha ido implementando mejoras de impacto ambiental para que los proyectos a realizar no malogren o deterioren los ambientes es por eso que se implementó la Norma Técnica Peruana ISO 14001 2015, la cual consiste en proporcionar a las empresas un marco de referencia con fines de cuidar el ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

Descripción del Proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad realizar tres diseños de los cuales serán un tanque imhoff, dique para embalsamiento de represa y canales con fines de derivación. Los cuales producirán mejoras para la población debido a que generará ingresos y podrá suministrar de agua a sus sembríos, como también podrá cambiar el clima del pueblo debido a que generara más proporción de agua y podrá irrigar

mayor porcentaje de sembríos o derivar a nuevas plantaciones como mencionamos anteriormente que tenían zonas desiertas, lo cual volvería más húmedo y también con el tanque imhoff habrá un cambio en su aire debido a que puede generar malos olores por la cercanía al pueblo.

Área de Influencia Ambiental

Nuestro proyecto se encuentra ubicado en el distrito de Laredo en el centro poblado san Carlos, en el cual se realizarán los proyectos de Tanque imhoff, dique y canales. Los cuales cambiarán el curso del transporte hacia sus cultivos y cambios en el medio ambiente.

Diagnóstico Ambiental

Actualmente el pueblo de san Carlos no cuenta con tachos de basura en su ambiente, así mismo para la parte exterior del pueblo se encuentra en total abandono debido a que no cuenta con plantaciones, también no cuenta con una carretera óptima para el pueblo ya que la parte interior del pueblo es trocha y esto ocurre a muchos levantamientos de polvo, pero también tiene una parte rica en flora en la parte inferior del pueblo tiene gran parte de plantaciones las principales son pan llevar, maíz, caña de azúcar, yuca y frutales.

Identificación y Evaluación de impactos socio ambientales

De acuerdo a la evaluación realizada por nosotros pudimos determinar que, en el momento del inicio del proyecto, ejecución y termino de obra, se podrá obtener beneficios para la sociedad de san Carlos dicho esto explicaremos cada uno de los procesos y en que beneficiaran y afectaran.

Inicio del proyecto: se realizará trazos y replanteo de las obras a ejecutar lo cual generara empleo a los pobladores del pueblo, así mismo afectara en el tránsito hacia sus parcelas por hora ya que nuestros proyectos interrumpirán el tránsito.

Ejecución de la obra: Se podrá dar más empleo a los pobladores debido a que se iniciaran los procesos de construcción, así mismo se interrumpirá con mayor tiempo los pases a chacras.

Termino de la obra: al término de la obra podremos beneficiar a los pobladores de San Carlos y también al sector de Galindo debido a que a través del tanque imhoff podremos irrigar sus parcelas de manera más económica y también con el dique en la quebrada de San Carlos reutilizaremos para irrigación lo cual a su vez impedirá el desbordamiento de la quebrada hacia sus parcelas o interrumpa el pase hacia sus sembríos o casas de campo.

Así mismo les ayudara en el comercio debido a que podrán tener mayor tiempo de irrigación en sus plantaciones las cuales podrán vender y generar ingresos con su principal herramienta de trabajo los cultivos.

Plan de manejo ambiental

De acuerdo al NTP ISO-14001 2015, se tendrá un control de los impactos ambientales para así tener manejo adecuado de los proyectos realizados y tener inspecciones para controlar la calidad de los proyectos.

ANEXO 10: Instrumento de recolección de datos: Ficha de registro

1. Aspectos generales		
a. Departamento:		
b. Provincia:		
c. Distrito:		
d. Periodo de diseño:		
e. Tipo de suelo:		
2. Aspectos del INEI		
a. Población:		
b. Tasa de crecimiento poblacional:		
3. Aspectos del CENEPRED		
a. Nombres de los canales:		
b. Área proclive a inundación:		
4. Aspectos del ANA		
a. Faja marginal San Carlos		
	Caudal máximo:	
5. Aspectos de La Junta de Usuarios de Moche		
Hectáreas abastecidas:		
Longitudes		
	El Moro:	
	La Incaica:	
6. Aspectos Normativos:		

ANEXO 11: Solicitudes para trámite de información

CARGO

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Trujillo, 27 de agosto del 2019

OFICIO N° 416-2019/PAIC-FI-UCV

Señor(a):
ING. CHAVEZ CASTRO MIGUEL ORLANDO
ALCALDE
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAREDO
LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD



Presente.-

De mi consideración:

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted y manifestarle que los estudiantes, **BLAS MARINAS STEVEN RENATO** y **NAMOC MOSTACERO, CRISTHIAN ARTURO**, se encuentran cursando el X Ciclo del Programa Académico de **INGENIERIA CIVIL**, en nuestra Universidad.

Dentro de su curricula vigente los estudiantes deberán llevar el curso de Desarrollo de tesis, motivo por el cual solicito a Ud. Tenga la bondad de brindar el apoyo necesario a los referidos estudiantes, permitiéndoles realizar su proyecto de investigación denominado **"DISEÑOS HIDRÁULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO-TRUJILLO 2019"** proyecto que, a su vez beneficiará a su Institución por el aporte que podría brindarles para su comunidad.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal.

Atentamente



Alan Yordan Valdivieso Velarde
D^{r.} Alan Yordan Valdivieso Velarde
DIRECTOR

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

C.C. File
JASR/lpza



Scanned with
CamScanner

Municipalidad Distrital de Laredo



Sr. Miguel Chávez Castro

Yo Steven Renato Blas Mariñas, identificado con DNI N° 72915327, actualmente soy estudiante del noveno ciclo de la Universidad César Vallejo de Trujillo y curso la asignatura de PROYECTO DE INVESTIGACIÓN I. Me presento y tengo el honor de solicitar lo siguiente:

- Plano topográfico de San Carlos, Nuevo San Carlos y de la quebrada San Carlos
- Plano de la red de alcantarillado de San Carlos y Nuevo San Carlos
- Plano de la red de agua potable de San Carlos y Nuevo San Carlos
- Estudios de suelos pertenecientes a las zonas cercanas a la carretera recién ejecutada y a la red de alcantarillado de San Carlos
- Permiso o autorización para realizar calicatas con el fin de obtener la capacidad portante del suelo para realizar futuros diseños de obras de saneamiento

Atentamente,

Steven Blas

Trujillo, 4 de julio del 2019.



Descripción: solicitud de información a la municipalidad los datos mencionados.

ANEXO 12: Estudio de mecánica de suelos



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑOS HIDRÁULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO - TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : BLAS MARIÑAS, STEVEN - RAMOC MOSTACERO, CRISTHIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

Calicata	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS						
			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm ³)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	Pu (g/cm ³)	Qadm. (Kg/cm ²)	
C-1	E-1	TANQUE IMHOFF	1.50 m	1.56	63.42	15.47	21.11	34	27	7	ML-CL	A-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-1	E-2	TANQUE IMHOFF	3.50 m	3.83	11.85	10.15	78.00	25	22	3	GP-GM	A-1-a (0)	-	-	-	-	1.578	2.41



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑOS HIDRÁULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO - TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : BLAS MARRÍAS, STEVEN - RAMOC MOSTACERO, CRISTHIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

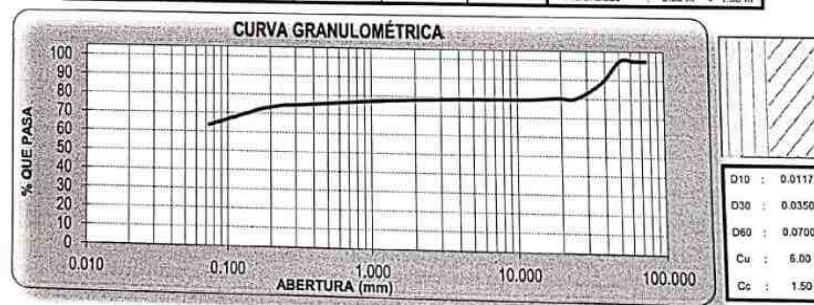
FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / TANQUE IMHOFF / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
Peso de muestra seca luego de lavado : 731.63
Peso perdido por lavado : 1268.37

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	10.83%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	227.18	11.36	11.36	88.64	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	167.91	8.40	19.75	80.25		L Líquido : 34
3/4"	19.050	0.00	0.00	19.75	80.25		L Plástico : 27
1/2"	12.700	17.34	0.87	20.62	79.38	Ind. Plasticidad : 7	
3/8"	9.525	2.30	0.12	20.74	79.26	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	4.22	0.21	20.95	79.05		Clas. SUCS : ML-CL
No4	4.178	3.22	0.16	21.11	78.89		Clas. AASHTO : A-4 (3)
No8	2.360	9.80	0.49	21.60	78.40	Descripción de la Muestra	
No10	2.000	3.21	0.16	21.76	78.24		SUCS: Arcilla limosa y fco grava con arena
No16	1.180	14.73	0.74	22.50	77.50		AASHTO: Suelos limosos / Regular a malo
No20	0.850	13.29	0.66	23.16	76.84	Tiene un % de finos de = 83.42%	
No30	0.600	14.69	0.73	23.89	76.11		
No40	0.420	15.50	0.78	24.67	75.33		
No50	0.300	13.58	0.68	25.35	74.65	Descripción de la Calicata	
No60	0.250	7.52	0.38	25.72	74.28		
No80	0.180	33.05	1.65	27.38	72.62		
No100	0.150	35.47	1.77	29.15	70.85	C-1 : E-1 Profundidad : 0.30 m - 1.50 m	
No200	0.074	148.64	7.43	36.58	63.42		
< No200		1268.37	63.42	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑOS HIDRÁULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO - TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : ELIAS MARGAS, STEVEN - GAMOC MOSTACERO, CRISTHIAN

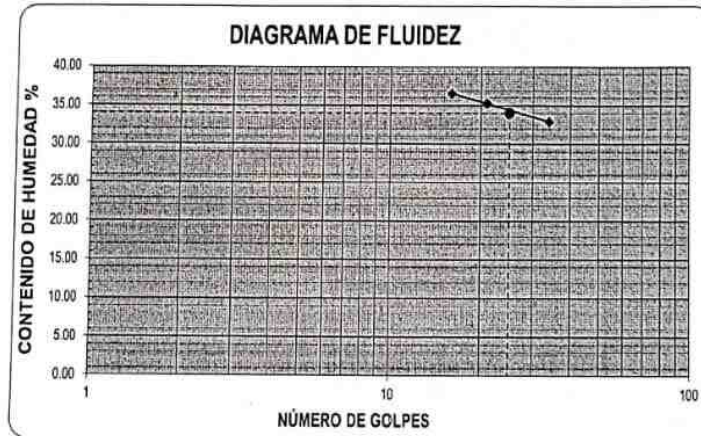
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS BALDARA

UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / TANQUE IMHOFF / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	16	21	34	-	-
N° de golpes	16	21	34	-	-
Peso de tara (g)	10.26	10.02	10.10	10.91	10.73
Peso de tara + suelo húmedo (g)	16.04	14.47	14.30	11.66	11.43
Peso tara + suelo seco (g)	14.52	13.31	13.26	11.51	11.27
Contenido de Humedad %	36.54	35.26	32.91	25.00	29.63
Límites %	34			27	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -4.819 \ln(x) + 49.911$$



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

Fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



Scanned with CamScanner

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D - 2216**

PROYECTO : DISEÑOS HIDRÁULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO - TRUJILLO 2019
SOLICITANTE : BLAS MARIÑAS, STEVEN - RAMOS MOSTACERO, CRISTHIAN
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA : C-1 / E-1 / TANQUE RHOF / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.78	51.94	51.49
Peso del tarro + suelo humedo (g)	147.17	144.83	137.41
Peso del tarro + suelo seco (g)	137.78	135.75	129.07
Peso del suelo seco (g)	86.00	83.81	77.58
Peso del agua (g)	9.39	9.08	8.34
% de humedad (%)	10.92	10.83	10.75
% de humedad promedio (%)	10.83		

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑOS HIDRÁULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO - TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : BLAS MARÍAS, STEVEN - FAMOC MOSTACERO, CRISTHIAN

RESPONSABLE : ING BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

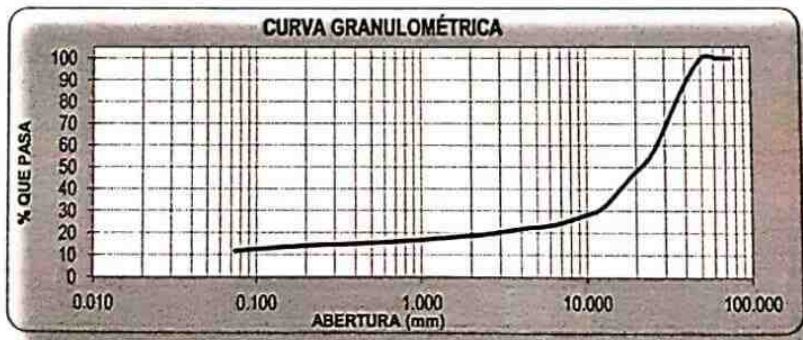
FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-2 / TANQUE N°-07 / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1753.00
 Peso perdido por lavado : 237.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	3.83%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
						Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	298.90	14.95	14.95	85.06	L Líquido : 25
1"	25.400	562.90	28.15	43.09	56.91	L Plástico : 22
3/4"	19.050	208.45	10.42	53.51	46.49	Ind. Plasticidad : 3
1/2"	12.700	290.64	14.53	68.04	31.96	
3/8"	9.525	83.73	4.19	72.23	27.77	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	81.21	4.06	76.29	23.71	Clas. SUCS : GP-GM
No4	4.75	34.23	1.71	78.00	22.00	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
No6	2.360	55.68	2.78	80.79	19.21	
						Descripción de la Muestra
No10	2.000	9.41	0.47	81.26	18.74	SUCS: Grava mal graduada con limo
No16	1.180	28.93	1.45	82.70	17.30	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No20	0.850	16.83	0.84	83.55	16.45	Tiene un % de finos de = 11.85%
No30	0.600	13.51	0.68	84.22	15.78	
No40	0.425	12.13	0.61	84.83	15.17	
No50	0.300	9.17	0.46	85.29	14.71	
No60	0.250	4.03	0.20	85.49	14.51	
No80	0.180	9.71	0.49	85.97	14.03	
No100	0.150	7.62	0.38	86.35	13.65	
No200	0.075	35.92	1.80	88.15	11.85	Descripción de la Calicata
< No200		237.00	11.85	100.00	0.00	C-1 : E-2
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 1.50 m - 3.50 m



D10	: 0.0624
D30	: 11.2170
D60	: 26.7943
Cu	: 429.07
Cc	: 75.20

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000 Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑOS HIDRÁULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO - TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : ELIAS MARGAS, STEVEN - GAMOC MOSTACERO, CRISTHIAN

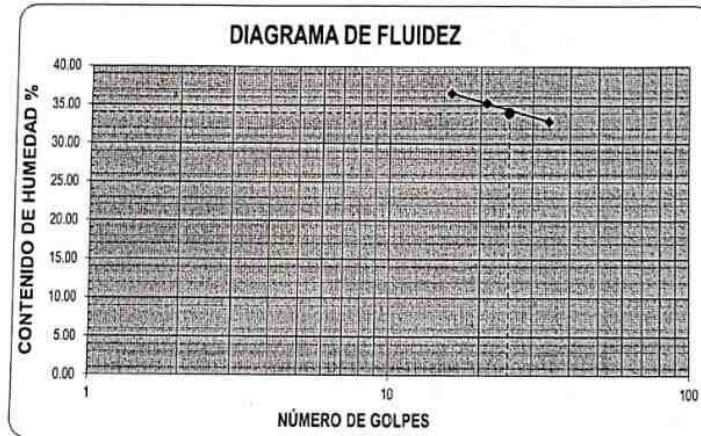
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS BALDARA

UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / TANQUE MHDF / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	16	21	34	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.26	10.02	10.10	10.91	10.73
Peso de tara + suelo húmedo (g)	16.04	14.47	14.30	11.66	11.43
Peso tara + suelo seco (g)	14.52	13.31	13.26	11.51	11.27
Contenido de Humedad (%)	36.54	35.26	32.91	25.00	29.63
Límites (%)	34			27	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -4.819 \ln(x) + 49.911$$



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

Fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



Scanned with CamScanner



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑOS HIDRAULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO - TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : BLAS MARIÑAS, STEVEN - RAMOS MOSTACERO, CRISTHIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-2 / TANQUE AHOFF / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	54.90	50.21	51.55
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	207.19	200.12	204.55
Peso del tarro + suelo seco (g)	201.58	194.35	199.16
Peso del suelo seco (g)	146.68	144.14	147.61
Peso del agua (g)	5.61	5.77	5.39
% de humedad (%)	3.82	4.00	3.65
% de humedad promedio (%)	3.83		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



Scanned with
CamScanner



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

C-1 / E-2

PROYECTO : DISEÑOS HIDRÁULICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR SAN CARLOS, LAREDO - TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : BLAS MARIÑAS, STEVEN - RAMOS MOSTACERO, CRISTHIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-2 / TANQUE IMHOFF / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_1 q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNF	γ =	1.191	ton/m ³	Relación de Poisson	ν =	0.30
Peso Unitario del Suelo debajo del NNF	γ' =	1.578	ton/m ³	Módulo de elasticidad del suelo	E_s =	844.00 Kg/cm ²
Profundidad de cimentación (ZAPATA)	=	2.00	m	Factor de forma y rigidez cimentación corrida	C_e =	79.00 cm/m
Factor de seguridad	=	3		Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	C_s =	82.00 cm/m
Profundidad de cimiento corrido	=	1.00	m	Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	C_r =	112.00 cm/m
Sobrecarga en la base de la cimentación	$q = \gamma D =$	2.38	ton/m ²			
Sobrecarga en la base de la cimentación corrido	$q = \gamma D =$	1.19	ton/m ²			

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

Ángulo de fricción ϕ	C (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ (Vesic)	N_q/N_c	Tan ϕ
28.68	0.007	27.178	15.868	18.455	0.679	0.547

CIMENTACIÓN CORRIDA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.66	0.89	0.03
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.81	0.94	0.04
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.95	0.98	0.05
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	3.24	1.08	0.07
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.54	1.18	0.10

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admissible} = 2.41$ Kg/cm²
 $q_{admissible} = 24.05$ tn/m²
 $Q = 34.63$ tn
 $S = 0.26$ cm

CIMENTACIÓN CUADRADA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
1.20	1.20	1.68	1.55	0.60	7.22	2.41	0.26
1.30	1.30	1.68	1.55	0.60	7.30	2.43	0.28
1.50	1.50	1.68	1.55	0.60	7.48	2.49	0.33
1.80	1.80	1.68	1.55	0.60	7.74	2.58	0.41
2.00	2.00	1.68	1.55	0.60	7.91	2.64	0.47

CARGA ADMISIBLE BRUTA

34.63 tn

CIMENTACIÓN RECTANGULAR							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.20	1.37	1.46	0.67	6.77	2.26	0.27
1.20	1.50	1.54	1.44	0.68	6.92	2.31	0.33
1.50	1.80	1.57	1.46	0.67	7.26	2.42	0.44
1.80	2.00	1.61	1.49	0.64	7.62	2.54	0.55

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO		
SUCS	GP-GM	
AASHTO	A-1-e (0)	
ϕ^*	C (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ³)
28.68	0.007	1.578

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



ANEXO 13: Fotografías de la zona de estudio

Foto N° 1: Faja marginal de quebrada San Carlos



Descripción: Observando la faja marginal (encauzamiento de quebrada San Carlos), material propio de la zona, esta parte es aguas debajo de canal el moro.

Foto N° 2: Faja marginal de quebrada San Carlos



Descripción: Aguas arriba del canal la incaica.

Foto N°3: Faja marginal de quebrada San Carlos



Descripción: Observación de material de faja marginal, roca enchapada.

Foto N°4: Vista general de faja marginal y canales moro y incaica



Descripción: Observando los desniveles que existen desde el canal la incaica hacia el moro.

Foto N°5: Canal el moro



Descripción: Observando el tirante del canal, material revestido de concreto y la dirección del flujo.

Foto N°6: Canal el moro



Descripción: Observando que el flujo no es constante y es controlado por una compuerta, solo se activa de acuerdo a la cantidad comprada por los pobladores.

Foto N°7: Canal la incaica



Descripción: Canal sin revestir, también el flujo no es contante, es un ramal del canal el moro.

Foto N°8: Comisión de usuarios de agua “el moro”



Descripción: Visita a la comisión para que nos brinden información acerca de los cultivos y las hectáreas que irrigan, el canal el moro.

Foto N°9: Junta de usuarios distrito de riego moche valle de santa catalina



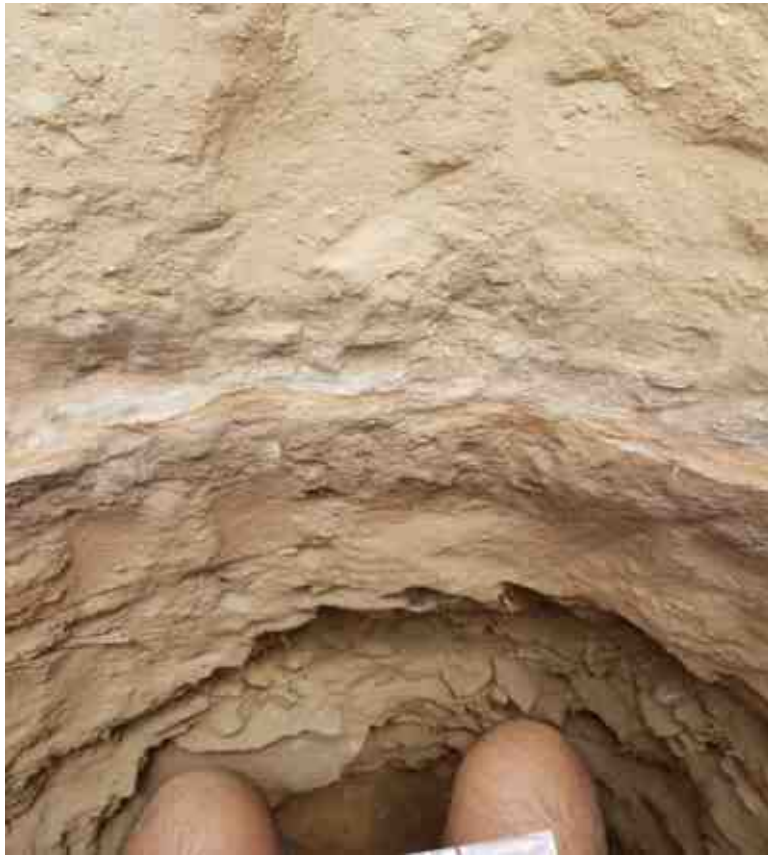
Descripción: Pedir información de canal el moro hectáreas abastecidas, longitudes, etcetera.

Foto N°10: Empezando calicata para tanque imhoff



Descripción: Excavación de calicata, para obtener las propiedades del suelo.

Foto N°11: Calicata tanque imhoff



Descripción: extracción de los estratos del suelo

Foto N°11: Calicata tanque imhoff



Descripción: Buzón recolector de alcantarillado, va al tanque imhoff.