



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: HIDRÁULICA



**EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y
PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN
EN EL DISTRITO DE COASA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:
SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: HIDRÁULICA**

JULIACA – PERÚ
2024



**UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: HIDRAÚLICA**

**EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y
PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN
EN EL DISTRITO DE COASA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:
SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: HIDRAÚLICA

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO :


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

ASESOR DE TESIS :


Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P51



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 540-2024-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 16 de diciembre del 2024

VISTOS:

El expediente N° 2024-013958 presentado por el (a) Bachiller, **SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA**, quien solicita nominación de jurados y Fecha y hora de sustentación de tesis, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez".

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller. **SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA**, con número de DNI. **42903283** y con número de matrícula **1610101060**, ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la tesis titulado: **EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **HIDRÁULICA** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez;

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 18° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, **COMITÉ DE INVESTIGACIÓN;**

Que, mediante Resolución N° 1190-2024-USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N° 1724-2024-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA Y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P51;**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos en su artículo 28° **DE LA SUSTENTACIÓN.**

Y estando, la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Director de la Escuela de Posgrado mediante acta de sorteo de jurado, con registro N° 00039 de fecha 11 de diciembre del 2024 se nomina jurados.

Que, conforme al artículo 66° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que *la Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación científica original de actualidad y de alto valor científico;*

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el artículo 76° del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR APTO para la sustentación presencial del informe final de la investigación (BORRADOR DE TESIS), del (la) Bach: **SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**, Mención: **HIDRÁULICA**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - NOMINAR JURADOS para la sustentación presencial y defensa de la tesis a los siguientes docentes ordinarios:

Presidente	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Primer miembro	: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Segundo miembro	: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
Asesor	: Dr. ARNALDO YANA TORRES

ARTÍCULO TERCERO. - PROGRAMAR FECHA Y HORA de sustentación como se detalla:

Fecha	: Miercoles 18 de diciembre del 2024
Hora	: 05:00 p.m.
Lugar	: Aula N° 309 EPG-UANCV-JULIACA

ARTÍCULO CUARTO. - el Director de la Escuela de Posgrado queda encargado del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



Dr. Leopoldo Videspino Canani Curi
DIRECTOR (e)



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 01724-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 22 de octubre de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-012118 de fecha 30 de Setiembre de 2024, el (la) Bach. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA, con DNI N° 42903283, código de matrícula N° 1610101060, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis); INFORME N° 00693-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 17 de octubre de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-012118 el (la) Bach. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024** Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P51**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**, mención: **HIDRÁULICA**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** al Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis).

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del **ASESOR Dr. ARNALDO YANA TORRES**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 00693-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, titulado: **EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024** presentado por el (la) Bach. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como **ASESOR** al (a) Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA 'NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ'
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Leopoldo Wenceslao Cerdeira Cast
DIRECTOR (e)

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 01190-2024-USA-EPG/UANCV**

Juliaca, 21 de agosto de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-09642 de fecha 05 de agosto de 2024, el (la) Bach. **SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA**, con DNI N° 42903283, código de matrícula N° 1610101060, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; **INFORME N° 00299-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" del 15 de agosto de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-09642 el (la) Bach. **SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA**, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024** Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P51**, para optar el **GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** con mención en: **HIDRÁULICA**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del **ASESOR MGTR. ARNALDO YANA TORRES**, quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración del trabajo de investigación (Tesis) de acuerdo a la **DIRECTIVA N° 004-2019-UANCV-VRAD-OI**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 00299-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulado: **EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024** presentado por el (la) Bach. **SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como **ASESOR** al **MGTR. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADODr. Leopoldo Huanca Condori Cari
DIRECTOR (a)



EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
4	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	www.municerroazul.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42903283
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-4895-786X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02416058
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción – P51
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"  https://maps.app.goo.gl/hfxcn7C77QscT6ZUA
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03


Dr. Segundo Ortiz Cansaya
DIRECTOR
DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA, identificado con DNI Nro. 42903283, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: HIDRAÚLICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 30 de ENERO del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Quiero expresar mi más sincera gratitud a la divinidad, a Dios, por bendecirme con el regalo de unos padres que han trabajado incansablemente para hacer realidad este sueño mío. Agradezco profundamente por su constante apoyo y por fortalecer mi fe en nuestro creador.

De igual manera, extiendo mi agradecimiento a toda mi familia, en especial a mis padres, quienes siempre han estado a mi lado. Desde el momento en que emprendí este recorrido, me han brindado su apoyo incondicional, acompañándome en cada paso del camino.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada profesional de la universidad que contribuyó con el desarrollo de la presente investigación a través de sus conocimientos, experiencia y consejos.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE DE CONTENIDOS..... iii

ÍNDICE DE TABLAS..... vii

ÍNDICE DE FIGURAS..... viii

RESUMEN..... ix

ABSTRACT..... x

INTRODUCCIÓN..... xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática..... 13

1.2 Planteamiento del problema..... 14

 1.2.1 Problema general..... 14

 1.2.2 Problemas específicos..... 14

1.3 Justificación de la investigación..... 15

 1.3.1 Justificación técnica..... 15

 1.3.2 Justificación económica..... 15

 1.3.3 Justificación social..... 15

 1.3.4 Justificación ambiental..... 16

1.4 Objetivos..... 16

 1.4.1 Objetivo general..... 16

 1.4.2 Objetivos específicos..... 16

1.5 Importancia y alcance de la investigación..... 17

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación..... 17

 1.6.1 Limitaciones..... 17

 1.6.2 Delimitación..... 17

1.7 Hipótesis..... 17



- 1.7.1 Hipótesis general 17
- 1.7.2 Hipótesis específicas. 18
- 1.8 Variables 18
 - 1.8.1 Variable independiente 18
 - 1.8.2 Variable dependiente 18
- 1.9 Operacionalización de variables 18

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

- 2.1 Antecedentes de la investigación. 20
 - 2.1.1 Antecedentes internacionales 20
 - 2.1.2 Antecedente nacional..... 23
 - 2.1.3 Antecedente local 28
- 2.2 Bases teóricas..... 31
 - 2.2.1 Evaluación de Riesgos por Inundaciones..... 31
 - 2.2.2 Hidrología 35
 - 2.2.3 Río 37
 - 2.2.4 Cuencas hidrográficas 40
 - 2.2.5 Diseño estructural hidráulico 46
 - 2.2.5.1 Caudal 47
 - 2.2.5.2 Cauce del río..... 49
 - 2.2.5.3 Velocidad del río 51
 - 2.2.5.4 Periodo de retorno 52
 - 2.2.6 Defensas ribereñas 53
 - 2.2.6.1 Tipos de defensas ribereñas 55
- 2.3 Marco conceptual 57

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1 Enfoque de investigación..... 60



3.2	Método de investigación	60
3.3	Tipo de investigación.....	61
3.4	Nivel de Investigación.....	61
3.5	Diseño de investigación.....	62
3.6	Población y muestra	62
3.6.1	Población	62
3.6.2	Muestra.....	62
3.6.3	Técnicas e instrumentos de recolección.....	63
3.6.4	Técnicas	63
3.6.5	Instrumentos	63
3.7	Validación y de instrumentos y confiabilidad	63
3.7.1	Validación de instrumentos	63
3.7.2	Confiabilidad de instrumentos	64
3.8	Trabajos de campo.....	64
3.8.1	Recolección de materiales	64
3.8.2	Estudio topográfico	65
3.9	Pruebas en laboratorio	66
3.9.1	Limite liquido	66
3.9.2	Limite plástico	67
3.9.3	Índice de plasticidad.....	68
3.9.4	Análisis granulométrico	68
3.9.5	Estudio de caudales.....	69

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1	Resultados obtenidos	72
4.1.1	Identificación de zonas de alto riesgo y estado actual del suelo de la ribera del rio Coasa.....	72
4.1.2	Levantamiento topográfico de las zonas de riesgo y la determinación del caudal	72



4.1.3 Propuesta de diseño de estructura de protección en las riberas del río	
Coasa	90
4.2 Discusión de resultados	99
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS	104
ANEXOS	108



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	19
Tabla 2 Rutas de acceso a la zona de estudio	82
Tabla 3 Distribución granulométrica de las calicatas	88
Tabla 4 Límites de consistencias encontrados.....	89
Tabla 5 Categorización del suelo a 1 metro.....	89
Tabla 6 Categorización del suelo a 2 metros.....	90
Tabla 7 Puntos de BM.....	72
Tabla 8 Cotas de la zona de estudio en el margen derecho	73
Tabla 9 Cotas de la zona de estudio en el margen izquierdo.....	73
Tabla 10 Momento resistente	96
Tabla 11 Factor de seguridad.....	97



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ciclo hidrológico</i>	37
Figura 2 <i>Zona de estudio</i>	65
Figura 3 <i>Localización de la zona de estudio</i>	81
Figura 4 <i>Vista aérea de la localización de Coasa</i>	81
Figura 5 <i>Aspecto climático del río Coasa</i>	83
Figura 6 <i>Región expuesta por el río Coasa</i>	84
Figura 7 <i>Región expuesta por el río Coasa</i>	85
Figura 8 <i>Zona expuesta a causa del río Coasa</i>	85
Figura 9 <i>Zona expuesta a causa del río Coasa</i>	86
Figura 10 <i>Río Coasa</i>	86
Figura 11 <i>Niveles de riesgo</i>	87
Figura 12 <i>Levantamiento del río Coasa – barrio cantutas</i>	74
Figura 13 <i>Perfil longitudinal del margen derecho</i>	75
Figura 14 <i>Perfil longitudinal del margen izquierdo</i>	75
Figura 15 <i>Secciones transversales del río Coasa del barrio las cantutas</i>	76
Figura 16 <i>Diseño de un muro de contención</i>	91
Figura 17 <i>Presiones laterales del muro de contención</i>	93
Figura 18 <i>Puntos sobre para la estabilidad de muro</i>	96
Figura 19 <i>Presión generada en el terreno</i>	98
Figura 20 <i>Diseño final del muro de contención</i>	101



RESUMEN

La investigación, titulada "Evaluación de las riberas del río Coasa para la determinación de las zonas de riesgo de inundación y propuesta de diseño de estructuras de protección en el distrito de Coasa 2024", tuvo como objetivo principal identificar las zonas de riesgo de inundación en el distrito y proponer diseños de estructuras de protección adecuadas. Este estudio se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo y una metodología de investigación aplicada de tipo descriptivo. Los resultados del estudio indicaron que la zona de riesgo de inundación del río Coasa se localiza principalmente en el Barrio Cantutas. Los análisis del suelo en esta área revelaron la presencia de dos estratos diferenciados. El primer estrato, compuesto por materiales con un alto índice de plasticidad, sugiere una alta susceptibilidad a deformaciones y desplazamientos, clasificándose estos suelos como CL y CL-ML (limosos arcillosos y arcillosos limosos de baja compresibilidad). Además, la topografía de la ribera en esta zona presentó características que favorecen la erosión y el rápido escurrimiento superficial. La intervención propuesta cubrió una longitud total de 722.57 m². Los estudios hidrológicos determinaron un caudal máximo de 37.50 m³/s, lo que subraya la importancia de una estructura de protección efectiva. La solución seleccionada fue la construcción de un muro de gravedad. Las dimensiones de este muro se calcularon meticulosamente para maximizar su eficacia: la pantalla superior del muro (T1) fue diseñada con un ancho de 0.17 metros, la zapata (hz) con una altura de 0.30 metros para asegurar una base sólida y estable, un ancho de zapata (B) de 1.40 metros para una adecuada distribución de la carga y una altura total del muro (H) de 2.00 metros, diseñada para proteger eficazmente las riberas contra inundaciones y erosión.

Palabras clave: Muro de contención, defina ribereña, inundación.



ABSTRACT

The research, entitled "Evaluation of the Coasa riverbanks for the determination of flood risk zones and proposed design of protection structures in the Coasa 2024 district", had the main objective of identifying flood risk zones in the district and proposing appropriate protection structure designs. This study was carried out using a quantitative approach and a descriptive applied research methodology. The results of the study indicated that the flood risk zone of the Coasa River is mainly located in Barrio Cantutas. Soil analysis in this area revealed the presence of two differentiated strata. The first stratum, composed of materials with a high plasticity index, suggests a high susceptibility to deformations and displacements, classifying these soils as CL and CL-ML (silty clay loam and silty clay loam of low compressibility). In addition, the topography of the riverbank in this area presented characteristics that favor erosion and rapid surface runoff. The proposed intervention covered a total length of 722.57 m². The hydrological studies determined a maximum flow of 37.50 m³/s, which underlines the importance of an effective protection structure. The selected solution was the construction of a gravity wall. The dimensions of this wall were meticulously calculated to maximize its effectiveness: the upper wall screen (T1) was designed with a width of 0.17 meters, the footing (hz) with a height of 0.30 meters to ensure a solid and stable base, a footing width (B) of 1.40 meters for adequate load distribution, and a total wall height (H) of 2.00 meters, designed to effectively protect the banks against flooding and erosion.

Keywords: Retaining wall, riparian definition, flooding.



INTRODUCCIÓN

El distrito de Coasa, ubicado en la región de Puno, enfrenta desafíos significativos debido a su vulnerabilidad a inundaciones, especialmente en las riberas del río Coasa. Estas inundaciones no solo amenazan la infraestructura y la agricultura locales, sino que también ponen en riesgo la seguridad y el bienestar de las comunidades ribereñas. La falta de estructuras de protección adecuadas y un entendimiento incompleto de las zonas más vulnerables han exacerbado los efectos de estos eventos naturales. Esta tesis se centra en una evaluación exhaustiva de las riberas del río Coasa con el objetivo de identificar las zonas de alto riesgo de inundación. Utilizando métodos de análisis geotécnico y hidrológico, junto con tecnologías de modelado avanzado, esta investigación busca proporcionar un mapa detallado de las áreas más susceptibles a inundaciones.

Además, el estudio propone el diseño de estructuras de protección innovadoras que no solo mitiguen los impactos de las inundaciones, sino que también se integren de manera sostenible con el entorno natural y socioeconómico del distrito. La investigación se lleva a cabo en un momento crítico, dado el aumento de eventos climáticos extremos posiblemente vinculados al cambio climático, haciendo que este trabajo no solo sea relevante sino imperativo para la planificación a largo plazo y la resiliencia de Coasa.

Esta tesis contribuye al campo de la ingeniería civil mediante la combinación de análisis técnico y consideraciones ambientales y sociales, proponiendo soluciones que son técnicamente viables y sostenibles.

En el Capítulo I, se abordan aspectos fundamentales de la investigación, como la identificación de la situación problemática, la formulación de los objetivos y la definición operativa de las variables involucradas. En esta sección se delinea el marco contextual de la problemática a investigar, sentando las bases para el desarrollo del estudio.



En el Capítulo II, que corresponde al marco teórico, se examinan detalladamente investigaciones previas y fuentes bibliográficas relevantes que proporcionan sustento a nuestra investigación. Aquí, además de revisar estudios relacionados, se utiliza material de referencia clave y se construye el marco conceptual, el cual sirve como pilar teórico y guía para el análisis de la problemática estudiada.

El Capítulo III está dedicado a la metodología de la investigación, donde se detalla de manera exhaustiva el tipo y nivel de estudio, el diseño metodológico, así como los procedimientos específicos y los instrumentos empleados para la recolección y el análisis de los datos. En esta parte también se describe la estructura organizativa y técnica del estudio, proporcionando un panorama claro sobre el enfoque metodológico seguido a lo largo de la investigación.

Finalmente, en el Capítulo IV, que trata sobre los resultados y la discusión, se presentan de manera organizada los hallazgos obtenidos a partir del análisis de datos. En esta sección se interpretan los resultados, estableciendo conexiones con los objetivos iniciales y discutiendo su relevancia en función del marco teórico. Los resultados se utilizan como fundamento para la formulación de conclusiones y sugerencias que surgen al concluir el estudio.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.

A nivel internacional, la gestión de riberas de ríos ha cobrado importancia debido al aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos asociados al cambio climático. Un ejemplo relevante es el río Mississippi en los Estados Unidos, donde la combinación de urbanización descontrolada y prácticas inadecuadas en la gestión de cuencas ha llevado a inundaciones catastróficas. Este caso destaca la necesidad de implementar estrategias integrales de gestión de riberas que consideren tanto las infraestructuras de protección física como la restauración de ecosistemas naturales para mitigar el riesgo de inundaciones. En el contexto peruano, la problemática se intensifica por la variabilidad climática y la topografía del país, que propician la ocurrencia de fenómenos naturales extremos como El Niño Costero, afectando principalmente a las regiones costeras y andinas. Un caso ilustrativo es la ciudad de Piura, que sufrió inundaciones devastadoras en 2017. Estos eventos evidencian deficiencias en la gestión territorial y en el diseño de infraestructuras de protección existente, resaltando la urgencia de desarrollar proyectos que integren conocimientos técnicos avanzados y consideraciones ambientales y sociales.



En el distrito de Coasa, la situación es crítica debido a la falta de infraestructura adecuada para la gestión y contención de crecidas del río Coasa. La combinación de precipitaciones intensas y la deforestación en áreas circundantes ha aumentado la vulnerabilidad del área a inundaciones. A esto se suma la insuficiente evaluación y monitoreo de las zonas de riesgo, lo que dificulta la implementación de medidas preventivas y la respuesta efectiva ante emergencias. La necesidad de diseñar e implementar estructuras de protección que sean sostenibles y adaptadas a las condiciones locales es imperativa para garantizar la seguridad de las comunidades y la integridad del ecosistema.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el estado actual de las riberas del río Coasa para la identificación de zonas en riesgo de inundación y propuesta de estructuras de protección en el distrito de Coasa 2024?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es la topografía de ambos márgenes de las riberas y caudales máximos del río en estudio del distrito de Coasa?
2. ¿Cuáles son las zonas con riesgo de inundación mediante programa ArcGIS en las riberas del río en estudio del distrito de Coasa?
3. ¿Cuál es la propuesta de diseño de estructuras de protección para la protección de las áreas inundables en el distrito de Coasa?



1.3 Justificación de la investigación.

1.3.1 Justificación técnica

Esta investigación es fundamental para desarrollar un entendimiento profundo de las dinámicas fluviales y las condiciones actuales de las riberas del río Coasa. Mediante la evaluación detallada de las riberas y el análisis hidrológico y hidráulico, se identificarán las áreas más susceptibles a inundaciones. Esto permitirá diseñar estructuras de protección como muros de contención, barreras naturales y sistemas de alerta temprana que son esenciales para proteger la infraestructura y las poblaciones locales. La implementación de estas soluciones basadas en evidencia técnica facilitará una gestión más efectiva de los recursos de agua y la mitigación de desastres.

1.3.2 Justificación económica

Las inundaciones en el distrito de Coasa han resultado en pérdidas económicas significativas debido a daños en infraestructura, viviendas, y áreas agrícolas. La propuesta de este estudio no solo busca reducir la frecuencia y severidad de estos eventos, sino también optimizar la inversión en infraestructura de protección. Al implementar estructuras basadas en un estudio riguroso, se maximizarán los beneficios económicos al prevenir futuras pérdidas económicas significativas causadas por inundaciones, asegurando así un desarrollo más sostenible y resiliente.

1.3.3 Justificación social

La seguridad y bienestar de los habitantes del distrito de Coasa dependen directamente de la efectividad de las medidas de protección contra inundaciones. Este proyecto tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de la comunidad local, al reducir el riesgo de desastres naturales que afectan directamente a las poblaciones vulnerables. Además, la participación comunitaria en el diagnóstico y diseño

de soluciones aumentará la conciencia sobre la gestión del riesgo de desastres y fortalecerá la cohesión social en torno a la seguridad ambiental.

1.3.4 Justificación ambiental

El enfoque de este estudio no solo es técnico y preventivo, sino también profundamente ecológico. Las estructuras de protección diseñadas buscarán integrarse armoniosamente con el entorno natural, promoviendo la conservación de los hábitats ribereños y la biodiversidad. Además, al prevenir la erosión y los daños a los ecosistemas fluviales, el proyecto contribuye a los esfuerzos de sostenibilidad ambiental. Esto es esencial para mantener los servicios ecosistémicos que el río Coasa ofrece a la región, como el suministro de agua dulce, la regulación del clima y el sustento de la biodiversidad local.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar las riberas del río Coasa para la identificación de zonas en riesgo de inundación y propuesta de estructuras de protección en el distrito de Coasa 2024.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Determinar la topografía de ambos márgenes de las riberas y caudales máximos del río en estudio del distrito de Coasa.
2. Identificar las zonas con riesgo de inundación mediante programa ArcGIS en las riberas del río en estudio del distrito de Coasa.
3. Definir la propuesta de diseño de estructuras de protección para la protección de las áreas inundables en el distrito de Coasa.

1.5 Importancia y alcance de la investigación

Es esencial debido a su impacto en la prevención de desastres, protección ambiental y económica. Al identificar las áreas de alto riesgo de inundaciones y proponer estructuras de protección adecuadas, tu investigación puede minimizar los impactos adversos sobre las comunidades y las infraestructuras locales, evitando grandes pérdidas económicas.

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación

1.6.1 Limitaciones

La investigación puede enfrentar limitaciones relacionadas con la disponibilidad y calidad de los datos históricos de inundaciones, lo cual podría impactar la precisión de los análisis. Además, variaciones futuras en los patrones climáticos podrían alterar las condiciones hidrológicas del río Coasa, afectando la predictibilidad de los resultados a largo plazo.

1.6.2 Delimitación

La tesis se concentra en el distrito de Coasa durante el año 2024, limitando el estudio a las riberas del río Coasa y enfocándose en la evaluación de riesgo de inundaciones. Se examinarán únicamente las estructuras de protección más adecuadas para la región, como muros de contención y renovación de diques, basándose en características hidrográficas y geológicas específicas del área.

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

Las riberas del río Coasa contará con alto riesgo de desbordes, las zonas en riesgo de inundación serán mayores y la propuesta de estructuras de protección en el distrito de Coasa 2024, será, muros de contención.



1.7.2 Hipótesis específicas.

1. La topografía de ambos márgenes de las riberas es accidentada y los caudales máximos del río en estudio del distrito de Coasa, resultaran mayores al de la capacidad de encausamiento.
2. Las zonas con riesgo de inundación mediante programa ArcGIS en las riberas del río en estudio del distrito de Coasa, serán las zonas más llanas y con bajo margen de protección.
3. La propuesta de diseño de estructuras de protección para la protección de las áreas inundables en el distrito de Coasa, serán muros de contención en la mayor parte de las riberas del río.

1.8 Variables

1.8.1 Variable independiente

Zonas de riesgo de inundación y diseño de estructuras de protección

- Mapa de vulnerabilidad
- Muros de contención

1.8.2 Variable dependiente

Riveras del río Coasa

- Estado actual
- Topografía
- Caudal

1.9 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Independiente					
Zonas de riesgo de inundación y diseño de estructuras de protección	Áreas susceptibles a inundaciones donde se requieren estructuras para mitigar riesgos.	Áreas identificadas mediante estudios geológicos y hidrológicos como propensas a sufrir inundaciones.	Evaluación de riesgo y protección de riberas	Mapa de vulnerabilidad Muros de contención	Hojas de cálculo, equipos de laboratorio.
Dependiente					
Riveras del río Coasa	Características físicas y condiciones actuales de las orillas del río Coasa que pueden influir en la respuesta a las inundaciones.	Estado y configuración de las riveras que podrían cambiar ante eventos de inundación.	Estado actual Topografía Caudal	Condición del suelo Perfil longitudinal Volumen de agua	Estudios topográficos, medición de flujos



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según (Videla, 2023) en su investigación "Diseño hidrológico de las defensas fluviales del río Camiña en un contexto de cambio climático: Camiña, Chile", se hará con el fin de lograr el objetivo antes mencionado. La modelización pluviométrica se realizará con la ayuda del producto reticular CR2MET, que ha sido ajustado en el pasado con datos recogidos en la región. Una vez creada la línea de base, se evaluarán las previsiones de cambio climático empleando cinco modelos del proyecto CMIP6 bajo el escenario SSP5-8.5. Estos modelos se escalarán estadísticamente utilizando el enfoque Quantile Delta Mapping (QDM). Durante el proceso de verificación del diseño hidrológico de las obras, se utilizarán los caudales producidos. Tanto el modelo IPSL-CM6A-LR como el CanESM5 demostraron un aumento de la precipitación máxima diaria anual, así como de los caudales asociados a un periodo de retorno en un futuro lejano. Esto indica que algunos perfiles transversales del canal han alcanzado su capacidad máxima. A la luz de estos resultados, es posible que sea necesario revisar el diseño hidráulico de las obras con un planteamiento



fijo para adaptarse al cambio climático. IPSL-CM6A-LR demostró el rebase con la técnica HUS (T=100 y T=150) así como con Verni-King (T=150), mientras que CanESM5 sólo demostró el rebase con Verni-King (T=150). Por otra parte, los modelos MIROC-ES2L, MPI-ESM1-2-LR y CNRM-CM6-1-HR no consiguieron superar las defensas. Sin embargo, sí demostraron un aumento de la precipitación máxima diaria anual que iba unido a un tiempo de retorno más largo que el observado en el pasado durante uno de los periodos previstos. Los resultados obtenidos muestran evidencia de una tendencia al aumento de eventos extremos en el futuro, lo cual sugiere la necesidad de revisar el diseño de las obras de defensas fluviales en la cuenca de Camiña, Chile. Dentro de los modelos del proyecto CMIP6, se observó un incremento en las precipitaciones de diseño en uno o ambos periodos proyectados (futuro cercano y lejano) respecto a las precipitaciones históricas. En el futuro lejano, CanESM5 e IPSL-CM6A-LR presentaron los caudales más altos, inundando las defensas en la modelación HEC-RAS del proyecto. CanESM5 mostró un caudal de 302.7 m³/s en T=150 con el método HUS-SCS, mientras que IPSL-CM6A-LR registró caudales de 393.4 m³/s y 311.9 m³/s en T=150 con HUS-SCS y Verni-King, respectivamente.

Según (Marijnissen et al., 2021) en su investigación "Reducción del riesgo de inundaciones mediante defensas paralelas contra inundaciones: estudio de caso de una zona costera multifuncional de protección contra inundaciones", en este artículo se evalúa la seguridad de un sistema de doble dique, también conocido como diques gemelos. Este sistema consta de dos líneas paralelas de defensas contra inundaciones, cuya fuerza combinada durante las tormentas debe evitar inundaciones en el interior. Se puede implementar una alcantarilla para el intercambio de agua de mar por mareas, permitiendo nuevos usos de la tierra en el área entre los diques, como la acuicultura, la agricultura salina, la restauración de marismas y la extracción de arcilla. Cuyo objetivo es cuantificar los beneficios de protección contra inundaciones que ofrecen las defensas paralelas y facilitar su integración en estrategias multifuncionales de protección contra inundaciones.



Para el subconjunto de sistemas costeros de doble dique con un dique más alto hacia el mar (como en el estudio de caso), los resultados muestran solo una mejora insignificante en la protección contra inundaciones en comparación con un sistema de un solo dique. Con la adición de una alcantarilla en el primer dique, el riesgo de inundación se reducirá únicamente si el segundo dique hacia tierra es lo suficientemente alto como para retener agua en caso de que la alcantarilla no se cierre durante tormentas comunes. Estos sistemas de doble dique se implementan principalmente para usos potenciales de la zona entre diques, como la restauración de la naturaleza, más que como una medida para mejorar significativamente la protección contra inundaciones. Según los resultados del modelo, es poco probable que el dique frontal más alto en el área del estudio de caso sea superado por grandes volúmenes de agua. Sin embargo, es probable que las condiciones de las olas durante eventos de alto desbordamiento erosionen el dique y llenen rápidamente el área entre los diques. Debido a su baja altura de cresta, el segundo dique se desbordaría en este escenario, no reduciendo significativamente la probabilidad de inundaciones, aunque puede retrasar el inicio de las inundaciones en el interior. En lugar de desbordar o romper el dique frontal, es más probable que se alcancen profundidades de agua de hasta 4 metros entre los diques si no se cierra la alcantarilla que conecta el área interior con el mar. Por lo tanto, el segundo dique es necesario para reducir los riesgos relacionados con la alcantarilla, en lugar de cualquier falla del dique principal. En general, no se puede esperar una reducción significativa en el riesgo de inundaciones de los sistemas costeros de doble dique cuando el primer dique hacia el mar es más alto que el segundo dique hacia tierra.

Según (Romero & Soto, 2022) en su investigación "Analizar los riesgos financieros, administrativos y técnicos para la construcción de un muro de contención a gravedad sobre la rivera del Río Magdalena, en el corregimiento de Puerto Bogotá municipio de Guaduas-Cundinamarca", Este proyecto surge de la problemática que atraviesa el centro poblado de Puerto Bogotá, donde la socavación en la ribera del río Magdalena ha generado la

necesidad de construir un muro de contención a gravedad tipo gavión. Se realizó un análisis de riesgos financieros, administrativos y técnicos utilizando las herramientas proporcionadas por el PMBOK, determinando que esta solución constructiva es adecuada para la contención requerida. El muro de contención a gravedad tipo gavión, tomado como referencia debido a su buen desempeño en el sector, ha demostrado ser eficaz en la contención del terreno. Mediante un análisis DOFA y una matriz de riesgos, se estableció que la intervención realizada hasta el momento abarca la mitigación de 34 metros lineales afectados, lo que representa el 25.37% de la afectación total, que es de 134 metros lineales. En la fase de ejecución, el proyecto podría enfrentar riesgos importantes, como el encarecimiento de los materiales de construcción, especialmente el acero. Además, existen riesgos naturales externos que no pueden ser controlados desde la fase de planificación, como fuertes lluvias que podrían provocar crecientes en el río Magdalena, obligando a suspender el proyecto y, en algunos casos, a perder el avance logrado. Desde el punto de vista técnico, el muro de contención a gravedad existente en el sector, que se utilizó como referencia para estimar la obra de mitigación necesaria, ha cumplido satisfactoriamente su propósito. Construido hace aproximadamente 20 años, ha resistido con éxito la exposición a los elementos naturales, indicando que la solución de implementar el mismo sistema constructivo para mitigar los daños existentes es viable. No se han presentado asentamientos irregulares que afecten la estructura ni la estabilidad de la obra. En conclusión, el análisis de riesgos y la evaluación técnica indican que la construcción de un muro de contención a gravedad tipo gavión es una solución viable y efectiva para abordar la problemática de socavación en la ribera del río Magdalena en Puerto Bogotá.

2.1.2 Antecedente nacional

Según (Pareja, 2023) en su investigación "Evaluación y diseño para la defensa ribereña del río Cachi margen derecho en el centro poblado de Cangari-Chihua, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho - 2022", el objetivo general de la investigación fue evaluar y diseñar estructuras para mejorar la defensa ribereña del río



Cachi, margen derecha, en el centro poblado de Cangari-Chihua, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, en el año 2023. El propósito de este proyecto de investigación es investigar los diversos métodos y enfoques que se utilizan en la defensa de la ribera del río con el fin de tener una mejor comprensión de qué tan exitosos y sostenibles son estos métodos y enfoques en una variedad de contextos geográficos y ambientales. Se investigarán los factores que influyen en la eficacia de estas medidas y se sugerirán posibles soluciones para mejorar su rendimiento y reducir los efectos adversos que tienen en el medio ambiente cuando se aplican. Se logró construir con éxito una nueva defensa ribereña que tiene una superficie de 35 metros cuadrados y una capacidad de 30 metros cuadrados. La resistencia del hormigón será de 350 kg/cm². Se utilizará suelo de arena limosa para colocar el gavión que se empleará, que tendrá una altura de dos pulgadas. El caudal del río previsto es de 90,38 litros por segundo, y las rocas que se utilizarán tendrán un tamaño de entre 8 y 10 pulgadas para proporcionar protección suficiente a los habitantes. Se utilizará una forma rectangular para el diseño del gavión. La conclusión que se puede extraer de la evaluación de la defensa ribereña del río Cachi, margen derecha, en el centro poblado Cangari-Chihua es que los componentes actuales, constituidos por material recuperado del lecho del río, son casi inexistentes como consecuencia del arrastre de agua. En consecuencia, la defensa no ofrece suficiente estabilidad en el cerro. A pesar de que la gestión de los flujos es regular, la base del talud es inestable. La barrera contra la erosión es esencialmente inexistente y empeora con el tiempo, lo que dificulta el acceso a la carretera. La condición hidrológica del río Cachi mejorará como resultado de la instalación de un sistema de gaviones en la margen derecha del río, en el centro poblado de Cangari-Chihua. Es necesario que la construcción asegure el sostenimiento del talud, que no se deforme ni colapse hacia el río y que no obstaculice el cauce. Además de esto, se debe asegurar que el cauce permanezca dentro de los límites de la defensa ribereña, lo que redundará en una mayor defensividad y estabilidad.



Según (Olivos & Contreras, 2019), en su investigación "Diseño de una defensa ribereña mediante roca al volteo en la margen derecha del río Pativilca. tramo: Km 16 Al Km 20", señalan que la zona del proyecto de investigación se ubica en el distrito de Barranca de la provincia de Barranca, que se encuentra en la región Lima. Debido a la ocurrencia del fenómeno de El Niño Costero en 2016-2017, el cauce del río Pativilca se obstruyó en su totalidad, ocasionando la destrucción de algunas fortificaciones que ya se encontraban en el lugar, así como el deterioro de campos de cultivo. Un cauce irregular, degradado en sus costados y azolvado en el centro, con la creación de islas que provocan desbordamientos de agua, islotes que hacen que el cauce se extienda, e inundación de los terrenos que están alrededor del cauce, son características del tramo crucial que se está estudiando. Actualmente, existe el riesgo de que el río se haya desplazado hacia la margen derecha en la región de Providencia y Huayto, lo que provocaría la erosión de la ribera y pondría en peligro la agricultura que se encuentra en las inmediaciones. A la luz de las circunstancias ya existentes, es inequívoco que el flujo de agua continuará inclinándose en esa dirección particular. Teniendo en cuenta esta cuestión, el proyecto de investigación que se denominó «Diseño de una defensa ribereña utilizando roca volcada en la margen derecha del río Pativilca. Tramo: km 16 a km 20». Una vez concluidas las investigaciones preliminares de topografía, hidrología y mecánica de suelos, el siguiente paso fue pasar al diseño de la defensa. A efectos del diseño del dique, se calculó la anchura estable del canal utilizando cinco enfoques diferentes, con una duración de retorno de 35 años y un caudal máximo de 510,47 m³/s. Los resultados de estos cálculos fueron diferentes para cada una de las cinco vías. Además, se tuvo en cuenta la anchura del río en la actualidad y se eligió un valor de cien metros. La altura total del dique es de 4.30 metros, la altura del dique es de 3.00 metros, la holgura es de 1.25 metros, el francobordo es de 1.78 metros, la altura de la uña es de 1.30 metros y la altura del dique es de 3.00 metros. El presupuesto del proyecto es de S/. 2 920 949,96, que equivale a dos millones novecientos veinte mil novecientos cuarenta y nueve con 96/100 nuevos soles.



(Cerna & Arredondo, 2023) en su estudio titulado "Diseño de defensa ribereña mediante enrocado para prevenir desbordes del río Lurín, distrito de Pachacámac y Lurín, departamento de Lima", se constató que la falta de obras de defensa ribereña en el Perú es un tema persistente que debe ser atendido con la mayor prioridad. Las zonas de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad aún se encuentran en proceso de recuperación de las secuelas de la destrucción que desencadenó el Fenómeno de El Niño Costero en el año 2017. Con el propósito de determinar las regiones más cruciales y concentrar estratégicamente los recursos, se han realizado estudios de vulnerabilidad en todo el territorio peruano. En particular, en los ríos Chillón, Rímac y Lurín se han identificado sitios cruciales, lo que resalta la importancia de implementar acciones preventivas en estas regiones para evitar daños tanto a corto como a largo plazo. El objetivo de este estudio es identificar regiones de desborde e inundación a lo largo de un tramo del río Lurín que se encuentra entre los distritos de Pachacámac y Lurín. La investigación también proporcionará soluciones potenciales a estos problemas. Para lograr este objetivo, se describió la región analizada, se recopiló información sobre hidrología y morfología, se realizó una simulación hidráulica y se validó la posible solución. A través de la utilización de los datos obtenidos en la estación de Antapucro, fue posible hacer proyecciones sobre la probabilidad de ocurrencia de caudales máximos en el futuro. Esto permitió la construcción de una base de datos que contenía las ocurrencias potenciales para determinados períodos de tiempo. Así, según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, era factible determinar un caudal máximo de 113,08 m³/s para un período de retorno de 140 años, con un riesgo del 25% y una vida útil de 40 años. Esto para un período de retorno de 140 años. Una parte importante de la región investigada sufrió desbordamientos, que provocaron inundaciones y graves daños, como demostró la simulación hidráulica realizada en el presente escenario. La conclusión que se puede extraer es que, en el futuro, esta región seguirá viéndose afectada por inundaciones y desbordamientos. En consecuencia, es muy necesario que el gobierno tome medidas al respecto. Se determinó que seis vanos diferentes eran puntos importantes de



desbordamiento, y se recomendó la protección de esos segmentos. La longitud de la protección se ajustó en algunos de los tramos para evitar desbordamientos en regiones que no se descubrieron inmediatamente. El diseño del enrocado que se sugiere evitará, en consecuencia, cualquier posible desbordamiento del río Lurín, mejorando así la seguridad y la protección de los lugares afectados.

(Pérez, 2022) en su estudio titulado "Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente comuneros", esta investigación fue concebida como resultado de la necesidad de buscar las soluciones más efectivas para la implementación de la defensa ribereña del río Mantaro. Escollera, gaviones y muros de gravedad fueron los tres tipos de diseños que se analizaron con el fin de determinar cuál de las tres opciones para desarrollar una defensa de ribera era la más efectiva. El caudal del diseño se determinó aplicando la técnica de Creager o la de Wolfgang Trau, que dio como resultado un caudal de 3845,84 m³/s para un periodo de retorno (Tr) de 500 años. Para ello se siguió una metodología. Después se calcularon las características hidráulicas, las dimensiones y el diseño de cada estructura. Para demostrar la estabilidad del enrocado, se estudiaron la fuerza resistiva, la presión de flujo, el factor de estabilidad y el peso de la roca a lo largo del proceso de diseño del enrocado. La estabilidad de la estructura frente al deslizamiento y el vuelco se validó a lo largo del proceso de diseño de gaviones y muros de gravedad. Para ello se obtuvieron factores de seguridad superiores a 1,5 y fuerzas actuantes inferiores a la capacidad portante del suelo en el terreno. Se llevó a cabo el diseño hidráulico y estructural de las defensas fluviales, que incluían escolleras, gaviones y muros de gravedad. Este diseño tuvo en cuenta el comportamiento de las estructuras en épocas de máxima crecida así como en épocas de estiaje. Para el puente de Comuneros, situado en la margen izquierda del río Mantaro, estas construcciones pudieron satisfacer los requisitos de estabilidad. Con la ayuda de la aplicación ArcGIS, las características hidrológicas que se tuvieron en cuenta fueron las siguientes: una longitud de cauce (L) de 191,54 kilómetros, una pendiente de 0,469% y



una superficie de 11473,50 kilómetros cuadrados. Estas características se utilizaron para determinar el caudal de diseño. Los parámetros hidráulicos, que incluían la anchura del canal (B) de 206,00 metros, la profundidad del canal (Y) de 2,50 metros y la profundidad de socavación (Hs) de 1,80 metros, se obtuvieron mediante cálculos matemáticos. Estos parámetros se verificaron con la ayuda de los programas River y HEC-RAS, y se tuvieron en cuenta en el diseño de cada estructura que se propuso en esta investigación. En conclusión, se determinó que el muro de gravedad es la solución más eficaz para el diseño de la defensa ribereña. Esto debido a que satisface los requerimientos de estabilidad hidráulica y estructural, lo que le permite defender los terrenos agrícolas que se ubican en la margen izquierda del río Mantaro.

2.1.3 Antecedente local

Según (Huariccallo, 2019) en su investigación " Propuesta y diseño de defensa ribereña de enrocado en el río Coata - Puno 2019", se realizó debido al problema general del desborde del río Coata en el sector de Llucco, ocasionado por la erosión de taludes y la incapacidad de la sección del cauce para contener el caudal en periodos de máximas crecidas. Como objetivo general de este proyecto se espera proponer y diseñar un sistema defensivo ribereño para el río Coata en el sector de Llucco. Aquí se está llevando a cabo una investigación cuantitativa aplicada utilizando un diseño que no incluye la experimentación. Seiscientos setenta y siete metros de la ribera del río Coata en la porción de Llucco comprenden la población objeto de investigación. Utilizando ocho métodos estadísticos diferentes, se llegó a las conclusiones. Estos métodos incluyeron la distribución Normal, la distribución Log-Normal de 2 parámetros, la distribución Log-Normal de 3 parámetros, la distribución Gamma de 2 parámetros, la distribución Gamma o Pearson tipo III de 3 parámetros, la distribución Log-Pearson tipo III, la distribución Gumbel y la distribución Log-Gumbel. Se determinó un caudal máximo (Q_{max}) de 770.385 m³/s tomando la media aritmética de estas aproximaciones. Se utilizó el programa RIVER para construir la defensa fluvial a partir de este caudal máximo como base para el diseño. Para



la margen izquierda del río, se obtuvieron los siguientes parámetros: ancho de la cresta de 4,00 m, base de la presa de tierra de 15,37 m, altura de la presa de 3,70 m, altura del enrocado de 3,70 m, altura del enrocado de clavos de 3,20 m, ancho de la base del enrocado de 3. 20 m, ancho de la base del enrocado de clavos de 4,80 m, altura total de 6,90 m, inclinación del talud de $H=2,0$ y $V=1.0$ para zonas húmedas y secas, con una cubierta de lechada de 1,2 m, y un borde libre de 0,96 m. Las especificaciones del dique para el lado derecho del río son las siguientes: la anchura de la cresta es de 4,00 metros, la base del dique de tierra es de 18,8 metros, la altura del dique es de 3,70 metros, la altura del enrocado es de 3,70 metros, la inclinación del talud es de 2,0 metros, y la altura del enrocado es de 1,0 metros. Además, el dique tiene una cubierta de escollera de 0,5 metros y un borde libre de 0,96 metros.

Según (Vilca, 2022) en su investigación "Determinación de caudales máximos de diseño mediante métodos convencionales probabilísticos en la cuenca del río llave, Puno – 2022", el propósito de este estudio es estimar los caudales máximos de diseño que se pueden alcanzar mediante el uso de métodos probabilísticos convencionales para la cuenca del río llave en Puno. El nivel explicativo y la metodología de enfoque cuantitativo son las metodologías que se utilizan. La muestra no sólo comprende toda la cuenca del río llave, sino que la población de estudio abarca también toda la cuenca, dado que se examinará toda la cuenca en su totalidad. En el transcurso de la primera parte del proyecto de investigación, se utilizaron los datos de precipitación máxima en 24 horas que fueron recolectados del SENAMHI. Estos datos abarcaban un período de treinta años. Los datos hidrométricos de la cuenca, que incluían los caudales del río llave en su tramo inferior, antes de su ingreso al lago Titicaca, fueron utilizados con fines de comparación y estudio empleando los mismos procedimientos estadísticos. Después de una cuidadosa consideración, se encontró que los datos hidrométricos arrojarían resultados superiores para las fechas de retorno especificadas. Tras el establecimiento de los caudales máximos de diseño, se elaboró un plan para el diseño de una defensa ribereña con el fin de disminuir



los efectos destructivos de cualquier posible inundación futura que se anticipara en este esfuerzo de estudio. El estudio hidrométrico se llevó a cabo utilizando métodos probabilísticos estándar y modificaciones de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, utilizando los datos de caudales máximos anuales de la cuenca del río llave. Los resultados del análisis revelaron que la distribución Gamma de 2 parámetros ofrecía la mejor bondad de ajuste. A continuación se presentan los resultados: Para un período de retorno (T) de cinco años, se obtiene lo siguiente: Para un período de diez años, Q es igual a 537,14 m³/s; para un período de veinte años, Q es igual a 621,23 m³/s; y para un período de cincuenta años, Q es igual a 445,53 m³/s. Para un periodo de 100 años, Q es igual a 800,09 m³/s, y para un periodo de 200 años, Q es igual a 872,32 m³/s. Para prepararse ante la posibilidad de que los caudales superen el nivel de peligro de emergencia, se construyó una estructura preventiva. En este diseño se incorpora una defensa lateral de ribera tipo dique de escollera. Este diseño se desarrolló a partir de un examen de la forma de las riberas del río. Se realizó un levantamiento topográfico de una sección del río en una zona vulnerable y toda esta información se procesó utilizando programas informáticos como AutoCAD Civil 3D, HEC-RAS y RIVER. Los siguientes parámetros se incluyen en el diseño, que se basa en un caudal de 700,48 metros cúbicos por segundo y una duración de retorno de cuarenta años: 8,00 metros es la altura total del enrocado, 5,50 metros es la anchura de la corona, 6,00 metros es la altura del talud de enrocado y 2,00 metros es la altura de la punta.

Según (Hurtado, 2022), en su investigación "Evaluación de riesgos de inundación en áreas agrícolas y viviendas ribereñas por fenómenos hidrológicos de alta intensidad, Azángaro – Puno", el objetivo es identificar y evaluar la cantidad de riesgos de inundación que se presentan en el río Azángaro, más específicamente en la sección del distrito de San Juan de Salinas. Para cumplir con este objetivo, se realizó un levantamiento topográfico con Estación Total para caracterizar la región. El resultado de este levantamiento fue la creación de un modelo digital de elevación (TIM). Además, se



recopilaron datos hidrológicos de la institución SENAMHI con el fin de determinar la mayor cantidad de precipitaciones que se producen mensualmente sobre una base anual. Para realizar la modelación hidrológica con estos datos se utilizó una aplicación llamada HEC-RAS. Debido a que se fundamenta en la observación de hechos, su registro, comparación y categorización para hacer predicciones de ocurrencia mediante el uso de un modelo digital, este estudio se adhiere a una metodología lógica inductiva. La intensidad de la mayor precipitación anual en 24 horas se midió en 162,02 milímetros por hora, y se produjo en un período de tiempo muy corto de treinta minutos. De forma similar, se calcularon los caudales máximos para periodos de retorno de diez años ($Q = 135,61 \text{ m}^3/\text{s}$), cincuenta años ($Q = 184,35 \text{ m}^3/\text{s}$) y cien años ($Q = 419,63 \text{ m}^3/\text{s}$). En ambas márgenes del río Azángaro, los resultados revelaron que existían tramos agrícolas inundados en proporción a los periodos de retorno. Estas regiones afectaron a 422,78 ha, 650,77 ha y 990,80 ha de tierras de cultivo respectivamente. En base a los estudios realizados y teniendo en cuenta los costes de inversión, las medidas propuestas incluyen soluciones no estructurales como la zonificación mediante mapas de riesgo de inundación y el desarenado en los tramos más afectados por el desbordamiento del río Azángaro. El nivel de riesgo de inundación se estimó según los parámetros del INDECI, que evalúan la peligrosidad y la vulnerabilidad. Los resultados mostraron que el nivel de riesgo era medio, con una probabilidad del 37,5% de sufrir daños por estos fenómenos hidrológicos de alta intensidad.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Evaluación de Riesgos por Inundaciones

El análisis de los riesgos hidrológicos derivados de fenómenos naturales tanto en Perú como en otras regiones del mundo ha demostrado que las inundaciones representan el peligro más significativo y destructivo. Estos eventos resultan en considerables pérdidas en diversos sectores. Generalmente



provocadas por precipitaciones intensas que acompañan a eventos climáticos tales como huracanes y tormentas, las inundaciones elevan el nivel del agua en los cauces hasta provocar riadas. Este tipo de desastres naturales es uno de los más frecuentes en la historia humana y los que más impacto negativo tienen sobre las comunidades, con consecuencias en vidas humanas y pérdidas económicas y materiales (Vinatea & Palomino, 2022).

De manera general, las inundaciones se describen como la acumulación de agua en un terreno durante un período específico, causando daños a las actividades humanas y, por ende, efectos adversos en los aspectos sociales, económicos y ambientales. Estos fenómenos surgen directamente de precipitaciones y cambios climáticos severos o eventos naturales catastróficos (Löschner & Nordbeck, 2020)

En cuanto a su clasificación basada en origen y medidas de control, se identifican principalmente:

- Inundaciones por desbordamiento de cursos de agua: Ocurren cuando el agua supera los límites de su cauce principal y se extiende a las áreas adyacentes.
- Inundaciones por anegamiento debido a lluvias locales: Se presentan en terrenos que, debido a precipitaciones intensas y sostenidas, se saturan y exhiben incapacidad de infiltración, agravado por una red de drenaje inadecuada.



- Inundaciones por anegamiento a causa del afloramiento de aguas subterráneas: Se manifiestan cuando el nivel freático sube como resultado de lluvias prolongadas, típicamente en zonas de baja topografía.

Además, se diferencian las inundaciones por las áreas afectadas y las estrategias de protección aplicables:

- Inundaciones Urbanas: Afectan principalmente infraestructura urbana como energía, transporte y comunicaciones.
- Inundaciones Rurales: Tienen un impacto severo en la agricultura y, consecuentemente, en los medios de producción agrícolas.

La evaluación de riesgo por inundaciones debido a la falta de muros de contención es un análisis crítico que busca identificar, prever y cuantificar las posibles consecuencias de las inundaciones en áreas donde no existen estructuras físicas destinadas a controlar o limitar el flujo de agua. Este tipo de evaluación es de suma importancia en la planificación urbana y la gestión del riesgo de desastres, especialmente en regiones propensas a lluvias intensas o desbordes de ríos y mares (Espinoza & Gomez, 2023).

- Identificación de la Zona de Riesgo: Se determinan las áreas más susceptibles a sufrir inundaciones. Esto puede incluir zonas cercanas a ríos, lagos, o costas que están naturalmente expuestas a crecidas repentinas o incrementos en el nivel del agua.



- **Análisis de la Vulnerabilidad:** Se evalúa la vulnerabilidad de las infraestructuras existentes, como viviendas, redes eléctricas, y sistemas de drenaje. La falta de muros de contención aumenta significativamente la vulnerabilidad de estas estructuras.
- **Estimación de la Probabilidad y la Intensidad:** Se estudian las características hidrológicas y climatológicas de la región para estimar la frecuencia y severidad de las inundaciones esperadas. Modelos climáticos y registros históricos son herramientas claves en este proceso.
- **Evaluación de Impacto:** Se considera el impacto potencial en términos de daños materiales, pérdidas económicas, y efectos en la salud y seguridad de las poblaciones afectadas. La ausencia de muros de contención puede llevar a un aumento directo en la magnitud y extensión del daño durante un evento de inundación.
- **Preparación y Respuesta:** Parte de la evaluación incluye el desarrollo de planes de emergencia y respuesta rápida para mitigar los efectos de una inundación. La educación y la preparación de la comunidad son vitales, especialmente en lugares sin defensas estructurales adecuadas.
- **Recomendaciones y Medidas de Mitigación:** Aunque la instalación de muros de contención es una medida obvia, la evaluación también puede sugerir alternativas como la reubicación de comunidades, la mejora de los sistemas de drenaje, y la implementación de soluciones de infraestructura verde, que pueden ayudar a gestionar el exceso de agua de manera más sostenible.



2.2.2 Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia el agua en la Tierra, abarcando su distribución, circulación y propiedades físicas y químicas en todas sus formas y ubicaciones, tanto sobre la superficie terrestre como debajo de ella. Esta disciplina es fundamental para comprender cómo interactúan los diferentes cuerpos de agua, incluyendo ríos, lagos, glaciares, y aguas subterráneas, así como su relación con el medio ambiente y los seres humanos (Merritt, 2022).

En hidrología, el término "cauce de desecamiento" se refiere a la trayectoria específica que sigue el agua bajo la influencia de una fuerza gravitatoria, conduciéndola a fluir y converger en una ruta única y bien definida. Este canal natural está específicamente delineado para permitir el movimiento y la dirección del agua, facilitando así su desplazamiento eficiente hacia cuerpos de agua mayores o reservorios (Vilca, 2022).

En el ámbito de la hidrología, una cuenca hidrográfica se entiende como una unidad natural o territorio que se encuentra definido por características topográficas, específicamente por líneas imaginarias que corresponden a las crestas de los cerros y montañas. Estas líneas, denominadas "Divortium Aquarium", separan las diferentes cuencas y determinan los límites de cada una. Dentro de esta área, las precipitaciones que caen se concentran y fluyen en forma de escorrentía superficial, conduciendo el agua hacia un punto central de recolección. Este colector suele ser el curso de agua principal de la cuenca, habitualmente un río, que sirve como receptor y distribuidor del agua captada en la cuenca (Vilca, 2022).

El Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico, objeto de estudio principal de la hidrología, se refiere al proceso continuo y dinámico mediante el cual el agua se mueve a través de diferentes compartimentos del planeta, ya sea en su superficie, debajo de ella o en la atmósfera. Este



ciclo comienza con la evaporación del agua, tanto de los océanos como de los cuerpos de agua terrestres, además de la transpiración de las plantas. El vapor de agua generado asciende a la atmósfera, donde se condensa y forma nubes. Posteriormente, se produce la precipitación en forma de lluvia, nieve o granizo, que regresa el agua a la superficie terrestre. Una vez en la tierra, parte de esta precipitación fluye en forma de escorrentía superficial, desplazándose por ríos y arroyos hasta regresar a los océanos o ser almacenada temporalmente en lagos y embalses. Otra fracción del agua se infiltra en el suelo, recargando acuíferos y depósitos subterráneos. Asimismo, una porción de agua queda atrapada en forma de hielo y nieve en glaciares y capas polares, constituyendo reservas a largo plazo. Todo este ciclo es esencial para mantener el equilibrio hídrico en el planeta y es fundamental para la vida y los ecosistemas (Gay et al., 2023).

El ciclo hidrológico representa un proceso continuo y esencial que describe la circulación y distribución del agua en la Tierra. Este ciclo es vital para sustentar la vida en nuestro planeta y comprende cuatro fases fundamentales:

- **Evapotranspiración:** Este es el proceso combinado de evaporación del agua desde superficies como ríos, lagos y océanos, y la transpiración de las plantas, donde el agua es absorbida por las raíces y luego expulsada a la atmósfera a través de las hojas.
- **Precipitación:** Se refiere al agua que cae desde la atmósfera a la tierra en diversas formas, como lluvia, nieve, granizo o llovizna. Este fenómeno ocurre cuando las partículas de agua en la atmósfera se condensan en gotas lo suficientemente grandes como para precipitarse debido a la gravedad.
- **Infiltración:** Este proceso implica la absorción de agua en el suelo desde la superficie terrestre. Parte de esta agua permanece en la superficie y es

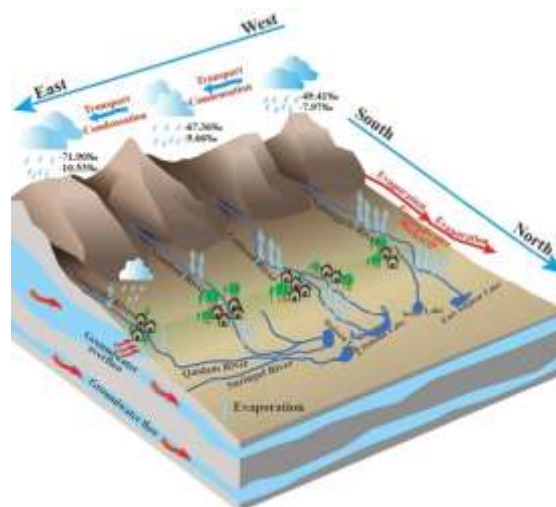
utilizada por la vegetación, mientras que otra parte se filtra más profundamente para recargar acuíferos subterráneos.

- Escorrentía: Finalmente, la escorrentía ocurre cuando el agua se mueve sobre la superficie de la tierra hacia cuerpos de agua más grandes, como ríos, lagos, y finalmente océanos. Este flujo puede ser influenciado por varios factores, incluyendo la topografía, la vegetación y las condiciones meteorológicas.

Cada una de estas etapas está interconectada y juega un papel crucial en la regulación del clima, la configuración de los ecosistemas y la disponibilidad de agua fresca para todas las formas de vida (Pareja, 2023).

Figura 1

Ciclo hidrológico



Nota: Tomada de (Zhang et al., 2023)

2.2.3 Río

Un río se define como una corriente de agua que fluye de manera continua y presenta un caudal determinado, el cual varía en función de factores ambientales y climáticos. El río puede culminar su recorrido desembocando en el mar, en un lago o en otro río, caso en el cual este último se denomina afluente. La sección final de un río, donde

descarga sus aguas en su destino final, se conoce como desembocadura. El caudal de un río no es constante, y las variaciones en su volumen de agua están regidas por su régimen hidrológico, lo que implica que durante o después de tormentas pueden presentarse fluctuaciones significativas en el flujo. En casos extremos, cuando el volumen de agua excede la capacidad del cauce para conducirla, puede ocurrir una crecida, provocando que el río se desborde y el agua se extienda sobre las áreas bajas o planas cercanas a sus márgenes. Este desbordamiento, conocido como inundación, puede tener lugar cuando el río no puede manejar el caudal adicional, mientras que el agua subterránea, también conocida como caudal basal, contribuye a la alimentación del río de manera más lenta y sostenida. Este caudal basal puede llegar incluso días, semanas o meses después de las lluvias que generaron la escorrentía inicial (Olivos & Contreras, 2019).

En las zonas bajas de los ríos, donde la pendiente del terreno es mínima y la capacidad del río para transportar sedimentos se reduce considerablemente, las crecidas pueden generar inundaciones. Estas inundaciones en áreas planas pueden traer consigo un impacto significativo en las comunidades cercanas, afectando tanto a asentamientos humanos como a zonas dedicadas a la agricultura, la industria y la infraestructura vial. Las consecuencias de estos eventos hidrológicos pueden ser devastadoras desde un punto de vista socioeconómico, ya que no solo perturban la vida cotidiana, sino que también pueden interrumpir actividades productivas clave. Para mitigar los riesgos asociados con las crecidas y controlar los niveles de agua en las llanuras de inundación, es fundamental aplicar medidas de protección. Entre las posibles soluciones se encuentran la limpieza y adecuación del cauce del río, la construcción de canalizaciones, y en algunos casos, el abovedamiento de ciertos tramos, así como otras estrategias estructurales destinadas a mejorar la capacidad del río para manejar grandes volúmenes de agua (Yu et al., 2024).

Para diferenciar adecuadamente y aplicar criterios adaptados a cada situación, es común clasificar los ríos considerando aspectos como la edad, la morfología y otras



características relevantes que son cruciales en el diseño, construcción y evaluación de estructuras fluviales. Cada clasificación tiene un propósito específico, aunque todas ellas apuntan a mejorar la comprensión del funcionamiento de los ríos y otros sistemas hidrológicos (Olayinka et al., 2022).

Los ríos se clasifican principalmente por su edad en jóvenes, maduros y viejos. Los ríos jóvenes, caracterizados por su forma en V y la alta variabilidad de sus cauces en sus fases iniciales, presentan menos complejidades estructurales naturales, lo que simplifica las intervenciones. En contraste, los ríos maduros, que se han expandido considerablemente, están rodeados por zonas agrícolas que limitan su crecimiento adicional. Además, la menor pendiente, la presencia de meandros, llanuras aluviales y un lecho más amplio son características distintivas de estos ríos. Por último, los ríos viejos, con su pendiente reducida y gran amplitud, aunque están bien definidos y encauzados, requieren intervenciones de ingeniería más complejas debido a su papel central en el sustento de comunidades y en actividades económicas como la agricultura y la ganadería (Gutiérrez & Reyes, 2020).

En el estudio de la morfología fluvial, los ríos pueden clasificarse en rectos, entrelazados y meándricos. La dinámica del flujo fluvial, influenciada por múltiples factores naturales, varía significativamente a lo largo del curso del río, lo que hace que la uniformidad en su trayectoria sea una rareza. Los cambios en las características de cada segmento del río, tales como la composición del lecho, las orillas y el sedimento, así como las particularidades geográficas del entorno, pueden dar lugar a la configuración de ríos meándricos o bifurcados (Gutiérrez & Reyes, 2020).

En cuanto a los ríos rectos, es prácticamente imposible encontrar ríos completamente rectos en la naturaleza, ya que tienden a desarrollar caminos sinuosos de manera inherente. No obstante, la intervención humana mediante diques puede alterar



este curso natural para crear cauces rectos. A diferencia de otros, los ríos entrelazados y meándricos son más frecuentes. La tendencia natural a la sinuosidad no solo favorece la formación de islas fluviales que fragmentan el caudal principal en múltiples brazos que divergen y convergen, sino que también, debido a la acumulación de sedimentos y a las pendientes pronunciadas en ciertos tramos, facilita la emergencia de ríos entrelazados (Hung et al., 2022)

Los ríos meándricos, caracterizados por sus pronunciadas curvas, son el resultado de una elevada sinuosidad en su trayectoria. Estos ríos, predominantemente aluviales, forman curvas que pueden tardar miles de años en desarrollarse, reflejando un proceso lento y gradual que es típico de estos sistemas fluviales (He et al., 2015).

2.2.4 Cuencas hidrográficas

Una cuenca hidrográfica es un territorio geográfico específico que recoge y canaliza todas las aguas provenientes de precipitaciones hacia un único sistema de drenaje natural, como un río principal. Esta región se encuentra delimitada por elevaciones del terreno, conocidas como la "divisoria de aguas" o "divisor de aguas", las cuales marcan los puntos más altos que determinan la dirección en la que fluirá el agua cuando ocurre la precipitación. El agua que cae dentro de los límites de la cuenca fluye por escorrentía y otros procesos hasta llegar a un punto común de concentración, generalmente un río u otro cuerpo de agua.

A medida que el agua desciende por la cuenca, se incorporan diversos afluentes y corrientes de menor envergadura, lo que incrementa el área total de la cuenca y, en consecuencia, el volumen de agua que contribuye al caudal del río principal. En términos prácticos, esto significa que a medida que el flujo avanza río abajo, la cuenca se expande al integrar más terrenos y corrientes, las cuales aportan más agua a la red fluvial, aumentando su capacidad y flujo. Este proceso es clave para comprender la dinámica de los sistemas fluviales y el comportamiento del agua en el entorno natural, ya que todos los



elementos de la cuenca trabajan de manera interconectada para alimentar el sistema de drenaje (Alvaro & Henriquez, 2018).

Elementos de la Cuenca

El río principal de una cuenca hidrográfica desempeña el papel fundamental de ser el colector primario de las aguas que fluyen dentro de dicho territorio. Es el encargado de recibir, canalizar y transportar el agua proveniente de las precipitaciones, los afluentes y otras fuentes de escorrentía hacia su destino final, ya sea un cuerpo de agua más grande como un mar, lago o, en algunos casos, otro río de mayor envergadura. La selección del río principal en una cuenca puede no ser siempre obvia y puede depender de varios criterios. Algunas veces, se elige en función de ser el curso fluvial más extenso, es decir, el que recorre la mayor distancia dentro de la cuenca. Otras veces, se elige por tener el mayor caudal medio, lo que indica que es el río que conduce la mayor cantidad de agua de forma sostenida a lo largo del tiempo.

Además, otro factor determinante en la elección del río principal puede ser su caudal máximo, es decir, la capacidad del río para transportar grandes volúmenes de agua durante eventos hidrológicos extremos como lluvias intensas o tormentas. Asimismo, la superficie total de la cuenca que abarca el río también puede influir en esta elección, ya que un río que drena una mayor extensión de territorio puede ser considerado como el principal por su relevancia dentro del sistema hidrológico. Este río principal no solo es crucial para el drenaje de toda el área de la cuenca, sino que su comportamiento hidrológico tiene un impacto directo en el funcionamiento general de la cuenca. Su capacidad para manejar el caudal y su respuesta a eventos climáticos influyen en los afluentes y en el manejo del agua en todo el sistema. Por lo tanto, el río principal actúa como una arteria esencial dentro de la cuenca hidrográfica, afectando tanto el flujo de agua como el equilibrio ecológico del territorio que atraviesa (Alvaro & Henriquez, 2018).



- **Los Afluentes:** Los afluentes son ríos o arroyos secundarios que se unen a un río principal, contribuyendo al flujo general de agua y sedimentos hacia sistemas mayores como lagos o mares. Estos tributarios tienen sus propias sub-cuencas, que son áreas menores dentro de la cuenca principal donde se recolecta el agua que eventualmente fluye hacia el afluente. La gestión y la salud de los afluentes son vitales porque regulan la cantidad y calidad de agua en la cuenca principal, soportando la biodiversidad y suministrando recursos hídricos para agricultura, industria y consumo humano. Además, los afluentes y sus sub-cuencas actúan como zonas de amortiguamiento durante eventos de lluvia intensa, ayudando a mitigar las inundaciones al absorber y desviar el flujo de agua.
- **El Relieve de la Cuenca:** El relieve de la cuenca comprende todas las características topográficas como montañas, colinas, quebradas, valles y mesetas. Este relieve no solo define la estética del paisaje, sino que es fundamental para la dinámica hidrológica y ecológica de la cuenca. Las zonas elevadas tienden a recibir más precipitaciones debido a la orografía, y estas áreas son cruciales para la recarga de acuíferos y la regulación del ciclo hidrológico. Por otro lado, los valles y las áreas más bajas juegan un papel crucial en el almacenamiento y depósito de sedimentos, que son vitales para la fertilidad del suelo en regiones agrícolas. Además, el relieve influye en la velocidad y dirección del flujo de agua, afectando patrones de erosión y sedimentación, lo que a su vez determina la formación de hábitats y la disponibilidad de recursos para la flora y fauna locales.
- **Obras Humanas:** Las obras humanas dentro de una cuenca incluyen infraestructura residencial, industrial, agrícola y de transporte, y tienen un impacto significativo en el ambiente natural de la cuenca. Estas actividades antropogénicas pueden alterar los patrones de drenaje natural y cambiar la

composición química y física del agua y los suelos. La urbanización y la expansión agrícola a menudo llevan a la deforestación y al cambio del uso del suelo, lo que puede aumentar la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, exacerbando la erosión y aumentando el riesgo de inundaciones catastróficas. Las obras de infraestructura como presas y canales pueden alterar el régimen hidrológico de los ríos, afectando los ecosistemas río abajo y la disponibilidad de agua para usos humanos y ecológicos. Además, la gestión inadecuada de estas obras puede llevar a la contaminación de las fuentes de agua, lo que afecta tanto a la salud humana como a la biodiversidad acuática y terrestre.

Partes de una Cuenca Hidrográfica

- **Cuenca Alta:** La cuenca alta se caracteriza por estar ubicada en las partes más elevadas de la cuenca hidrográfica. Aquí, el relieve montañoso y las fuertes pendientes predominan, facilitando procesos intensos de socavación, donde el agua fluye rápidamente, erosionando el suelo y las rocas. Esta zona es fundamental para la captura de precipitaciones, que se convierten en las fuentes principales de los ríos. Debido a la erosión, la cuenca alta contribuye con una gran cantidad de sedimentos y materiales terrosos que son arrastrados hacia las zonas más bajas. La gestión de esta área es crucial para prevenir la pérdida de suelo y minimizar el riesgo de deslizamientos y otros desastres naturales. Además, las cabeceras de los ríos en esta sección son esenciales para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Mariño, 2021).
- **Cuenca Media:** En la cuenca media, el terreno comienza a suavizarse y las pendientes son menos pronunciadas. Esta área actúa como un corredor de transición donde los sedimentos y el agua que vienen de la cuenca alta se estabilizan y fluyen más lentamente. La erosión es menos visible aquí



debido al equilibrio entre la sedimentación y el transporte de materiales. Los ríos en esta parte tienden a meandrar, formando valles intermedios donde la tierra es generalmente más fértil y apta para diversas actividades humanas, como la agricultura y la urbanización. La gestión de la cuenca media es vital para mantener el equilibrio hidrológico y prevenir la contaminación del agua, asegurando que los sedimentos y nutrientes se distribuyan de manera efectiva sin causar impactos negativos río abajo (Mariño, 2021).

- Cuenca Baja: La cuenca baja es donde los procesos de deposición predominan. Esta sección de la cuenca se encuentra generalmente en las áreas más planas, donde el río se expande y su velocidad disminuye, permitiendo que los sedimentos transportados se asienten. Las llanuras aluviales en esta zona son extremadamente fértiles y son áreas clave para la agricultura debido a los nutrientes acumulados. Sin embargo, también son susceptibles a las inundaciones durante períodos de lluvias intensas o deshielos rápidos. La gestión adecuada de las llanuras aluviales y las zonas húmedas en la cuenca baja es esencial para controlar las inundaciones, proteger la pureza del agua y mantener la salud de los ecosistemas acuáticos y terrestres. La conservación de humedales y la restauración de riberas son estrategias importantes para mejorar la retención de agua y la resiliencia de la cuenca ante eventos climáticos extremos (Mariño, 2021).

Tipos de Cuencas Hidrográficas

- Exorreicas: Las cuencas exorreicas son aquellas cuyas aguas finalmente fluyen hacia un mar u océano, representando el tipo más común de cuenca hidrográfica. Estas cuencas tienen sistemas de drenaje que atraviesan el continente, recogiendo aguas de afluentes y sub-cuencas, y conduciéndolas hacia un cuerpo de agua mayor. Los ríos más grandes y



conocidos, como el Amazonas, el Nilo y el Misisipi, son ejemplos de cuencas exorreicas. La gestión de estas cuencas es crucial para múltiples países y regiones, ya que soportan importantes actividades económicas como la agricultura, la industria y el transporte, además de ser vitales para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Rojas, 2023).

- **Endorreicas** Las cuencas endorreicas son aquellas donde las aguas fluyen hacia un lago o laguna que no tiene salida natural hacia el mar. Estas cuencas están generalmente ubicadas en áreas de baja precipitación y alta evaporación, lo que a menudo resulta en la formación de salares o lagos salados, como el Mar Caspio o el Salar de Uyuni. La gestión de las aguas en estas cuencas es un desafío debido a la acumulación de sales y otros minerales, lo que puede influir negativamente en la calidad del agua y limitar su uso para riego o consumo humano. Además, estas cuencas son importantes reservorios de biodiversidad adaptada a condiciones extremas y suelen ser centros de actividad minera y turística (Rojas, 2023).
- **Arreicas:** Las cuencas arreicas son menos comunes y se caracterizan porque en ellas las aguas se evaporan o se infiltran en el suelo antes de alcanzar cualquier río significativo o cuerpo de agua externo. Este tipo de cuencas es típico de regiones áridas o semiáridas donde la precipitación es escasa y las condiciones del suelo limitan la capacidad de transporte de agua. Un ejemplo notable es la Meseta Central de la Patagonia en Argentina, donde la escasez de agua y la baja densidad de la red hidrográfica influyen significativamente en el uso de la tierra y la vida silvestre. La gestión de recursos hídricos en estas áreas se enfoca en la conservación del agua y la adaptación a la escasez hídrica, a menudo mediante el uso de tecnologías de captación de agua de lluvia y sistemas de almacenamiento (Rojas, 2023).

2.2.5 Diseño estructural hidráulico

El diseño estructural hidráulico tiene como finalidad primordial garantizar que la infraestructura construida sea segura, eficiente y cumpla adecuadamente con los propósitos para los que fue diseñada. Para alcanzar estos objetivos, el proceso de diseño toma en consideración una serie de factores críticos que influyen directamente en la integridad y funcionalidad de la estructura (Echegaray & Quiroz, 2022).

- **Caudal y Velocidad del Agua:** Estos elementos son fundamentales para determinar la resistencia que debe poseer la estructura frente al flujo de agua. Una evaluación precisa del caudal y la velocidad permite diseñar estructuras capaces de manejar eficazmente las presiones hidráulicas durante condiciones normales y extremas.
- **Material de Construcción:** La selección del material adecuado es crucial, ya que debe poseer la durabilidad y resistencia necesarias para soportar las interacciones continuas con el agua y las variaciones ambientales. Materiales como el concreto reforzado, acero y materiales compuestos son comúnmente evaluados por sus propiedades de resistencia a la corrosión y su longevidad.
- **Topografía del Terreno:** Comprender la configuración del terreno donde se asentará la estructura es vital para su diseño. La topografía influye en el diseño del drenaje, la estabilidad estructural y la orientación de la construcción, asegurando que se minimice el impacto de la erosión y otros procesos geomorfológicos.
- **Condiciones Climáticas:** Las condiciones climáticas prevaletentes en el área de construcción afectan tanto el diseño como la operación de la estructura hidráulica. Factores como la precipitación, la temperatura y los eventos climáticos extremos se analizan para diseñar estructuras que

puedan resistir variaciones climáticas sin comprometer su funcionalidad o seguridad.

En conjunto, estos factores se analizan de manera integral para desarrollar un diseño estructural hidráulico que no solo resista las condiciones operativas y ambientales, sino que también promueva la sostenibilidad y la eficiencia a largo plazo. La ingeniería hidráulica, por lo tanto, no solo se enfoca en la capacidad técnica de la estructura para manejar el flujo de agua, sino también en su capacidad para integrarse armoniosamente con el entorno natural y la comunidad que la rodea (Martinez, 2023).

2.2.5.1 Caudal

El caudal de agua, fundamental en el sector de la ingeniería hidráulica y el manejo de recursos hídricos, representa una medida crucial que indica la cantidad de agua que fluye por una sección transversal de un río o corriente en un tiempo determinado. Esta métrica es esencial no solo para planificar y diseñar infraestructuras relacionadas con el agua, como presas y canales, sino también para una gestión eficaz de los recursos hídricos disponibles (Rojas, 2023).

En hidrología, el término "caudal" se utiliza para describir la cantidad de agua que pasa por un punto determinado de un río o corriente en un periodo de tiempo específico. Generalmente, se expresa en unidades como metros cúbicos por segundo (m^3/s) o litros por segundo (l/s), lo que permite medir el volumen de agua que fluye en función del tiempo. El caudal es un parámetro esencial para comprender la dinámica y comportamiento de los cuerpos de agua, ya que influye directamente en la capacidad del río para manejar diferentes volúmenes de agua bajo diversas condiciones climáticas, tales como temporadas secas o periodos de lluvias intensas.



Además de su importancia para el estudio del comportamiento fluvial, el caudal desempeña un papel fundamental en la gestión de los recursos hídricos, ya que permite a los expertos y autoridades encargadas del manejo del agua tomar decisiones informadas. Estas decisiones pueden involucrar la regulación de caudales en presas, la previsión de posibles inundaciones, y el uso eficiente del agua para riego, consumo humano o generación de energía hidroeléctrica. Conocer el caudal de un río en diferentes estaciones del año ayuda a prever escenarios de escasez o abundancia hídrica, lo que es crucial para la planificación y gestión sostenible del agua. Por lo tanto, el caudal no solo refleja el estado actual de un cuerpo de agua, sino que también sirve como un indicador clave en la toma de decisiones estratégicas que afectan tanto al entorno natural como a las actividades humanas relacionadas con el uso del agua. (Rojas, 2023).

El suministro de agua potable a comunidades también depende de mediciones precisas del caudal, garantizando que la extracción y el tratamiento del agua no superen la capacidad de renovación del cuerpo de agua, asegurando así la sostenibilidad del sistema. Además, el estudio del caudal permite a los científicos y gestores ambientales evaluar el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas acuáticos. Alteraciones en el caudal pueden afectar la biodiversidad, la calidad del agua y la salud de los ecosistemas fluviales y costeros (Videla, 2023).

Por último, la medición del caudal es indispensable en la prevención de desastres naturales como inundaciones. Un monitoreo continuo permite predecir y mitigar los efectos de estas, protegiendo a las poblaciones y sus economías. La gestión y análisis del caudal, por lo tanto, no solo es una cuestión técnica sino también un componente esencial de la planificación estratégica y la respuesta a emergencias en el manejo de recursos hídricos (Peña, 2024).

El caudal puede ser influenciado por varios factores, incluyendo:

- Precipitación: La lluvia y la nieve son las principales fuentes de agua para los ríos y arroyos. Las variaciones en la intensidad y la cantidad de precipitación afectan directamente el caudal.
- Evaporación y transpiración: Conocidas colectivamente como evapotranspiración, estas son las pérdidas de agua debido a la evaporación directa y la transpiración de las plantas. Ambos procesos pueden reducir el caudal de un río.
- Infiltración: Parte del agua que cae como precipitación se infiltra en el suelo, recargando las aguas subterráneas. La cantidad de agua que se infiltra puede afectar la cantidad de agua que finalmente llega a los ríos y arroyos.
- Uso del suelo: Las características del suelo y el tipo de vegetación afectan la cantidad de agua que escurre hacia los ríos y arroyos. Por ejemplo, áreas urbanas con superficies impermeables como concreto y asfalto tendrán tasas más altas de escorrentía superficial, aumentando el caudal durante eventos de lluvia.
- Estaciones: El caudal varía naturalmente con las estaciones del año, siendo generalmente mayor durante las estaciones húmedas y menor durante las estaciones secas.
- Actividad humana: La extracción de agua para uso agrícola, industrial y doméstico puede reducir significativamente el caudal de un río. Del mismo modo, la construcción de presas y embalses para control de inundaciones, generación de energía hidroeléctrica o almacenamiento de agua también modifica los patrones naturales de caudal (Peña, 2024).

2.2.5.2 Cauce del río

El cauce de un río, esencial para el ecosistema y la geografía fluvial, es una estructura dinámica que puede experimentar cambios significativos en su forma y tamaño



a lo largo del tiempo. Estos cambios están influenciados por varios factores naturales y antropogénicos que alteran su comportamiento y características físicas (Peña, 2024).

La erosión y la sedimentación son dos de los procesos naturales más influyentes en la morfología del cauce de un río. La erosión, causada por la fuerza del agua moviéndose a lo largo del cauce, puede desgastar las orillas del río y reconfigurar su trayectoria. Por otro lado, la sedimentación ocurre cuando partículas como arena, limo y arcilla, transportadas por el río, se depositan en diferentes partes del cauce, a menudo en las curvas o en la desembocadura, modificando su profundidad y anchura (Berrocal, 2024).

Las intervenciones humanas han modificado significativamente muchos cauces de ríos alrededor del mundo. La construcción de infraestructuras como presas y diques tiene un impacto profundo en el cauce del río. Las presas, por ejemplo, pueden alterar el régimen de caudal de un río, reteniendo agua y modificando la velocidad y la cantidad de agua que fluye aguas abajo. Esto puede llevar a una reducción en la capacidad de transporte de sedimentos del río, lo que resulta en una acumulación de sedimentos aguas arriba de la presa y erosión acelerada aguas abajo (Berrocal, 2024).

Estos cambios en el cauce no solo afectan la geografía y la ecología del río, sino también la vida y las actividades económicas de las comunidades que dependen de él. Los cambios en el cauce pueden impactar la navegabilidad, los sistemas de riego y el suministro de agua. Además, alteraciones significativas en el cauce de un río pueden llevar a eventos extremos como inundaciones repentinas o la alteración de los hábitats acuáticos, afectando la biodiversidad y la sostenibilidad de las especies que dependen del río (Berrocal, 2024).

2.2.5.3 Velocidad del río

La velocidad del agua en ríos y otros cuerpos fluviales es un parámetro crucial que influye en muchos aspectos de la hidrodinámica y la ecología acuática. La velocidad del flujo de agua puede variar significativamente debido a varios factores naturales y antropogénicos (Ramos, 2023).

Factores que Influyen en la Velocidad del Agua

- La relación entre el caudal y la velocidad del agua es directa; con el aumento del caudal, es decir, la cantidad de agua que pasa por un punto en un tiempo determinado, también aumenta la velocidad del flujo. Esto se debe a que hay más volumen de agua que debe moverse a través del mismo espacio o a través de un espacio que varía ligeramente.
- Si el cauce de un río se vuelve más estrecho debido a procesos naturales o a intervenciones humanas, la velocidad del agua tiende a aumentar. Esto es comparable a lo que sucede cuando se aprieta el extremo de una manguera; al disminuir el espacio por el que puede fluir el agua, su velocidad aumenta.
- La velocidad del agua también está influenciada por la composición y la textura del lecho por el que fluye. Los materiales más resistentes y menos porosos, como rocas o suelos compactados, reducen la fricción entre el agua y el lecho del río, permitiendo que el agua fluya más rápidamente. En contraste, un lecho formado por materiales más sueltos o granulares, como arena o grava, puede aumentar la fricción y disminuir la velocidad del agua.

Una mayor velocidad del agua puede incrementar la erosión del lecho y las orillas del río, transportando sedimentos hacia otras partes del cauce o hacia cuerpos de agua más grandes. Por el contrario, en áreas donde la velocidad del agua disminuye, los



sedimentos tienden a depositarse, lo que puede alterar la morfología del cauce y afectar los hábitats acuáticos. La velocidad del agua afecta la capacidad del río para auto-purificarse y oxigenarse. Aguas más rápidas suelen tener mejor oxigenación, lo que beneficia a la vida acuática. Sin embargo, velocidades excesivamente altas pueden ser perjudiciales para algunas especies de flora y fauna que requieren condiciones más estables (Ramos, 2023).

Comprender y predecir la velocidad del agua es esencial para el diseño de infraestructuras como puentes, presas y sistemas de control de inundaciones. Una evaluación precisa de la velocidad del agua ayuda a garantizar la seguridad y eficacia de estas estructuras.

2.2.5.4 Periodo de retorno

El período de retorno, también conocido como tiempo de retorno o intervalo de recurrencia, es un concepto estadístico utilizado en hidrología y otras disciplinas para estimar la probabilidad de que un evento extremo, como una inundación, sequía o tormenta, ocurra en un intervalo de tiempo dado. Este período se define como la inversa de la probabilidad de que el evento en cuestión suceda en un año determinado.

El periodo de retorno es un concepto estadístico utilizado en diversas disciplinas científicas y técnicas para estimar la frecuencia de ocurrencia de un evento determinado. Este término se refiere al tiempo promedio que transcurre entre eventos similares o sucesos de cierta magnitud (Pérez, 2022).

En hidrología, el periodo de retorno es fundamental para el diseño de infraestructuras relacionadas con el manejo del agua, como presas y sistemas de drenaje. Por ejemplo, una tormenta con un periodo de retorno de 100 años es un evento de alta intensidad que se espera ocurra, en promedio, una vez cada cien años. Este concepto



ayuda a determinar las especificaciones de diseño para que las estructuras puedan resistir eventos extremos (Cerna & Arredondo, 2023).

El cálculo del periodo de retorno se basa en análisis estadísticos de series temporales de eventos pasados. Por ejemplo, mediante el uso de modelos de distribución de probabilidad, los científicos pueden estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos y su frecuencia correspondiente (Pérez, 2022).

Es importante considerar que los periodos de retorno pueden variar debido a cambios en las condiciones ambientales y climáticas. El cambio climático, en particular, puede alterar la frecuencia y severidad de eventos meteorológicos extremos, lo que requiere una reevaluación continua de los periodos de retorno utilizados en la planificación y diseño de infraestructuras.

2.2.6 Defensas ribereñas

Las defensas ribereñas constituyen una serie de infraestructuras diseñadas y erigidas a lo largo de los bordes fluviales. Su propósito principal es prevenir las inundaciones generadas por el desbordamiento de los ríos durante las temporadas de lluvias, así como reducir los efectos de la erosión que resulta cuando las corrientes de agua alteran su curso. Estas estructuras son esenciales para proteger las áreas circundantes, minimizando así el impacto ambiental y salvaguardando las comunidades ribereñas (Ibañez, 2023).

Las defensas ribereñas, representan una pieza fundamental en la protección de las zonas habitadas y las actividades humanas ubicadas en las proximidades de ríos y arroyos. Estas estructuras ingenieriles se erigen estratégicamente con el propósito de mitigar los potenciales daños ocasionados por las crecidas y el desbordamiento de cuerpos



de agua, preservando así la seguridad y estabilidad de las comunidades aledañas (Baldeon & Enriquez, 2023).

Las defensas ribereñas adoptan diversas formas y se construyen utilizando una variedad de materiales, desde sólidos muros de concreto hasta diques reforzados con mampostería, pasando por barreras más flexibles compuestas por materiales como la arena. La elección del diseño y los materiales depende de varios factores, incluyendo el caudal, la rapidez del agua, la estructura del terreno y las condiciones climáticas predominantes en la región (Baldeon & Enriquez, 2023).

Es importante resaltar que estas estructuras no solo previenen inundaciones, sino que también preservan la integridad de ecosistemas ribereños sensibles, protegen la infraestructura crítica, como carreteras y puentes, y salvaguardan el patrimonio cultural y económico de las comunidades locales (Marcelo, 2023).

Además, las defensas ribereñas no son soluciones estáticas, sino que requieren un mantenimiento constante y una gestión adecuada para asegurar su eficacia a lo largo del tiempo. La monitorización regular del estado de estas estructuras, junto con intervenciones de reparación y mejora cuando sea necesario, son esenciales para garantizar su funcionamiento óptimo y su capacidad para hacer frente a eventos extremos.

En última instancia, las defensas ribereñas no solo representan un componente crucial en la gestión de riesgos naturales, sino que también simbolizan la capacidad humana para adaptarse y prosperar en entornos dinámicos y cambiantes. Su planificación, diseño y mantenimiento adecuados son imperativos para promover la resiliencia de las comunidades frente a los desafíos que plantea el aumento de los eventos climáticos extremos en el siglo XXI (Ibañez, 2023).



2.2.6.1 Tipos de defensas ribereñas

Permanentes

- **Diques de Enrocado:** Los diques de enrocado son estructuras trapezoidales que se construyen a lo largo de las riberas de los ríos para protegerlas de la erosión causada por el flujo de agua. Están compuestos por un núcleo de material fluvial, que puede incluir arena y grava, y están revestidos con grandes piedras o rocas en la cara que está expuesta al agua. Esta configuración proporciona una resistencia significativa contra la capacidad erosiva del agua, especialmente en zonas con fuertes corrientes. Los diques pueden ser construidos de manera continua a lo largo de un tramo del río o en segmentos discontinuos, dependiendo de las necesidades específicas del área y las condiciones hidrológicas. La elección del diseño depende de la evaluación técnica del sitio y de los objetivos de protección (Ticona, 2018).
- **Enrocado con Roca al Volteo:** Esta técnica implica el depósito de grandes rocas directamente sobre las riberas o el lecho del río utilizando camiones volquete. La roca se coloca de manera que cubra total o parcialmente la superficie expuesta al agua. Aunque esta es una forma rápida y económicamente eficiente de proteger contra la erosión, la estabilidad de la pendiente creada puede ser variable y depende de la interacción entre las rocas depositadas y las dinámicas fluviales locales. Este método es comúnmente utilizado en situaciones donde se requiere una solución rápida y temporal o en condiciones donde el acceso y la preparación del sitio son limitados (Ticona, 2018).
- **Enrocado con Roca Colocada:** En este método, las rocas son colocadas cuidadosamente en la base y en las zonas húmedas del terraplén utilizando maquinaria pesada como excavadoras o palas mecánicas. Esta técnica



permite un control más preciso sobre la distribución y orientación de las rocas, resultando en una pendiente más estable y duradera que satisface las especificaciones técnicas de diseño. El enrocado con roca colocada es ideal para aplicaciones donde la estabilidad a largo plazo es crucial, y se prefiere cuando las condiciones del sitio permiten una manipulación meticulosa del material (Ticona, 2018).

- **Estructuras de Concreto:** Las estructuras de concreto ofrecen una solución robusta y permanente para la protección contra la erosión fluvial. Estas pueden incluir muros de encauzamiento, paredes de hormigón reforzado, cubos, losas, colchones y diques de control, y gaviones revestidos con concreto simple. Estas estructuras son diseñadas para resistir fuerzas hidráulicas intensas y prevenir la socavación bajo y alrededor de las estructuras. Son especialmente útiles en áreas críticas donde se anticipan altos niveles de flujo de agua o donde la infraestructura existente, como puentes o instalaciones importantes, requiere protección adicional. Las estructuras de concreto son duraderas y eficaces, pero su instalación requiere una planificación y construcción cuidadosas, además de ser más costosas que las soluciones de enrocado (Ticona, 2018).

Temporales

- **Espigones:** Los espigones son estructuras que se proyectan desde las riberas hacia el cuerpo de agua con el fin de controlar la dirección y velocidad del flujo del río. Están diseñados para reducir la erosión de la ribera interceptando y redistribuyendo el flujo de agua. Los espigones son típicamente construidos con una base de material fluvial y revestidos con rocas pesadas para asegurar su estabilidad. Esta técnica es especialmente efectiva para proteger áreas específicas de la erosión y para manejar la

sedimentación en los ríos, guiando los sedimentos hacia lugares donde se necesitan o alejándolos de donde pueden causar problemas (Ticona, 2018).

- **Rayados o Terraplenes:** El uso de rayados o terraplenes implica la acumulación de material fluvial, a menudo mediante el uso de maquinaria pesada como tractores de oruga, para crear barreras físicas que desvían el flujo del río. Estos terraplenes se utilizan frecuentemente para proteger las tierras agrícolas adyacentes del impacto de las crecidas, canalizando el agua lejos de áreas vulnerables. Aunque esta técnica puede ser muy efectiva para la protección a corto plazo, requiere mantenimiento regular y evaluación para asegurar que no cause impactos adversos aguas abajo o altere significativamente el hábitat natural del río (Ticona, 2018).
- **Limpieza y Uniformización de Cauce:** La limpieza y uniformización de cauce involucra la remoción de obstrucciones, sedimentos y vegetación excesiva del lecho del río utilizando maquinaria pesada. El objetivo es restaurar el flujo natural del río y asegurar que el agua se distribuya uniformemente a lo largo del cauce. Esta práctica puede ayudar a prevenir inundaciones localizadas y mejorar la navegabilidad y calidad del agua. Sin embargo, debe realizarse con cuidado para preservar o restaurar las características naturales del río y minimizar el impacto en la biodiversidad acuática y ribereña (Ticona, 2018).

2.3 Marco conceptual

➤ Diseño de estructura

El diseño de estructura se refiere al proceso de planificación, análisis y dimensionamiento de estructuras de ingeniería para asegurar que sean seguras y eficientes. Este proceso incluye la selección de materiales apropiados, la estimación de



cargas y fuerzas, la determinación de dimensiones y la especificación de detalles constructivos.

➤ **Inundación**

Una inundación es un evento natural o provocado por el hombre donde el agua sube y desborda sobre la tierra que normalmente está seca. Las inundaciones pueden ser causadas por varios factores, incluyendo lluvias intensas, desbordamiento de ríos, ruptura de presas, o la incapacidad de los sistemas de drenaje para manejar el flujo de agua. Son consideradas uno de los desastres naturales más comunes y pueden causar daños significativos a la infraestructura, pérdidas económicas y, en casos extremos, pérdida de vidas.

➤ **Muro de contención**

Un muro de contención es una estructura diseñada y construida específicamente para soportar la presión lateral ejercida por el agua y los sedimentos durante los periodos de crecida de un río. Su principal función es evitar que las aguas desbordadas invadan y generen daños en áreas urbanas, infraestructuras o terrenos agrícolas. Estos muros están preparados no solo para resistir la presión estática de los suelos saturados por agua, sino también para soportar las fuerzas dinámicas del flujo de agua, que incluyen la presión hidrostática y el impacto de los escombros arrastrados por la corriente.

➤ **Río**

Un río es un cauce natural de agua, generalmente de agua dulce, que fluye hacia un océano, lago, mar o incluso hacia otro río. Los ríos son elementos vitales en los ecosistemas ya que cumplen varias funciones importantes: transportan nutrientes, proporcionan hábitat para la fauna y flora, y son esenciales para actividades humanas como la agricultura, el abastecimiento de agua potable y la industria. Además, los ríos



desempeñan un papel central en el ciclo hidrológico global, influyendo tanto en el clima como en la formación y transformación del paisaje en las zonas que atraviesan.

➤ **Ribera**

Un río es un cauce natural de agua, generalmente de agua dulce, que fluye hacia un océano, lago, mar o incluso hacia otro río. Los ríos son elementos vitales en los ecosistemas ya que cumplen varias funciones importantes: transportan nutrientes, proporcionan hábitat para la fauna y flora, y son esenciales para actividades humanas como la agricultura, el abastecimiento de agua potable y la industria. Además, los ríos desempeñan un papel central en el ciclo hidrológico global, influyendo tanto en el clima como en la formación y transformación del paisaje en las zonas que atraviesan.

➤ **Topografía**

La topografía se refiere al estudio de la forma y características de la superficie terrestre, incluyendo sus variaciones en términos de elevación y la ubicación de características naturales y artificiales. Este campo es esencial en la planificación y el diseño en la ingeniería civil, ya que ayuda a determinar cómo los diferentes elementos del paisaje pueden influir en proyectos de construcción y uso del suelo. La topografía se documenta comúnmente a través de mapas topográficos que muestran contornos, elevaciones, ríos, carreteras y otros detalles importantes del terreno.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo es fundamentalmente un paradigma de investigación que se centra en la cuantificación de los datos para deducir patrones, tendencias y relaciones objetivas entre variables. Este enfoque se caracteriza por su estructura formal y sistemática, orientada a resultados que se pueden medir y replicar. La investigación cuantitativa utiliza herramientas estadísticas para analizar datos numéricos recopilados a través de métodos como encuestas, experimentos y otras técnicas que permiten una recolección de datos masiva y estandarizada (Alfonso et al., 2020).

3.2 Método de investigación

El método de investigación científica es un enfoque sistemático, controlado y empírico para la solución de problemas dentro de campos científicos específicos. Este método se basa en la observación y experimentación rigurosa para explorar fenómenos, formular y probar hipótesis, y finalmente desarrollar teorías o leyes que expliquen la realidad observable. El proceso comienza con la identificación y definición clara del



problema de investigación. A continuación, se revisa la literatura existente para comprender mejor el contexto y las investigaciones previas relacionadas. Basándose en esta información, el investigador formula una o varias hipótesis que indican posibles respuestas al problema planteado (Arias, 2012).

3.3 Tipo de investigación

La investigación aplicada es un tipo de investigación científica que se enfoca en la aplicación práctica del conocimiento para resolver problemas específicos, desarrollar tecnologías o mejorar procesos. A diferencia de la investigación básica, que busca expandir el conocimiento teórico sobre principios fundamentales sin un enfoque directo hacia aplicaciones prácticas, la investigación aplicada se orienta hacia objetivos concretos y resultados utilitarios. En la investigación aplicada, el proceso comienza con la identificación de un problema práctico que necesita solución. A partir de aquí, se plantean preguntas de investigación específicas cuyas respuestas se espera que tengan aplicaciones directas en campos como la medicina, la ingeniería, la educación, la tecnología, entre otros (Baena, 2017).

3.4 Nivel de Investigación

Explicativa: Este nivel de investigación es considerado uno de los más complejos dentro de los enfoques científicos, ya que su principal objetivo es determinar las causas de los fenómenos que se estudian. Va más allá de la descripción y la correlación de variables, buscando profundizar en el porqué y cómo de las relaciones causales. La investigación explicativa se enfoca en identificar y entender las relaciones de causalidad entre variables mediante la formulación y prueba de hipótesis que explican estas relaciones de manera lógica y estructurada. Este tipo de investigación suele seguir métodos cuantitativos que permiten no sólo establecer correlaciones, sino también inferir relaciones de causalidad robustas, a menudo a través de experimentos controlados y diseños longitudinales que



pueden mostrar cómo los cambios en una variable afectan a otra(s) a lo largo del tiempo (Baena, 2017).

3.5 Diseño de investigación

Investigación descriptiva: este tipo de diseño es utilizado ampliamente en diversas disciplinas científicas y se centra en describir características, fenómenos o situaciones de manera sistemática y precisa. El objetivo principal de la investigación descriptiva no es determinar relaciones de causa y efecto, sino proporcionar un panorama claro y detallado de cómo son las cosas en un momento determinado. En la investigación descriptiva, los investigadores observan y describen los elementos de un fenómeno sin modificarlos. Esto puede incluir la descripción de poblaciones, eventos, comportamientos o condiciones. Las técnicas comunes utilizadas en este tipo de investigación incluyen encuestas, estudios de caso, observación sistemática y registros de bases de datos (Alfonso et al., 2020).

3.6 Población y muestra

3.6.1 Población

La población se refiere al conjunto completo de casos o elementos que cumplen con ciertos criterios específicos y sobre los cuales se desea obtener información. Esta puede incluir personas, eventos, objetos, instituciones, etc., dependiendo del ámbito y objetivo del estudio. La población es el universo total sobre el que se hacen inferencias basadas en los datos recogidos de la muestra.

La población del presente estudio incluye todas las zonas ribereñas accesibles del río Coasa dentro del distrito mencionado.

3.6.2 Muestra

La muestra, por su parte, es un subconjunto de la población que se selecciona para ser objeto de estudio. La muestra debe ser representativa de la población para que los

resultados del estudio puedan generalizarse a todo el universo de interés. La selección de una muestra adecuada y representativa es crucial, ya que una muestra sesgada o no representativa puede llevar a conclusiones erróneas o no aplicables a la población general.

La muestra para el estudio se seleccionó mediante un método de muestreo estratificado y no probabilístico, donde la zona más crítica fue identificada determinada por estudios preliminares y datos históricos de inundaciones es el Barrio las Cantutas.

3.6.3 Técnicas e instrumentos de recolección

3.6.4 Técnicas

- Observación
- Análisis de datos
- Recopilación de información

3.6.5 Instrumentos

- Fichas técnicas
- Encuestas
- Equipos de laboratorio
- Herramientas de laboratorio

3.7 Validación y de instrumentos y confiabilidad

3.7.1 Validación de instrumentos

La confirmación de la idoneidad de los instrumentos es un componente crucial en las metodologías de investigación, destinado a verificar que los medios utilizados para la recolección de datos sean precisos y eficaces para evaluar lo que se propone medir. Este procedimiento incluye la verificación de la validez y la confiabilidad del instrumento. La validez denota la habilidad del instrumento para medir acertadamente el constructo teórico que busca evaluar.

Validación de instrumentos fueron realizadas por el laboratorio.



3.7.2 Confiabilidad de instrumentos

La fiabilidad de un instrumento de investigación es una característica esencial que indica la capacidad del mismo para medir de manera consistente y estable el constructo de interés a lo largo del tiempo. Esta propiedad asegura que, al aplicar el instrumento bajo condiciones idénticas y a los mismos sujetos en diferentes momentos, se obtienen resultados coherentes y repetibles. Un instrumento es considerado confiable si demuestra producir datos estables en estas pruebas repetidas, minimizando las variaciones que no se deben a cambios reales en las variables estudiadas. Para evaluar la fiabilidad, los investigadores pueden emplear diversos métodos como el test-retest, que mide la estabilidad temporal del instrumento al aplicarlo en dos ocasiones distintas.

La confiabilidad fue realizada por mediante la prueba de retest repitiendo la prueba varias veces.

3.8 Trabajos de campo

3.8.1 Recolección de materiales

Inicialmente, se realizó una detallada observación de la zona de estudio, durante la cual se identificaron específicamente las áreas susceptibles a sufrir inundaciones. Este análisis preliminar fue crucial para determinar los puntos críticos que requerían atención inmediata. Posteriormente, en una fase más avanzada del estudio, se procedió a la recolección de muestras de suelo y agua en estos puntos identificados, con el objetivo de analizar las condiciones actuales y evaluar los posibles riesgos ambientales.

Figura 2

Zona de estudio



Se presenta la zona de estudio del río Coasa, donde se llevaron a cabo las investigaciones pertinentes.

3.8.2 Estudio topográfico

La metodología para llevar a cabo este estudio de topografía se estructura en varias fases esenciales, que se describen a continuación:

- **Recopilación de Información Preexistente:** Esta fase implica la recogida de estudios previos hechos por terceros, como son las cartas nacionales, además de evaluaciones visuales realizadas directamente en el terreno.
- **Trabajos de Campo:** Durante esta etapa, se efectuarán inspecciones minuciosas y levantamientos topográficos detallados para asegurar la selección óptima del recorrido del eje de defensa a través del terreno. Asimismo, se incluirán las recomendaciones del análisis geotécnico, que ayudará a clasificar el suelo de fundación, crucial para definir el trazado final del eje de defensa en el sitio.
- **Trabajos de Gabinete:** Una vez recopilada toda la información de campo, se procederá a procesar estos datos. Posteriormente, esta información procesada servirá de base para el desarrollo de los diseños finales.



3.9 Pruebas en laboratorio

3.9.1 Limite liquido

El límite plástico del suelo se caracteriza técnicamente como la proporción porcentual de humedad que delimita los estados semilíquido y plástico de una muestra de suelo, calculada en relación con su peso seco.

Es indispensable realizar una evaluación preliminar del instrumento de prueba para verificar su estado y garantizar la fiabilidad de los resultados en nuestra investigación. Es crucial asegurarse de que el instrumento no muestre signos de corrosión, oxidación, deformación o desgaste excesivo. Además, es esencial llevar a cabo la calibración correspondiente, ajustando la altura de caída de la copa Casagrande a 10 mm.

Procedimiento Experimental

1. Seleccionamos una muestra de cada estrato para el ensayo y la tamizamos a través de una malla N° 40 hasta obtener 250 gramos.
2. Colocamos una porción del material tamizado en un recipiente pequeño, añadimos agua gradualmente y, con la ayuda de una espátula, mezclamos hasta obtener una pasta uniforme sin grumos.
3. Tras preparar la mezcla, la colocamos en la copa Casagrande asegurándonos de que esté distribuida simétricamente.
4. Realizamos un corte longitudinal con un acanalador desde la parte superior hasta la base para dividir la muestra en dos, formando dos pequeños taludes.
5. Iniciamos el movimiento de la manivela a un ritmo de 2 golpes por segundo y contabilizamos el número de golpes hasta que el talud de la ranura se cierre.
6. Anotamos el número de golpes necesarios para que se cierre la ranura a una distancia aproximada de 1 cm y recogemos una porción del material de la zona de unión para análisis posterior.



7. Depositamos esta muestra en un recipiente numerado, lo pesamos en una balanza eléctrica y registramos el peso.
8. Trasladamos el recipiente con la muestra al horno, donde se secará durante 24 horas para determinar su contenido de humedad.
9. Repetimos este procedimiento tres veces adicionales, variando la cantidad de agua añadida a la muestra para que el cierre de la ranura se produzca a los 10, 20, 30 y 40 golpes, respectivamente.

3.9.2 Limite plástico

Se caracteriza como la cantidad de humedad presente en el suelo en el punto de transición entre los estados semisólido y plástico, expresada como un porcentaje del peso seco de la muestra después de ser secada en horno.

Procedimiento Experimental

1. Seleccionamos una porción pequeña de la muestra de cada estrato para el ensayo y la manipulamos hasta formar una masa uniforme y maleable.
2. Conformamos esta masa en cilindros delgados de aproximadamente 3 mm de diámetro, continuando hasta que aparezcan pequeñas grietas o fisuras en la superficie.
3. Ubicamos estos cilindros en recipientes pequeños y numerados, y luego los pesamos utilizando una balanza electrónica.
4. Registramos el peso de cada recipiente que contiene la muestra y los trasladamos al horno, donde se secarán durante 24 horas para posteriormente determinar su contenido de humedad.
5. Repetimos este procedimiento tres veces adicionales para asegurar la consistencia de los resultados.



3.9.3 Índice de plasticidad

Corresponde a la diferencia entre los límites líquido y plástico del suelo, lo cual define el intervalo de humedad en el que el suelo conserva propiedades plásticas.

$$IP=LL-LP$$

3.9.4 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico estándar se emplea para determinar las proporciones relativas de partículas de distintos tamaños, conocido como distribución granulométrica. Este proceso se lleva a cabo mediante dos técnicas: el análisis de tamiz, que se utiliza para evaluar las partículas retenidas en la malla N° 200, y el método de sedimentación, aplicado para el análisis de partículas de tamaño inferior al que permite pasar la malla N° 200.

Procedimiento por acibado

1. La preparación de la muestra se efectuará empleando el método de cuarteo.
2. Se pesan 7500 gramos de muestra de suelo, compuesta por material grueso y fino.
3. Se seleccionan y organizan los tamices a usar en orden descendente según su diámetro: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8", N°4, hasta el fondo.
4. Comenzamos el ensayo introduciendo el material en la parte superior de la torre de tamices y aseguramos la tapa superior una vez colocado todo el material.
5. Realizamos el tamizado de forma mecánica y manual; en el caso de ser manual, se aconseja efectuar movimientos que generen suficiente vibración para una distribución adecuada de las partículas.
6. Al concluir el tamizado, desmontamos cada tamiz y pesamos el material retenido en un recipiente numerado.
7. El material que pasa a través del tamiz N°4 se utiliza posteriormente para el análisis granulométrico de la fracción fina del suelo.



Procedimiento por lavado

1. Se inicia el procedimiento pesando 300 gramos del material que ha pasado a través del tamiz N°4. Este material se lava meticulosamente hasta que el agua de lavado se observe transparente.
2. Tras el lavado, el material se coloca en un recipiente pequeño y se traslada al horno para un secado a una temperatura controlada de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
3. Una vez secado, el material se deja enfriar a temperatura ambiente y se procede a tamizarlo utilizando los tamices N°4, N°10, N°40 y N°200.
4. El material retenido en cada tamiz se deposita en recipientes numerados. Se pesa el contenido de cada recipiente y se anota el peso asociado a cada malla.

3.9.5 Estudio de caudales

Para llevar a cabo la estimación de precipitaciones extremas, se realizó un análisis exhaustivo de la frecuencia de eventos hidrológicos máximos, aplicando este estudio tanto a los caudales de avenida como a las precipitaciones máximas registradas. El proceso seguido se estructuró en varias etapas clave:

- **Registros de Precipitación Máxima:** Se utilizaron los datos de precipitación máxima registrada en un periodo de 24 horas, obtenidos de las estaciones meteorológicas situadas dentro del área de influencia del proyecto. Estos registros permitieron identificar los valores más altos de precipitación para ser analizados en los eventos extremos.
- **Distribuciones de Frecuencia:** Se evaluaron las distribuciones de frecuencia más utilizadas en el análisis hidrológico, con el fin de identificar la que mejor se ajusta a los datos históricos de cada estación. Este paso es crucial para entender el comportamiento probabilístico de los eventos de precipitación extrema y seleccionar el modelo más apropiado para el análisis.
- **Análisis Estadístico:** Se realizó un análisis estadístico detallado de las precipitaciones extremas, considerando periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años. Esto permitió



determinar la magnitud de las precipitaciones esperadas en esos intervalos de tiempo.

Los datos fueron ajustados a la distribución estadística que presentó el mejor ajuste con los registros históricos, garantizando una mayor precisión en las predicciones de eventos futuros.

- Modelos Precipitación-Escorrentía: Se aplicaron modelos hidrológicos para convertir las precipitaciones extremas en caudales. Para cuencas con una superficie de 2 km² o menor, se utilizó el Método Racional, un enfoque ampliamente aceptado para estimar la escorrentía en cuencas pequeñas. Este método permite generar caudales asociados a las precipitaciones extremas, proporcionando información crítica para la gestión del agua y el diseño de infraestructuras hidráulicas.

Precipitación Máxima en 24 Horas:

Para estimar los niveles de precipitación extrema más probables, se tomó como referencia principal la Estación Hidrométrica. Los valores extremos derivados de este análisis fueron sometidos a un proceso de corrección utilizando los factores de ajuste propuestos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Este ajuste es fundamental para garantizar la precisión de los datos, ya que toma en cuenta las diferencias entre la precipitación máxima registrada mediante lecturas diarias en un pluviómetro y la precipitación máxima que puede ocurrir de manera instantánea en eventos excepcionales.

La metodología consistió en aplicar un factor correctivo, que permite alinear los valores observados con los resultados esperados en términos de precipitación máxima instantánea, un tipo de evento que, por su naturaleza, no puede ser capturado con precisión por mediciones diarias convencionales. Este proceso es crucial para ajustar los registros y garantizar que los resultados del análisis reflejen de manera más fiel las condiciones reales durante eventos de lluvia extrema, permitiendo una mejor estimación de los riesgos asociados a tales eventos. De esta manera, se busca obtener una



representación más precisa de las precipitaciones que podrían generarse en periodos cortos pero intensos, lo cual es vital para el diseño de infraestructuras hidráulicas y la planificación de medidas de mitigación ante riesgos hidrológicos extremos.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos

En este capítulo, presentaremos los resultados de la investigación actual, incluyendo la ubicación precisa de la zona de estudio. Se detallará el estudio topográfico, identificando las áreas de mayor riesgo. Además, se propondrá un diseño para la estructura de protección adecuada a las necesidades detectadas.

4.1.1 Levantamiento topográfico de las zonas de riesgo y la determinación del caudal

❖ Levantamiento topográfico

Tabla 2

Puntos de BM

BM	BM'S		
	N	E	Elevación
BM-1	8453832.92	390000.099	3744.169
BM-2	8453908.69	389916.72	3736.258
BM-3	8453945.98	389859.595	3730.64
BM-4	8454010.3	389754.23	3721.03

Tabla 3*Cotas de la zona de estudio en el margen derecho*

Cota inicial y final	Margen derecho	
	E	N
Inicial	390015.01	8453830.27
Final	389866.26	8453948.6
Longitud total	286.13	

La presente tabla resume las cotas geográficas en el margen derecho de la zona de estudio analizada. Se especifican las coordenadas Este (E) y Norte (N) para las cotas inicial y final del segmento evaluado. La cota inicial se localiza en 390015.01 E, 8453830.27 N, mientras que la cota final se encuentra en 389866.26 E, 8453948.6 N.

Tabla 4*Cotas de la zona de estudio en el margen izquierdo*

Cota inicial y final	Margen Izquierdo	
	E	N
Inicial	390007.841	8453824.65
Final	389685.205	8454088.34
Longitud total	436.44	
Longitud total a intervenir	722.57	

Esta tabla detalla las cotas geográficas situadas en el margen izquierdo de la zona de estudio. Se proporcionan las coordenadas Este (E) y Norte (N) para los puntos inicial y final del tramo evaluado. La cota inicial está ubicada en las coordenadas 390007.841 E, 8453824.65 N, y la cota final en 389685.205 E, 8454088.34 N. La longitud total del segmento entre estos dos puntos es de 436.44 metros. Además, se incluye la longitud total a intervenir en este margen, que asciende a 722.57 metros, indicando el alcance de la intervención planeada en la zona.



Figura 3

Levantamiento del rio Coasa – barrio cantutas

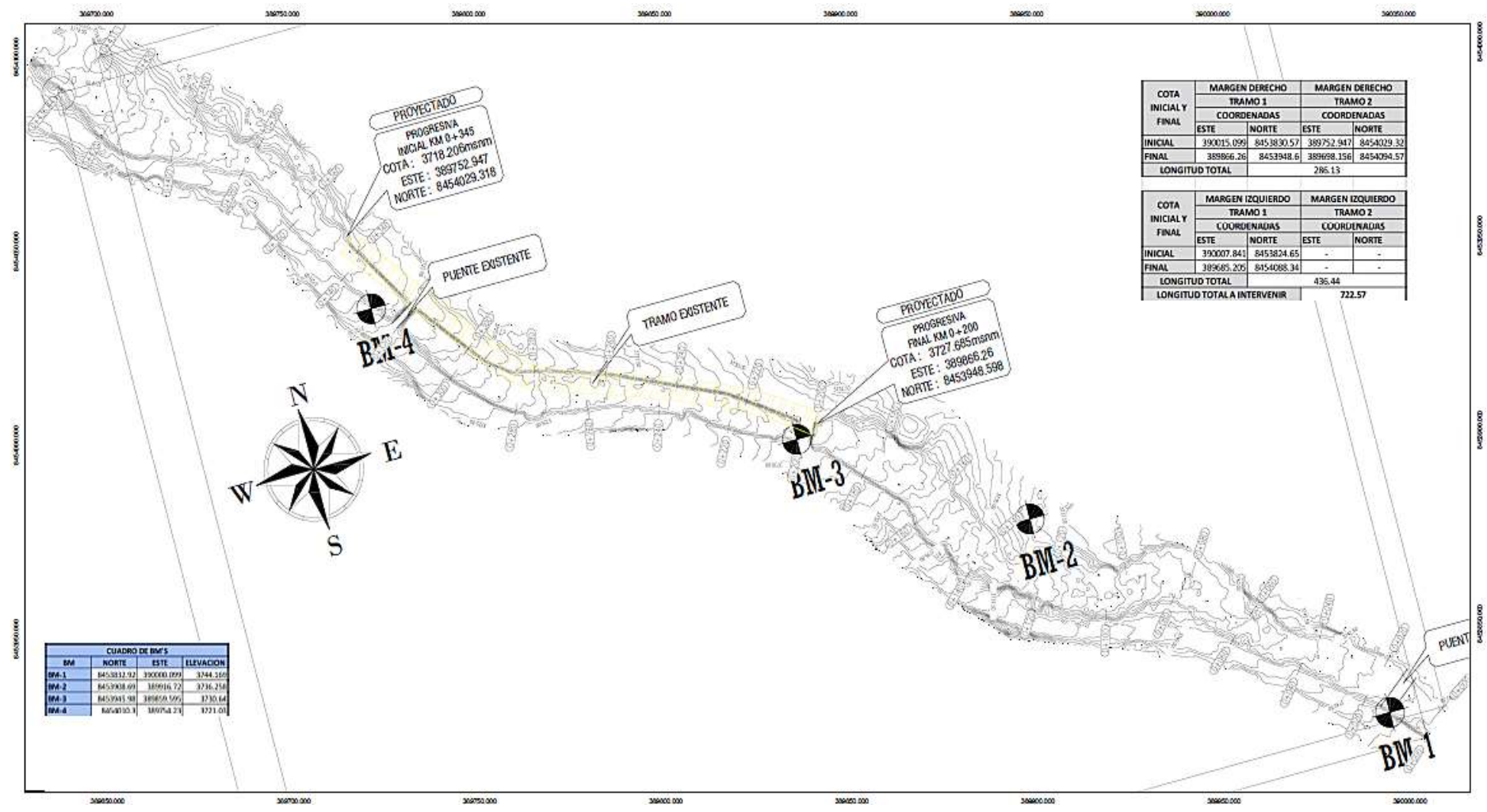
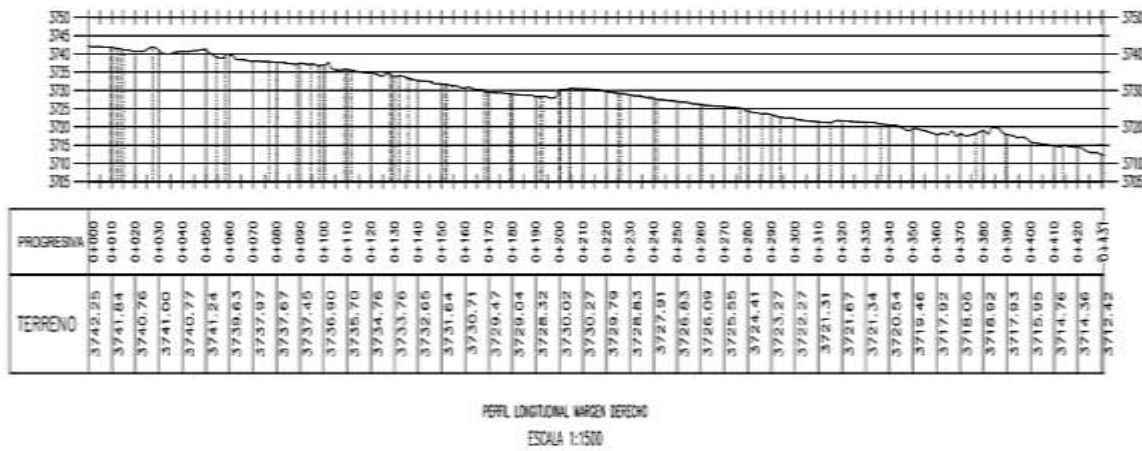


Figura 4

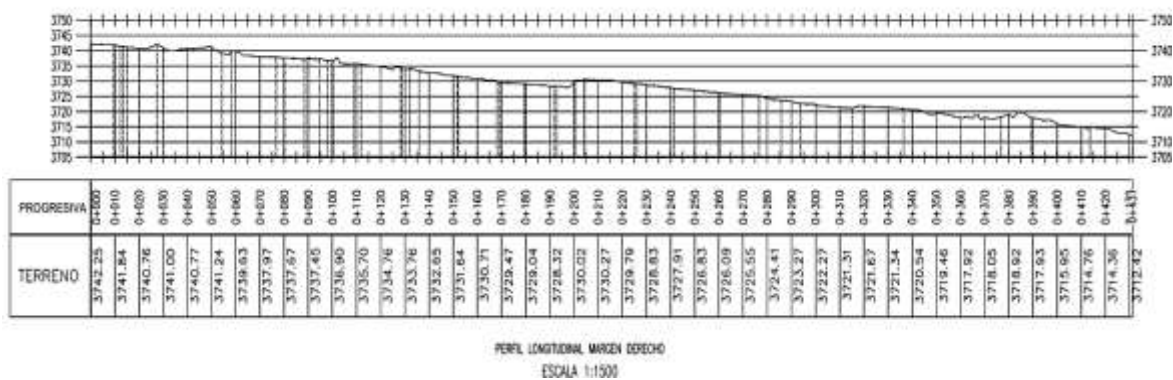
Perfil longitudinal del margen derecho



Se presenta el perfil longitudinal del margen derecho del río Coasa en el barrio Las Cantutas. Esta visualización proporciona una representación detallada de las características topográficas y geomorfológicas del área, permitiendo una comprensión clara de las variaciones en la elevación a lo largo del costado derecho del río.

Figura 5

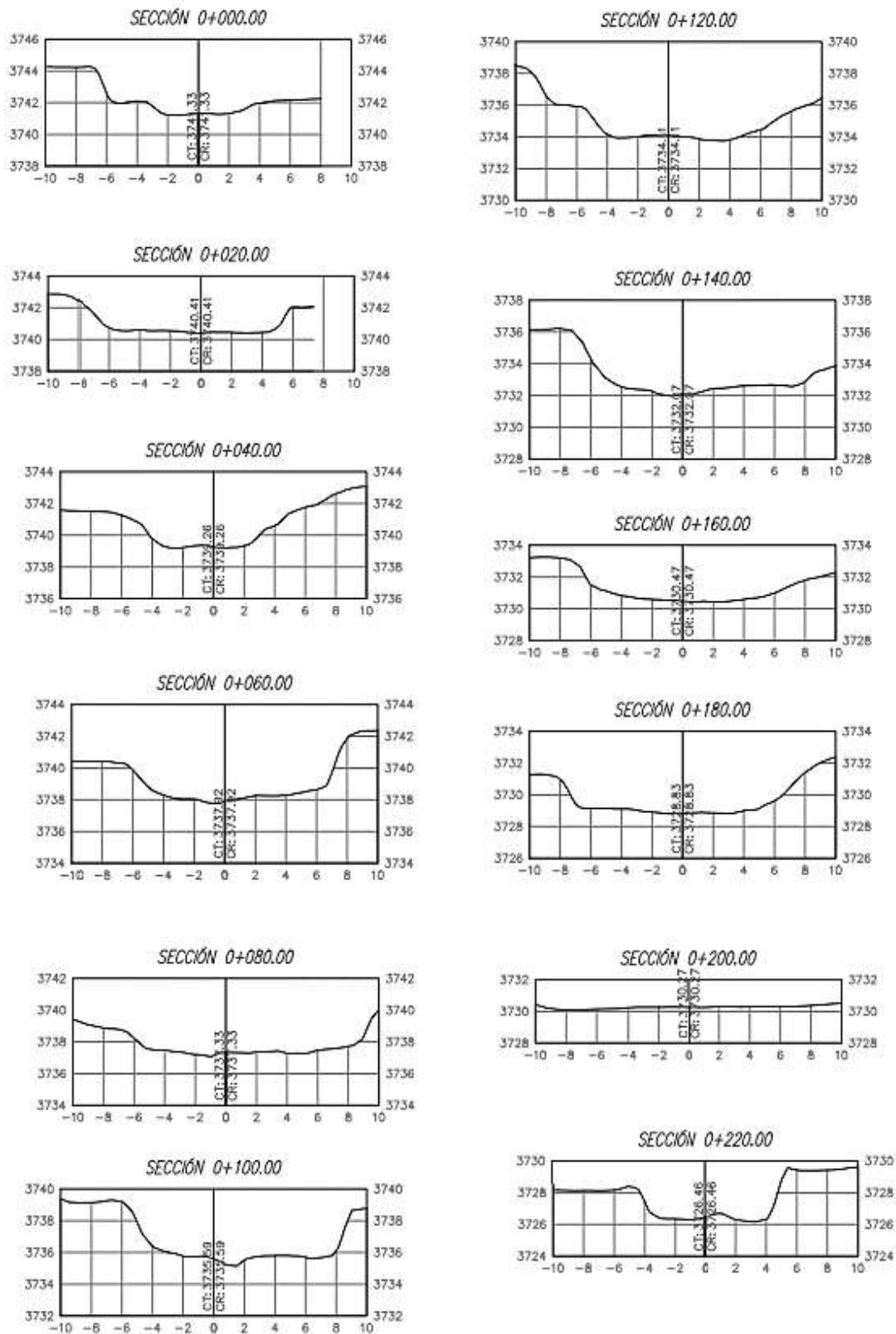
Perfil longitudinal del margen izquierdo

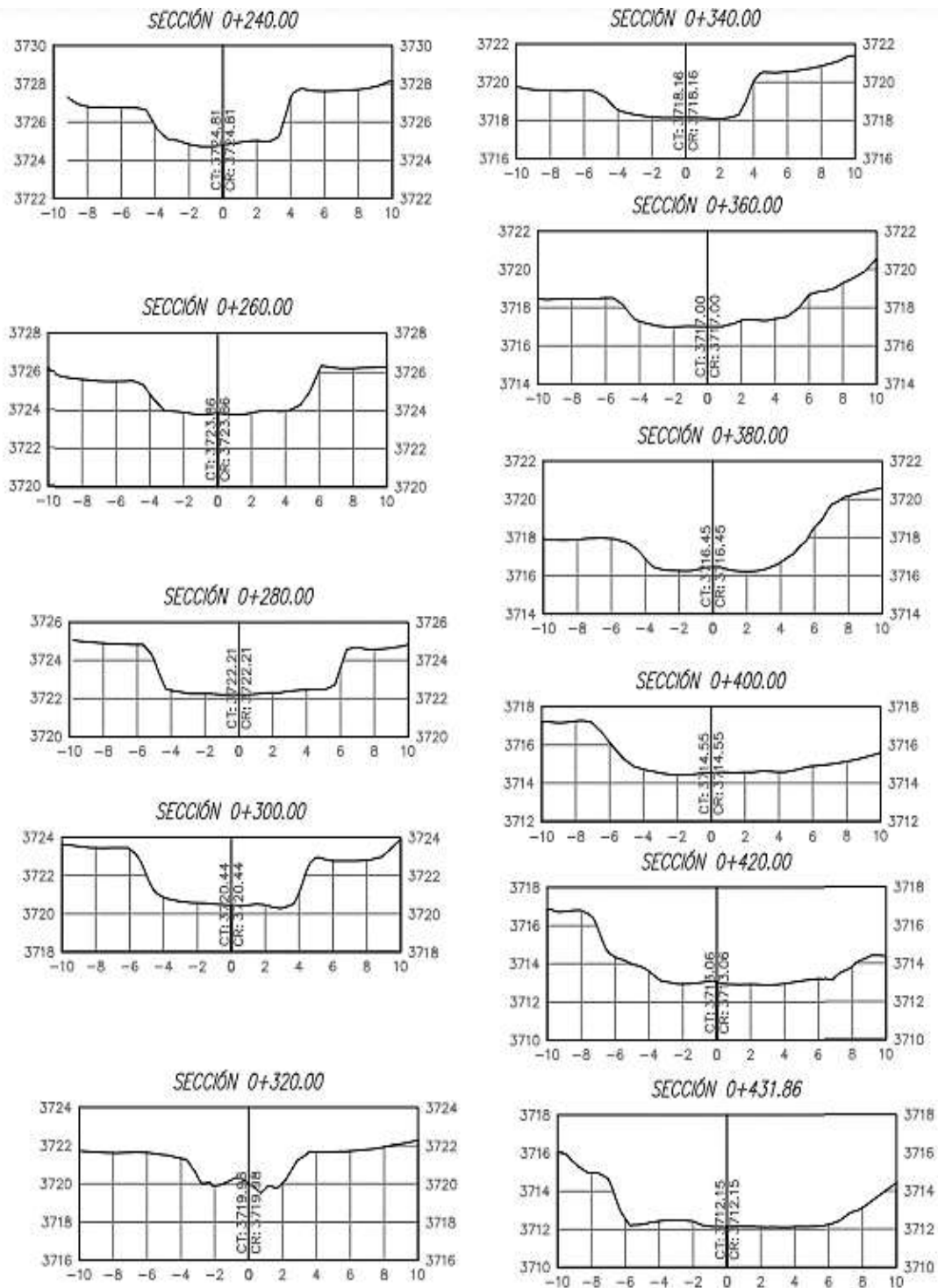


Se presenta el perfil longitudinal del margen izquierdo del río Coasa en el barrio Las Cantutas. Esta visualización proporciona una representación detallada de las características topográficas y geomorfológicas del área, permitiendo una comprensión clara de las variaciones en la elevación a lo largo del costado derecho del río.

Figura 6

Secciones transversales del río Coasa del barrio las cantutas





Esta figura ilustra las secciones transversales tomadas en diferentes puntos del río Coasa a su paso por el barrio Las Cantutas. Cada sección muestra variaciones en la morfología y la profundidad del río, proporcionando una visualización clara de la geometría del cauce en este sector específico.



❖ Determinación del caudal del río Coasa

Datos

L =	Longitud del cauce principal	20.21 km
Lx=	Longitud de cauces aportantes	49.50 km
Li =	Longitud total de ríos	69.71 km
A =	Área de la Cuenca	61.11 km ²
S =	Pendiente promedio del cauce mayor	0.02 m/m
		2.18 %

Caudal de diseño por el método racional modificado

- a) Duración de concentración (Tc)

$$T_c = 0.3(L/S^{0.25})^{0.76}$$

L = Distancia del cauce mayor (km)

S = Pendiente estándar del cauce mayor (m/m)

$$T_c = 6.09$$

- b) Coeficiente de homogeneidad (K)

$$K = 1 + (T_c^{1.25} / T_c^{1.25} + 14)$$

Tc = Tiempo de concentración (horas)

$$k = 1.41$$

- c) Índice de simultaneidad o factor reductor (kA)

$$K_A = 1 - (\log_{10} A/15)$$

$$k_A = 0.39$$



d) Precipitación máxima modificada en la cuenca (P)

$$P = kA \cdot Pd$$

kA = Factor reductor

Pd = Precipitación máxima diaria (mm)

$$P^* = 26.74$$

e) Grado de precipitación (I)

$$I = \left(\frac{P}{24}\right)^* (11)^{\frac{26^{0.1} - P^{0.1}}{26^{0.1} - 1}}$$

P = Precipitación máxima corregida (mm)

Tc = Tiempo de concentración (horas)

$$I = 3.69$$

f) Coeficiente de escorrentía (C)

$$C = \frac{(Pd - P_0)^* (Pd + 23 * P_0)}{(Pd + 11 * P_0)^2}$$

Pd = Precipitación máxima diaria (mm)

P_0 = Umbral de escorrentía = $(5000 / CN) - 50$

CN = Número de curva

$$C = 0.43$$

g) Cálculo de caudal (Q)

$$Q = 0,278 \text{ CIAK}$$

Donde:

Q = Descarga máxima de diseño (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía para el intervalo correspondiente a la intensidad de precipitación I .

I = Intensidad máxima de precipitación horaria (mm/h)



A = Superficie de la cuenca (Km²)

K = Coeficiente de Uniformidad

$$Q = 37.50 \text{ m}^3/\text{s}$$

Periodo de retorno

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

De acuerdo con lo mencionado en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, no se establece explícitamente que el valor admisible para las defensas ribereñas sea del 25%. Este tipo de especificación, relacionada con los márgenes de seguridad o de diseño, no figura en el documento como una directriz aplicable a todas las circunstancias. En cuanto a la vida útil de las defensas ribereñas, el manual señala que este tipo de estructuras está diseñado para tener una durabilidad estimada de 40 años. Esta vida útil es crucial para la planificación y mantenimiento de las infraestructuras, ya que asegura su efectividad y resistencia frente a eventos hidrológicos a lo largo de las décadas.

$$T = 40 \text{ años}$$

4.1.2 Identificación de zonas de alto riesgo y estado actual del suelo de la ribera del río Coasa

- **Ubicación de la zona de estudio**

Este : 389996.14 m E

Norte : 8453674.29 m S

Altura promedio : 3,759 msnm

Región : Puno

Provincia : Carabaya

Distrito : Coasa

Figura 7

Localización de la zona de estudio



Figura 8

Vista aérea de la localización de Coasa



La localización de la zona de estudio se muestra de manera detallada, proporcionando un contexto claro sobre el área en análisis. Esta información es esencial para comprender los factores de riesgo y vulnerabilidad que se evaluaron.

- **Rutas de acceso**

Tabla 5*Rutas de acceso a la zona de estudio*

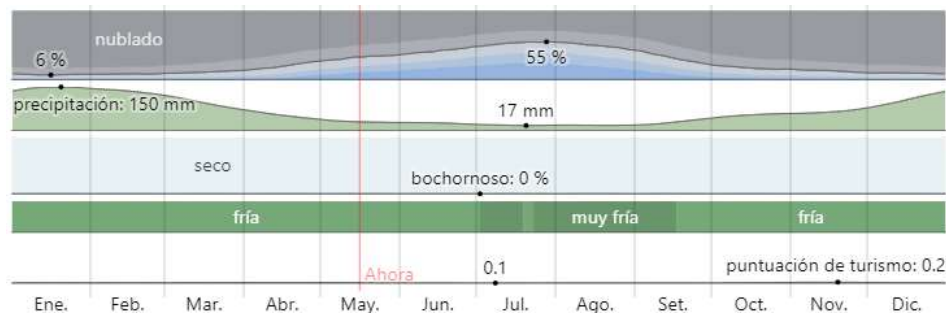
Desde	A	Tipo de Vía	Medio de Transporte	Km.	Tiempo
Juliaca	Azángaro	Asfaltado	Combi/ vehículo motorizado	74.4	1 hora
Azángaro	Coasa	Asfaltado	Combi/ vehículo motorizado	139	3 horas

a) Situación actual de la ribera del río Coasa

Aspecto climático

En Coasa, el clima se caracteriza por veranos breves, fríos y predominantemente nublados, mientras que los inviernos también son cortos, pero destacan por ser muy fríos, secos y con cielos parcialmente despejados. A lo largo del año, las temperaturas en esta región generalmente oscilan entre los -6 °C y los 16 °C, con pocas ocasiones en las que las temperaturas descienden por debajo de los -8 °C o superan los 19 °C.

Si bien el clima en Coasa puede ser frío en gran parte del año, según la puntuación de turismo, el periodo más recomendable para realizar actividades que requieren un clima cálido es entre mediados de octubre y mediados de diciembre. Durante estos meses, las condiciones climáticas son más favorables para los visitantes que buscan disfrutar de actividades al aire libre en temperaturas más templadas.

Figura 9*Aspecto climático del río Coasa*

"El clima en Coasa se caracteriza por veranos cortos, fríos y nublados, mientras que los inviernos son extremadamente fríos.

La erosión y las inundaciones causadas por el desbordamiento del río Coasa, como resultado de intensas precipitaciones, son un problema recurrente en la región, afectando tanto a las tierras de cultivo como a las áreas cercanas a su ribera y a las comunidades locales. Estos fenómenos generan pérdidas económicas considerables y representan un grave riesgo para la salud de la población que habita en las zonas adyacentes.

Las crecidas del río Coasa constituyen una amenaza periódica que impacta de manera significativa, especialmente en las áreas urbanas y agrícolas. En los últimos años, las avenidas extraordinarias han provocado una erosión acelerada y un ensanchamiento del cauce del río, lo que ha dado lugar a la formación de depósitos de sedimentos. Estos bancos de sedimentos alteran la dirección del flujo del agua, que debido a su fuerza es desviada hacia ambos márgenes del río, aumentando así los daños a las zonas colindantes.

Actualmente, el lecho del río Coasa presenta un flujo de agua que, durante la temporada de estiaje, serpentea a lo largo de su cauce, colindando peligrosamente con los terrenos de los pobladores locales. Esta situación sugiere la urgente necesidad de construir defensas ribereñas que frenen la erosión, particularmente en las zonas más afectadas.

En respuesta a esta problemática, la municipalidad coordina anualmente con las Organizaciones de Usuarios de Agua para planificar acciones concretas durante los meses de diciembre a marzo, cuando las crecidas son más probables. Dentro de estas acciones, se ha identificado la necesidad de construir estructuras de defensa ribereña para mitigar los efectos de la erosión y las inundaciones.

La población urbana del distrito de Coasa, así como las comunidades cercanas, se encuentran en una zona extremadamente vulnerable a las inundaciones durante las crecidas del río. Estos eventos han sido registrados y monitoreados por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN), subrayando la necesidad de tomar medidas preventivas para proteger a las poblaciones locales.

Figura 10

Región expuesta por el río Coasa



Se muestra una región expuesta al desborde del río Coasa, debido a que esta área carece de medidas de protección, como muros de contención. Esta falta de infraestructura de seguridad incrementa el riesgo de inundaciones y erosión, afectando directamente al terreno y a las comunidades cercanas.

Figura 11

Región expuesta por el río Coasa



La región expuesta cerca del río Coasa se presenta sin ninguna medida de protección, lo que resulta en una notable erosión del suelo. Este deterioro se debe principalmente a la acción constante del río, que arrastra sedimentos, dejando a su paso un terreno frágil y susceptible a más daños.

Figura 12

Zona expuesta a causa del río Coasa



Se observa una zona de inundación en el Barrio Las Cantutas, provocada por el desbordamiento del río Coasa. Esta situación recurrente plantea serios desafíos para los residentes del área, quienes enfrentan riesgos para su seguridad y daños significativos a sus propiedades durante los episodios de lluvias intensas

Figura 13

Zona expuesta a causa del río Coasa

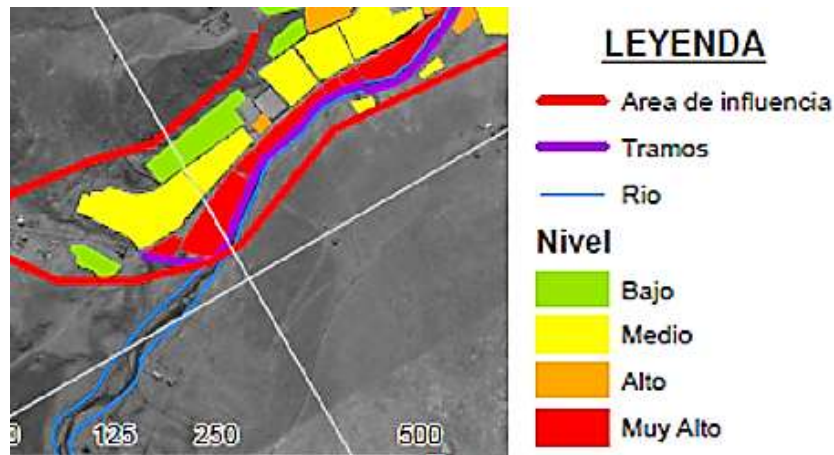


Se muestra una zona significativamente afectada por el cauce del río Coasa, donde se puede apreciar claramente una infraestructura dañada. Esta área evidencia el impacto destructivo de la corriente sobre las construcciones locales, resaltando la necesidad urgente de medidas de protección y restauración para prevenir futuros daños.

Figura 14

Río Coasa



Figura 15*Niveles de riesgo*

Para desarrollar el mapa de niveles de riesgo, se tomaron en cuenta diversos factores. Inicialmente, se evaluaron los niveles de peligro en la zona, destacando un riesgo bajo de inundación pluvial en el área de influencia. Posteriormente, se analizó la vulnerabilidad de la zona de estudio. Con esta información, se procedió a homogeneizar áreas que compartían características similares dentro de la misma estratificación de riesgo. Para este proceso, se emplearon las herramientas de análisis espacial del software ArcGIS donde se muestra que en el “**Barrio las Cantutas**” presentan una zona de riesgo muy elevado.

b) Evaluación de las propiedades que presenta el suelo de la zona “Barrio las Canturtas”

En relación con las cualidades de los suelos en la zona de estudio del Barrio Las Cantutas, se ha observado que esta área presenta un mayor riesgo comparado con otras zonas circundantes. Este análisis se fundamenta en una serie de estudios geotécnicos y evaluaciones de campo que han revelado varias características del suelo que contribuyen a este mayor riesgo.

- **Distribución granulométrica**

Tabla 6

Distribución granulométrica de las calicatas

Muestreo	MARGEN	Estratos	% que pasa						
			No4	No10	No20	No40	No50	No100	No200
C - 1		E-01	100	93.87	63.74	62.56	59.39	58.71	53.53
		E-02	100	98.82	73.64	72.96	62.78	60.16	52.54
C - 2	Derecho	E-01	100	81.25	79.35	75.9	60.58	53.83	50.41
		E-02	100	96.58	94.46	74.38	67.63	62.54	55.09
C - 3		E-01	100	94.58	86.16	77.74	76.98	71.89	68.79
		E-02	100	96.58	81.36	66.28	65.86	65.44	51.02
C - 1		E-01	100	95.58	90.16	84.79	78.05	67.19	55.11
		E-02	100	95.56	90.03	84.17	77.99	76.9	56.71
C - 2		E-01	100	96.58	93.39	91.52	89.32	88.9	71.71
		E-02	100	95.91	91.83	90.07	86.65	79.9	72.48
C - 3	Izquierdo	E-01	100	97.44	91.38	85.31	72.75	66.18	56.04
		E-02	100	92.44	88.63	82.32	70.76	66.94	55.63
C - 4		E-01	100	97.95	87.9	77.84	69.79	66.74	61.69
		E-02	100	96.75	87.64	80.58	78.14	68.09	53.03
C - 5		E-01	100	95.36	90.14	81.5	68.19	56.68	51.96
		E-02	100	97.07	89.85	80.63	67.43	57.07	44.91

Se presenta la distribución granulométrica en los diferentes puntos de muestreo ubicados en la zona del barrio Las Cantutas.

- Límites de atterberg en las calicatas

Tabla 7

Límites de consistencias encontrados

Muestreo	MARGEN	Estrato	Límites de consistencia		
			LL%	LP%	IP %
C - 1	Derecho	E-01	31.1	10.92	20.18
		E-02	52.36	17.1	35.27
E-01		35.58	11.8	23.78	
E-02		53.31	12.56	40.75	
E-01		29.79	12.74	17.05	
E-02		57.07	11.7	45.37	
C - 1	Izquierdo	E-01	31.81	6.51	25.3
		E-02	60.01	12.81	47.2
E-01		27.88	7.61	20.26	
E-02		64.64	13.13	51.51	
E-01		31.03	13.18	17.85	
E-02		60.99	13.6	47.39	
C - 4		E-01	36.18	12.85	23.34
		E-02	59.5	9.76	49.74
E-01		32.25	9.56	22.68	
E-02		57.83	11.63	46.2	

- Categorización del suelo

Tabla 8

Categorización del suelo a 1 metro

Exploración	Margen	Nivel de profundidad (metros)	SUCS
C.- 1	Derecho		C.L.
C.- 2			C.L.
C.- 3			C.L.
C.- 1	Izquierdo	1	C.L.
C.- 2			C.L.
C.- 3			C.L.
C.- 4			C.L.
C.- 5			C.L.

Se muestra la clasificación del suelo a una profundidad de 1 metro

Tabla 9

Categorización del suelo a 2 metros

Exploración	Margen	Nivel de profundidad (metros)	SUCS
C.- 1			CL
C.- 2	Derecho		CL-ML
C.- 3			CL
C.- 1			CL
C.- 2		2	CL-ML
C.- 3	Izquierdo		CL
C.- 4			CL
C.- 5			CL-ML

Se muestra la clasificación del suelo a una profundidad de 2 metros

4.1.3 Propuesta de diseño de estructura de protección en las riberas del río Coasa

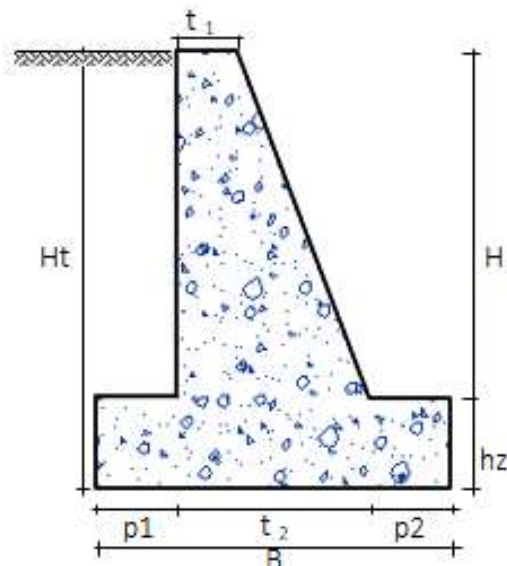
❖ Diseño de muro de contención

Datos

Altura de pantalla	H : 2.00 m
Sobrecarga	S/C : 1.00 Tn/m ²
Peso específico del terreno	Y : 1.73 Tn/m ³
Ang. fricción interna del terreno	Øs : 30.00°
Cohesión	C : 0.00 Tn/m ²
Capacidad portante del terreno	σ t : 1.60 Tn/m ²
Peso específico del concreto	Yc : 2.30 Tn/m ³
Peso específico del agua	Yagua : 1.00 Tn/m ³

Figura 16

Diseño de un muro de contención



1. Amplitud en la parte superior de la pantalla " t1 "

$$t_1 = 0.08 * H \quad t_1 \geq 0.30 \text{ m}$$

Donde:

H : Altura de pantalla

$$t_1 = 0.08 * 2.00$$

$$t_1 = 0.17$$

2. Elevación de la zapata: " hz "

$$hz = 0.12 * H \text{ a } 0.16 * H$$

Tomaremos:

$$hz = 0.14 * H$$

$$hz = 0.28$$

Adoptamos: hz: 0.30m

3. Medida de pie de muro: " p1 "



$$p_1 = \frac{h_z}{2} \text{ a } h_z$$

$$P_1 = 0.15 \text{ a } 0.30$$

Adoptamos: 0.30m

4. Dimensión del talón del muro: " p2 "

$$p_2 = \frac{h_z}{2} \text{ a } h_z$$

$$P_2 = 0.15 \text{ a } 0.30$$

Adoptamos: 0.20m

5. Ancho de la zapata: " B "

$$B = 0.5 * H_t \text{ a } 0.75 * H_t$$

$$B = 0.60 * H_t$$

$$B = 1.38 \text{ m}$$

Adoptamos: 1.40m

6. Ancho inferior de la pantalla: " t2 "

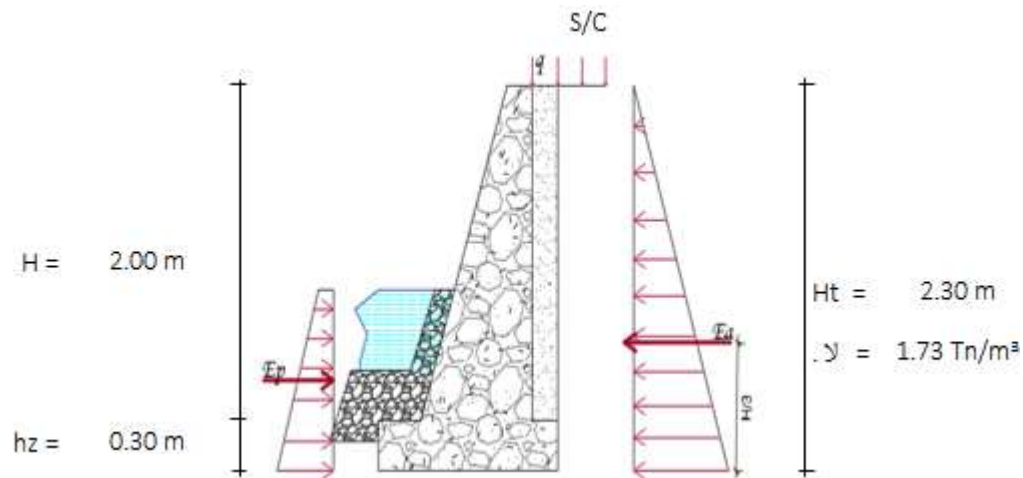
$$t_2 = B - p_1 - p_2$$

$$T_2 = 0.90\text{m}$$

❖ Cálculo de presiones laterales

Figura 17

Presiones laterales del muro de contención



1. Determinación del factor de empuje activo (K_a):

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = 0.33$$

2. Cálculo del Empuje activo (E_a):

$$E_a = \left(\frac{1}{2} * \gamma * H^2 \right) * K_a$$

$$E_a = 1.53 \text{ Tn}$$

3. Ubicación del punto de aplicación del empuje activo:

$$Y = \frac{H_t}{3}$$

$$Y = 0.77 \text{ m}$$

4. Determinación del factor de empuje pasivo (K_p):

$$K_p = \frac{1}{K_a}$$

$$K_p = 3.00$$



5. Cálculo del empuje pasivo (E_p):

$$E_p = \left(\frac{1}{2} * \gamma * h_z^2\right) * K_p$$

$$E_p = 0.23 \text{ Tn}$$

6. Posición del punto de aplicación del empuje pasivo:

$$Y = \frac{H_z}{3}$$

$$Y = 0.10 \text{ m}$$

7. Cálculo del coeficiente del empuje de reposo (K_o):

$$K_o = 1 - \sin \phi$$

$$K_o = 1.02$$

8. Cálculo del empuje de reposo (E_o):

$$E_o = \left(\frac{1}{2} * \gamma * H\right) * K_o$$

$$E_o = 2.02 \text{ Tn}$$

9. Cálculo del empuje sísmico (E_s):

Donde:

Csh : Coeficiente sísmico horizontal

Z : Factor de zona

FSpp : Fuerza sísmica del propio peso

PP : Peso propio del estribo

Csv : Coeficiente sísmico vertical

Φ : Angulo de fricción interna 30.0°

δ : Angulo de fricción relleno - muro



ϕ : Angulo formado entre la horizontal y la cara interna del muro (por lo general es de 90°)

$$C_{sh} = 0.50 * Z$$

$$C_{sh} = 0.13$$

$$FS_{pp} = C_{sh} * (PP)$$

$$FS_{pp} = 0.43$$

$$C_{sv} = 0.70 * C_{sh}$$

$$C_{sv} = 0.09$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{C_{sh}}{1 - C_{sv}}\right)$$

$$\theta = 7.25$$

$$\delta = \frac{2}{3} * \phi$$

$$\delta = 4.84$$

$$\phi = 90.0^\circ$$

$$\beta < (\phi - \theta)$$

$$\beta < 22.7^\circ$$

$$\beta = 20.0^\circ$$

$$K_{as} = \frac{\text{sen}^2(\varphi + \phi - \theta)}{\text{cos}\theta * \text{sen}^2\varphi * \text{sen}(\varphi - \delta - \theta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{sen}(\varphi - \delta - \theta) * \text{sen}(\varphi + \beta)}}\right]^2}$$

$$K_{as} = 0.09$$

$$\Delta DE_a = \left(\frac{1}{2} * \gamma * H^2\right) * (K_{as} - K_a) * (1 - C_{sv})$$

$$\Delta Dea = -1.024205105$$

$$Es = Ea + \Delta DEa + FS_{pp}$$

$$Es = 0.93 \quad Tn$$

10. Comprobación de la estabilidad del muro

Figura 18

Puntos sobre para la estabilidad de muro

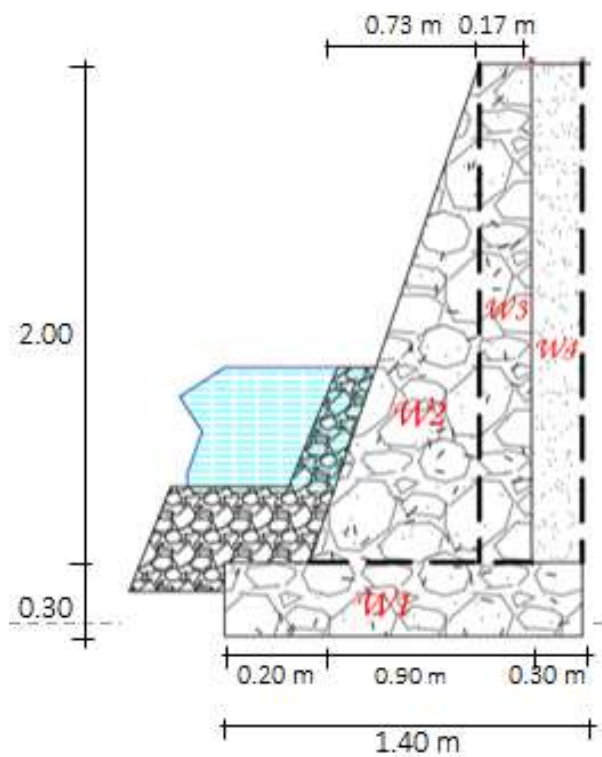


Tabla 10

Momento resistente

Wi	Pesos (Tn)	x (m)	W . x (Tn-m)
W1	0.97	0.700	0.68
W2	1.68	0.687	1.15
W3	0.78	1.015	0.79
W4	1.04	1.250	1.30
Σ	4.47	Σ	3.92



11. Factor de seguridad contra volteo

$$FS_{\text{volteo}} = \frac{\sum M_{\text{resistentes}}}{\sum M_{\text{actuantes}}} > 1.5$$

FS volteo = 3.35 OK!, Si cumple

12. Factor de seguridad contra deslizamiento

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{Fr + Ep}{Et}$$

Tabla 11

Factor de seguridad

SUELO	COEF. (μ)
Granular	0.6 - 0.55
Granular con limo	0.45
Limosos	0.3 - 0.35

$$\mu = 0.58$$

$$Fr = W_T * \mu$$

$$Fr = 2.59$$

Por consiguiente:

FS deslíz. = 3.04 OK!, Si cumple

Excentricidad de la estructura

$$X_o = (\sum Mr - \sum Ma) / \sum W_i$$

$$X_o = (3.92 - 1.17) / 4.47$$

$$X_o = 0.62 \text{ m}$$

$$B/6 = 0.23 \text{ m}$$

$$e = B/2 - X_o$$

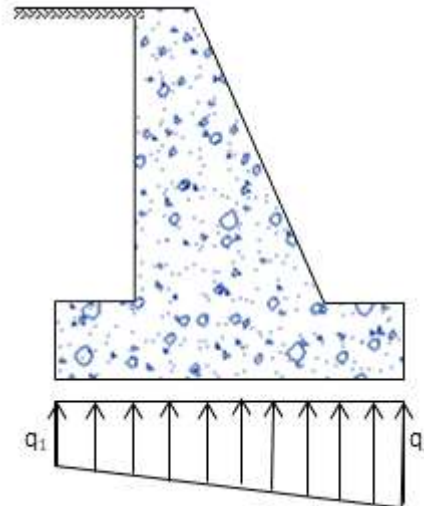
$$e = 1.40 / 2 - 0.62$$

$$e = 0.08 \text{ m} < B/6, \text{ Si cumple}$$

Presiones del terreno

Figura 19

Presión generada en el terreno



Punta $q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = 4.34 \text{ Tn/m}^2$

$$> \sigma_t = 1.60 \text{ Tn/m}^2$$

OK, SI CUMPLE

Talon $q_2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) = 2.04 \text{ Tn/m}^2$

4.2 Discusión de resultados

En el estudio de (Pareja, 2023), se llevó a cabo una evaluación y el diseño de una defensa ribereña en la margen derecha del río Cachi, específicamente en el centro poblado de Cangari-Chihua. Los resultados indicaron que las defensas existentes son insuficientes y defectuosas. Para abordar estos problemas, se propone el uso de gaviones como método de refuerzo. Este enfoque no solo prevendría la erosión durante las crecidas significativas del río, sino que también mitigaría el riesgo de futuros accidentes. La implementación de gaviones, seleccionados por su rentabilidad y funcionalidad tras un análisis detallado, se perfila como la solución óptima. Además, se sugiere que esta infraestructura mejoraría significativamente la gestión hídrica del río Cachi, ayudando a estabilizar su cauce y mejorar la gestión de la escorrentía durante la temporada invernal. En resumen, se recomienda la construcción de una nueva defensa ribereña utilizando gaviones en la margen derecha del río Cachi para proteger eficazmente el área contra la erosión y otros impactos adversos.

En el estudio de (Baldeon & Enriquez, 2023), se desarrolló el diseño estructural de una defensa ribereña utilizando muros de gaviones en el segmento Ocopa-Rantay. Este estudio incorporó cálculos del caudal máximo, fundamentales para el diseño de la estructura, teniendo en cuenta los estudios hidrológicos previos y las características específicas del tramo evaluado. Los datos relevantes incluyen secciones transversales del río con una base de 40 metros lineales, un tirante máximo de 3.5 metros y una pendiente del río de 3.96%. El caudal máximo de diseño se estableció en 101.30 m³/s. Las características físicas del suelo en la misma zona para el adecuado diseño estructural. Los análisis realizados en las calicatas revelaron que los suelos, de granulometría gruesa, presentaban distintas capacidades de carga. Por ejemplo, en la Calicata 01, el tipo de suelo se clasificó como GC con una capacidad última de carga de 7.007 kg/cm² y una capacidad admisible de 2.34 kg/cm². En la Calicata 02, también de suelo grueso tipo SW, la capacidad última fue de 4.711 kg/cm² y la admisible de 1.57 kg/cm². Para facilitar la implementación



del diseño, se empleó el software BIM GEO5, que ayudó a modelar las estructuras de gaviones. Los tipos de gaviones seleccionados cumplen con las dimensiones y normativas establecidas por la normativa E.030, con una base de 2.00 metros y una altura de 2.50 metros para el Tipo I de gaviones, garantizando así la robustez y eficacia de la defensa ribereña proyectada.

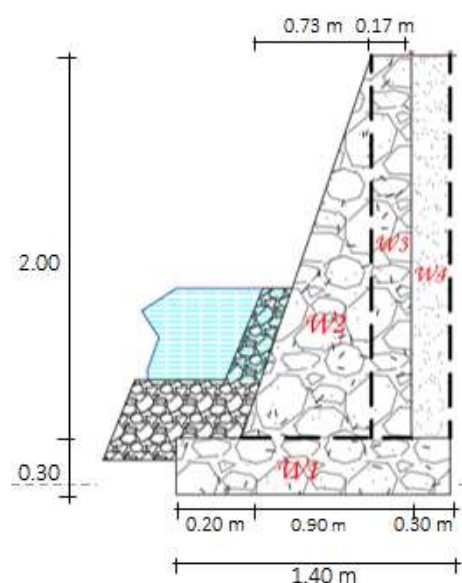
En el estudio de (Pérez, 2022), se evaluó meticulosamente el diseño hidráulico y estructural de defensas ribereñas, incluyendo enrocados, gaviones y muros de gravedad. Este estudio se centró en la estabilidad de estas estructuras tanto durante los períodos de máximas avenidas como en tiempos de estiaje, específicamente para el puente Comuneros en la margen izquierda del río. Los parámetros hidrológicos considerados fueron la longitud del cauce, que alcanza los 191.54 km, una pendiente de 0.469 %, y una superficie de cuenca de 11473.50 km². Estos datos fueron obtenidos y procesados mediante el software ArcGIS, lo que permitió calcular con precisión el caudal de diseño necesario para las estructuras. En cuanto a los parámetros hidráulicos, el estudio definió un ancho de cauce de 206.00 metros, un tirante de 2.50 metros y una profundidad de socavación de 1.80 metros. Estas medidas se derivaron de cálculos matemáticos rigurosos y fueron verificados utilizando los programas River y Hec-Ras. Estos parámetros fueron cruciales para el diseño de cada una de las estructuras propuestas en la investigación. Concluyendo, el estudio determinó que el muro de gravedad presentó un mejor desempeño tanto estructural como hidráulico en comparación con las otras opciones de defensa ribereña. Esto se debe a que el factor de seguridad de esta estructura mostró mayor holgura, asegurando una estabilidad comparable a la de las demás estructuras. Además, esta solidez adicional del muro de gravedad contribuirá significativamente a la protección de las zonas agrícolas adyacentes ubicadas en el margen izquierdo del río Mantaro.

En el estudio de (Díaz, 2022), abordó la problemática de la defensa ribereña del río Timarini. La evaluación concluyó que la defensa existente, construida con material de excavación del propio lecho del río, ha resultado ser ineficaz debido al arrastre continuo causado por la corriente del río, lo que ha llevado a una casi nula estabilidad del talud y del lecho en la base del talud, además de un control de cauce deficiente. El estudio propone un rediseño utilizando gaviones, una solución que no solo promete mejorar la condición hídrica del río sino también estabilizar la base del talud, evitar deformaciones o deslizamientos del mismo, y asegurar que no ocurran obstrucciones en el cauce.

En nuestro estudio, se investigaron zonas con alto riesgo de inundación, identificando al Barrio Las Cantutas como la región más vulnerable. Este área mostró una mayor exposición al riesgo, caracterizada por suelos compuestos por dos estratos distintos. Adicionalmente, el levantamiento topográfico reveló que esta zona enfrenta riesgos significativos de inundación, con un caudal estimado en $37.50 \text{ m}^3/\text{s}$. En respuesta a estos hallazgos, se desarrolló una propuesta para un muro de contención, cuyas características específicas se presentan a continuación:

Figura 20

Diseño final del muro de contención





CONCLUSIONES

Primera. - La topografía de la ribera del río Coasa en el Barrio Cantutas mostró características desfavorables. En esta zona, la intervención abarcó una longitud total de 722.57 m². Los estudios hidrológicos realizados determinaron un caudal de 37.50 m³/s, lo que indica un flujo significativo de agua.

Segunda. - La zona de riesgo de inundación del río Coasa en el distrito de Coasa está delimitada por el Barrio Cantutas. En esta área, los suelos presentan dos estratos bien definidos. El primero, compuesto por materiales con un alto índice de plasticidad, indica que estos suelos son susceptibles a deformaciones y desplazamientos. Estos suelos se clasifican como CL y CL-ML, lo que significa que son limosos arcillosos y arcillosos limosos de baja compresibilidad.

Tercera. - La alternativa de diseño para la estructura de protección de las riberas del río Coasa en el distrito de Coasa en 2024 consistió en la implementación de un muro de gravedad. Las especificaciones de este diseño fueron meticulosamente calculadas para garantizar su efectividad. El ancho de la pantalla superior (T1) se estableció en 0.17 metros. La altura de la zapata (hz) fue de 0.30 metros, dimensionada para asegurar una base firme y resistente. El ancho de la zapata (B) fue de 1.40 metros, lo que permite una adecuada distribución de la carga y evita el desplazamiento del muro. Finalmente, la altura total del muro (H) se definió en 2.00 metros, suficiente para proteger las riberas del río contra las inundaciones y la erosión.



RECOMENDACIONES

Primera. - Se aconseja seleccionar puntos de muestreo del suelo en áreas que sean críticamente afectadas e influyentes, donde se evidencian problemas como inundaciones y erosión debido al río. Es crucial que las muestras recolectadas permanezcan sin alterar para facilitar un análisis más preciso de la textura y composición granulométrica del suelo.

Segunda. - Se aconseja establecer un sistema de monitoreo constante de los cambios en la morfología de las riberas mediante imágenes satelitales y drones, lo que permitirá evaluar su evolución ante fenómenos naturales extremos.

Tercera. - Se recomienda evaluar una variedad de muros de contención, explorando diferentes materiales y diseños, para determinar cuáles son los más efectivos y adecuados según las condiciones específicas del área.



REFERENCIAS

- Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Alvaro Aguilar, L. M. K., & Henriquez Fasanando, L. A. (2018). Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama tramo puente Punta Moreno – pampas de Jaguey aplicando el programa River. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/683>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta. Edición*. Editorial Episreme.
- Baena, G. M. E. B. (2017). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Cerna Jamanca, E. A., & Arredondo Alejandro, J. M. (2023). Diseño de defensa ribereña mediante enrocado para prevenir desbordes del río Lurín, distrito de Pachacámac y Lurín, departamento de Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670642>
- Diaz Lanyi, J. F. (2022). *Diseño de la defensa ribereña con el uso de gaviones, en el puente Timarini 1, para la mejora de la condición hídrica, en el centro poblado de Paratushali, distrito de Satipo, provincia Satipo, Región Junín – 2020*.
- Echegaray García, C. R., & Quiroz Castillo, P. B. (2022). *Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del Río Reque en el sector Eten—Monsefú*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10279>
- Espinoza Sanchez, M. A., & Gomez Olarte, J. (2023). Propuesta de Diseño de Defensas Ribereñas en Ríos para Prevenir Inundaciones. *Universidad Ricardo Palma - Repositorio Institucional*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/7194>
- Gay, E. T., Martin, K. L., Caldwell, P. V., Emanuel, R. E., Sanchez, G. M., & Suttles, K. M. (2023). Riparian buffers increase future baseflow and reduce peakflows in a developing watershed. *Science of The Total Environment*, 862, 160834. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160834>
- Gutiérrez Neciosup, J. R., & Reyes Lino, L. A. (2020). Estudio de socavación e inundabilidad para el diseño de una defensa ribereña en el cauce del río Chicama tramo puente nazareno. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6799>



- He, H., Tian, Y. Q., Mu, X., Zhou, J., Li, Z., Cheng, N., Zhang, Q., Keo, S., & Oeurng, C. (2015). Confluent flow impacts of flood extremes in the middle Yellow River. *Quaternary International*, 380-381, 382-390. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.01.048>
- Huariccallo Maquera, J. L. (2019). *Propuesta y diseño de defensa ribereña de enrocado en el río Coata—Puno 2019*.
- Hung, H.-J., Lo, W.-C., Chen, C.-N., & Tsai, C.-H. (2022). Fish' habitat area and habitat transition in a river under ordinary and flood flow. *Ecological Engineering*, 179, 106606. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106606>
- Hurtado Quea, J. C. (2022). Evaluación de riesgos de inundación en áreas agrícolas y viviendas ribereñas por fenómenos hidrológicos de alta intensidad, Azángaro – Puno. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96389>
- Ibañez Mendoza, E. C. (2023). *Evaluación y mejoramiento del enrocado para mejorar la defensa ribereña de la quebrada Cascajal Km 0+420 al 0+640 del distrito Coishco, provincia del Santa, Ancash—2023*.
- Löschner, L., & Nordbeck, R. (2020). Switzerland's transition from flood defence to flood-adapted land use—A policy coordination perspective. *Land Use Policy*, 95, 103873. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.032>
- Marcelo Gamboa, J. L. (2023). *Descripción del Modelamiento de Inundación Bidimensional, para propuesta de diseño de Defensa Ribereña en la Cuenca Tinkuy, Ayacucho, 2022—2023*. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5573>
- Marijnissen, R. J. C., Kok, M., Kroeze, C., & van Loon-Steensma, J. M. (2021). Flood risk reduction by parallel flood defences – Case-study of a coastal multifunctional flood protection zone. *Coastal Engineering*, 167, 103903. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2021.103903>
- Mariño Tenio, B. R. (2021). Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77639>
- Martinez Rafael, L. D. (2023). *Diseño de la defensa ribereña en el cauce del río Sisa en el tramo Getsemaní a San Rafael del distrito San Rafael, departamento San Martín 2020*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6035>



- Merritt, D. M. (2022). Riparian Zones. En T. Mehner & K. Tockner (Eds.), *Encyclopedia of Inland Waters (Second Edition)* (pp. 276-289). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819166-8.00177-8>
- Olayinka-Dosunmu, D. N., Adzandeh, A. E., Hamid-Mosaku, I. A., Okolie, C. J., Nwilo, P. C., & Ogbeta, C. O. (2022). Assessing River Benue flow data for flood mitigation and management in Adamawa catchment, Nigeria. *Scientific African*, 16, e01205.
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01205>
- Olivos Alvites, V. O., & Contreras Riofrio, J. E. (2019). *Diseño de una defensa ribereña mediante roca al volteo en la margen derecha del río Pativilca. tramo: Km 16 Al Km 20*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3763>
- Pareja Martinez, K. (2023). *Evaluación y diseño para la defensa ribereña del río cachi margen derecho en el centro poblado de Cangari-Chihua, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho—2022*.
- Peña Caceres, J. B. (2024). *Diseño de muro de contención para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del Río Piura, en el AA. HH. Quinta Julia, distrito y provincia de Piura, departamento de Piura – 2023*.
- Pérez Silva, L. (2022). Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente comuneros. *Universidad Continental*.
- Rojas, E. (2023). *Estudio comparativo costo-tiempo de defensas ribereñas para mitigar las inundaciones en la ribera del río Chillón*.
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8557>
- Romero-Vargas, D. J., & Soto-Contreras, J. (2022). *Analizar los riesgos financieros, administrativos y técnicos para la construcción de un muro de contención a gravedad sobre la rívera del Río Magdalena, en el corregimiento de Puerto Bogotá municipio de Guaduas- Cundinamarca*.
- Ticona Cansaya, R. A. (2018). "Estudio hidrológico para la propuesta de construcción de una defensa ribereña ante amenazas de derrumbes por la crecida del río Patambuco en el sector de Puna Ayllu del Distrito de Patambuco, Provincia de Sandía – Puno".
- Videla Valdebenito, M. P. (2023). *Diseño hidrológico de las defensas fluviales del río Camiña en un contexto de cambio climático: Camiña, Chile*.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/193451>



- Vilca Velasquez, A. (2022). Determinación de caudales máximos de diseño mediante métodos convencionales probabilísticos en la cuenca del rio llave, Puno – 2022. *Repositorio Institucional* - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/103184>
- Yu, J., Zou, L., Xia, J., Dou, M., Wang, F., & Chen, X. (2024). Characterizing future changes in compound flood risk by capturing the dependence between rainfall and river flow: An application to the Yangtze River Basin, China. *Journal of Hydrology*, 635, 131175. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131175>
- Zhang, R., Huang, C., Kemp, D. B., Wang, Z., Zhang, Z., & Chen, W. (2023). Astronomical forcing of the hydrological cycle in the Weihe Basin (North China) during the middle to late Eocene. *Global and Planetary Change*, 228, 104208. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2023.104208>



ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

TÍTULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
¿Cuál es el estado actual de las riberas del río Coasa para la identificación de zonas en riesgo de inundación y propuesta de estructuras de protección en el distrito de Coasa 2024?	Evaluar las riberas del río Coasa para la identificación de zonas en riesgo de inundación y propuesta de estructuras de protección en el distrito de Coasa 2024.	Las riberas del río Coasa contará con alto riesgo de desbordes, las zonas en riesgo de inundación serán mayores y la propuesta de estructuras de protección en el distrito de Coasa 2024, será, muros de contención.	<p>VI: <i>Zonas de riesgo de inundación y diseño de estructuras de protección.</i></p> <p>Indicador: <i>Mapa de vulnerabilidad</i> <i>Muros de contención</i></p>	Hojas de cálculo, equipos de laboratorio.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cuál es la topografía de ambos márgenes de las riberas y caudales máximos del río en estudio del distrito de Coasa?	Determinar la topografía de ambos márgenes de las riberas y caudales máximos del río en estudio del distrito de Coasa.	La topografía de ambos márgenes de las riberas es accidentada y los caudales máximos del río en estudio del distrito de Coasa, resultaran mayores al de la capacidad de encausamiento.		
¿Cuáles son las zonas con riesgo de inundación mediante programa ArcGIS en las riberas del río en estudio del distrito de Coasa?	Identificar las zonas con riesgo de inundación mediante programa ArcGIS en las riberas del río en estudio del distrito de Coasa.	Las zonas con riesgo de inundación mediante programa ArcGIS en las riberas del río en estudio del distrito de Coasa, serán las zonas más llanas y con bajo margen de protección.	<p>VD: <i>Riberas del río Coasa.</i></p> <p>Indicador: <i>Condición del suelo</i> <i>Perfil longitudinal</i> <i>Volumen de agua</i></p>	Estudios topográficos, medición de flujos
¿Cuál es la propuesta de diseño de estructuras de protección para la protección de las áreas inundables en el distrito de Coasa?	Definir la propuesta de diseño de estructuras de protección para la protección de las áreas inundables en el distrito de Coasa.	La propuesta de diseño de estructuras de protección para la protección de las áreas inundables en el distrito de Coasa, serán muros de contención en la mayor parte de las riberas del río		



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

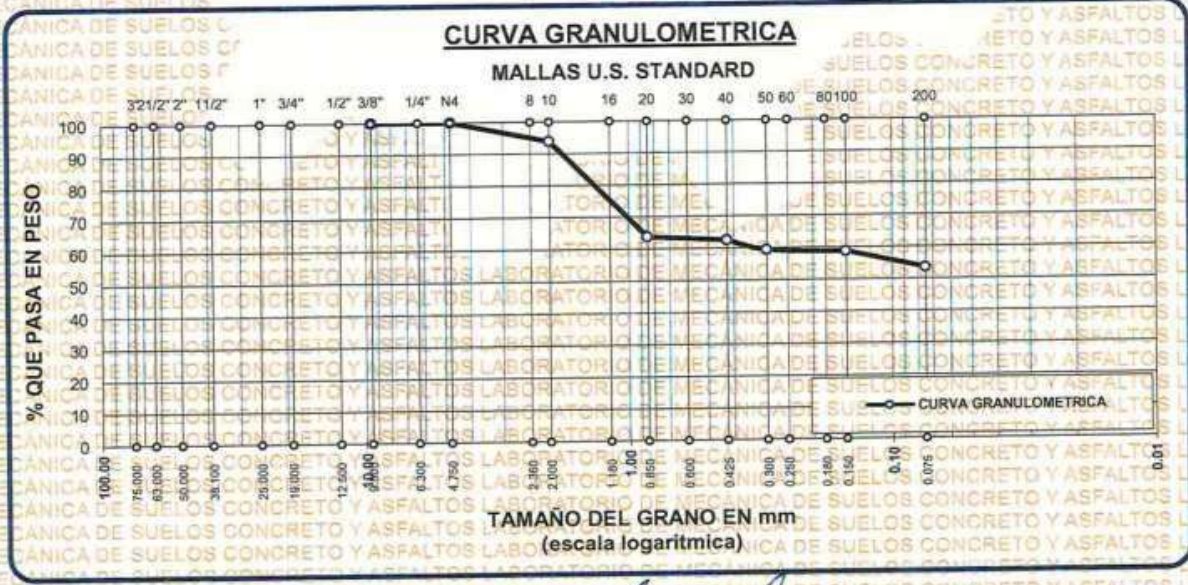
UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : SUELO C-1 M-01

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I. = 200.00
2"	50.000						P.L. = 92.95
1 1/2"	38.100						P.P. = 107.05
1"	25.000						% w = 22.78
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L. = 31.10
3/8"	9.500						L.P. = 10.92
1/4"	6.300						I.P. = 20.18
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360	*					D10 = ___ Cu = ___
No10	2.000	12.26	6.13	6.13	93.87		D30 = ___ Cc = ___
No16	1.180						D60 = 0.32
No20	0.850	60.26	30.13	36.26	63.74		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	2.36	1.18	37.44	62.56		SUSCS ; CL
No 50	0.300	6.35	3.18	40.62	59.39		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	1.36	0.68	41.30	58.71		
No200	0.075	10.36	5.18	46.48	53.53		
BASE							
TOTAL		107.05	53.53	100.00	0.00		
% PERDIDA							



LABORATORIO M.S.C.A.
UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
Mtro. Arnaldo Yano



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024
SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
UBICACIÓN : RÍO COASA
MUESTRA : C-1 - M-01
PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	163.02
SUELO SECO + TARRO	gr	141.13
PESO DEL TARRO	gr	45.02
PESO DEL AGUA	gr	21.89
PESO DEL SUELO SECO	gr	96.11
HUMEDAD %	%	22.78

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO		A	B
TARRO N°			
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.13	33.66
SUELO SECO + TARRO	gr	27.20	30.14
PESO DEL TARRO	gr	18.00	18.00
PESO DEL AGUA	gr	2.93	3.52
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.20	12.14
HUMEDAD %	%	31.85	29.00
N° DE GOLPES		30	30

LIMITE PLASTICO		E	G
		16.09	15.03
		15.26	14.56
		9.37	8.50
		0.83	0.47
		5.89	6.06
		14.09	7.76

LIMITE LIQUIDO : 31.10 **LIMITE PLASTICO** : 10.92

INDICE PLASTICO : 20.18

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CA - INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
Mtro. Alfredo López



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

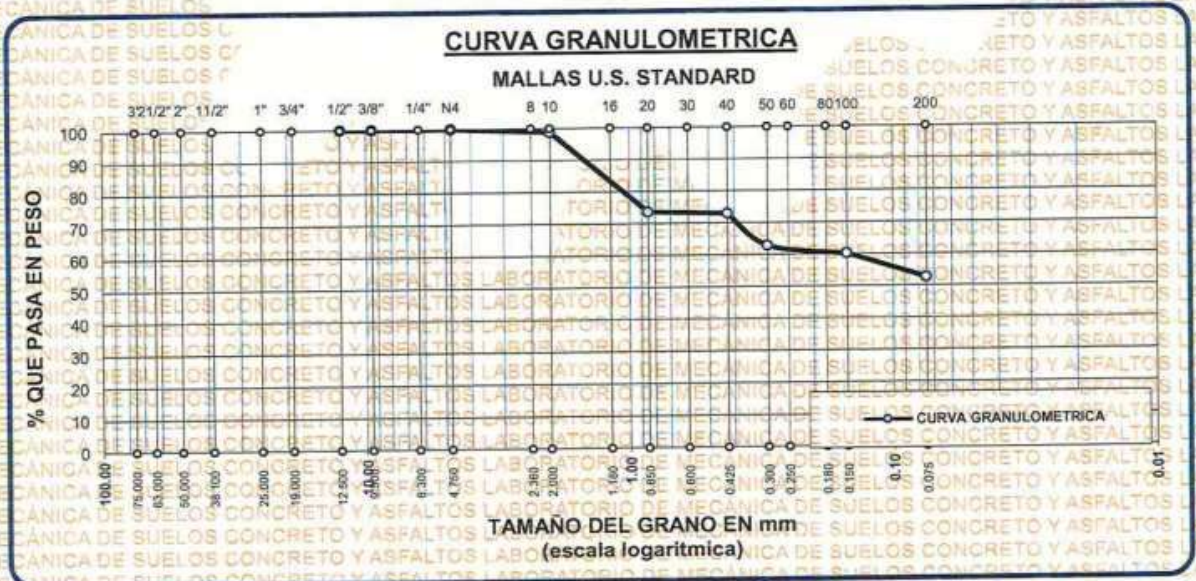
UBICACIÓN : RIO COASA

MUESTRA : C-1 M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m

FECHA : 26 DE AGO. 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 200.00
2"	50.000						P.L.= 94.93
1 1/2"	38.100						P.P.= 105.07
1"	25.000						% w = 23.05
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 52.36
3/8"	9.500						L.P.= 17.10
1/4"	6.300						I.P.= 35.27
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360			=			D10= — Cu= —
No10	2.000	2.36	1.18	1.18	98.82		D30= — Cc= —
No16	1.180						D60= 0.15
No20	0.850	50.36	25.18	26.36	73.64		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	1.36	0.68	27.04	72.96		SUSCS : CH
No 50	0.300	20.36	10.18	37.22	62.78		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	5.25	2.63	39.85	60.16		
No200	0.075	15.24	7.62	47.47	52.54		
BASE				100.00	0.00		
TOTAL		105.07	52.54				
% PERDIDA		52.54					



LABORATORIO M.S.C.A. INVESTIGACIÓN
 UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
 Mstr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024
SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
UBICACIÓN : RÍO COASA
MUESTRA : C-1 M-02
PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m
FECHA : 26 DE AGOSTO D : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	162.56
SUELO SECO + TARRO	gr	141.29
PESO DEL TARRO	gr	49.00
PESO DEL AGUA	gr	21.27
PESO DEL SUELO SECO	gr	92.29
HUMEDAD %	%	23.05

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			
TARRO N°		A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.26	32.26
SUELO SECO + TARRO	gr	26.56	27.58
PESO DEL TARRO	gr	18.00	18.00
PESO DEL AGUA	gr	4.70	4.68
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.56	9.58
HUMEDAD %	%	54.91	48.85
N° DE GOLPES		27	27

LIMITE PLASTICO	
6	7
16.20	15.20
15.46	13.99
9.37	8.50
0.74	1.21
6.09	5.49
12.15	22.04

LIMITE LIQUIDO : 52.36 **LIMITE PLASTICO** : 17.10

INDICE PLASTICO : 35.27

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Mgtr. Arnaldo Jara Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RIO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA OCAZA

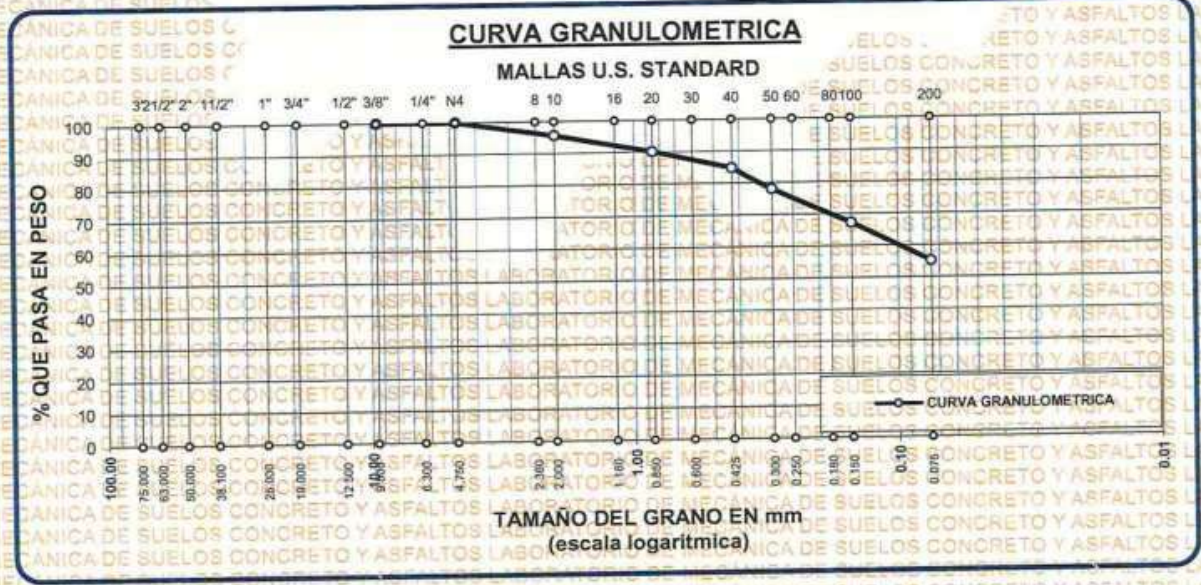
UBICACIÓN : RIO COASA

MUESTRA : C-1 M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. L.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 300.00
2"	50.000						P.L.= 134.67
1 1/2"	38.100						P.P.= 165.33
1"	25.000						% W = 23.10
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 31.81
3/8"	9.500						L.P.= 6.51
1/4"	6.300						I.P.= 25.30
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	13.26	4.42	4.42	95.58		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.11
No20	0.850	16.25	5.42	9.84	90.16		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	16.12	5.37	15.21	84.79		SUSCS ; CL
No 50	0.300	20.23	6.74	21.95	78.05		ASSTHO : ;
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	32.56	10.85	32.81	67.19		
No200	0.075	36.25	12.08	44.89	55.11		
BASE		165.33	55.11	100.00	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
P.C.P. - CARRERA INGENIERIA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA

Mgtr. Anando Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SÉRGIO BELTRAN HUANCA CCAA

UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-1 - M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	161.13
SUELO SECO + TARRO	gr	139.15
PESO DEL TARRO	gr	44.00
PESO DEL AGUA	gr	21.98
PESO DEL SUELO SECO	gr	95.15
HUMEDAD %	%	23.10

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
TARRO N°	A	B	E	G
SUELO HUMEDO + TARRO	29.25	32.25	16.52	15.52
SUELO SECO + TARRO	26.15	29.54	16.10	15.11
PESO DEL TARRO	17.95	18.56	9.20	9.20
PESO DEL AGUA	3.10	2.71	0.42	0.41
PESO DEL SUELO SECO	8.20	10.98	6.90	5.91
HUMEDAD %	37.80	24.68	6.09	6.94
N° DE GOLPES	29	29		
LIMITE LIQUIDO	31.81	LIMITE PLASTICO	6.51	
INDICE PLASTICO		25.30		

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
Ing. Sergio Beltrán Huanca CCAA



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

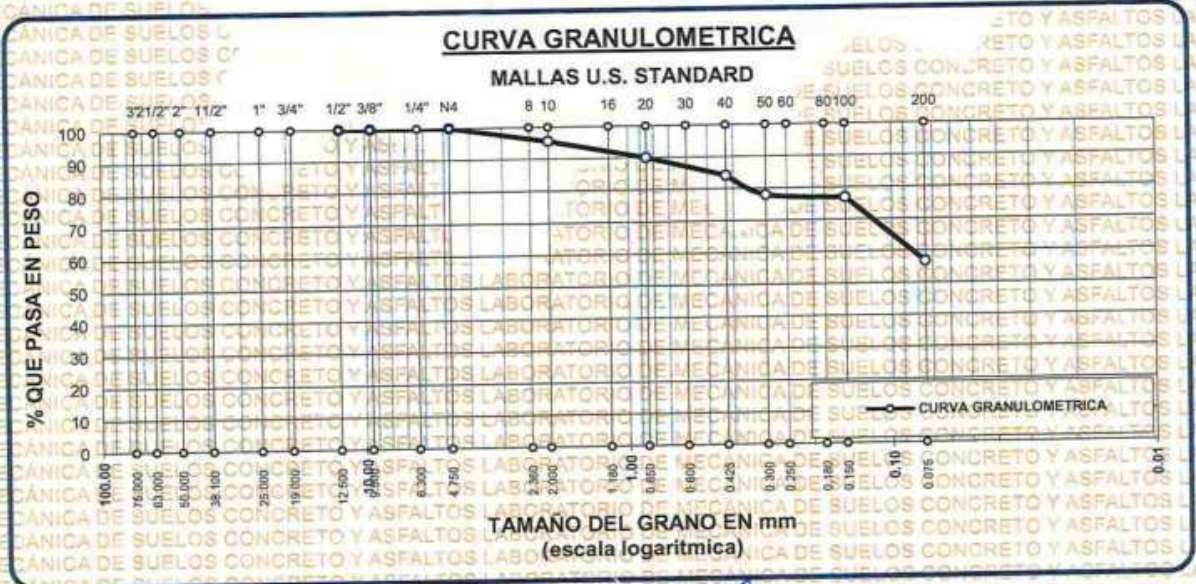
UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-1 M-02 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I. = 300.00
2 1/2"	63.000						P.L. = 129.87
2"	50.000						P.P. = 170.13
1 1/2"	38.100						% W = 23.50
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L. = 60.01
1/2"	12.500						L.P. = 12.81
3/8"	9.500						I.P. = 47.20
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10 = --- Cu = ---
No8	2.360						D30 = --- Cc = ---
No10	2.000	13.33	4.44	4.44	95.56		D60 = 0.09
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	16.59	5.53	9.97	90.03		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ; CH
No40	0.425	17.56	5.85	15.83	84.17		ASSTHO :
No 50	0.300	18.56	6.19	22.01	77.99		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	3.25	1.08	23.10	76.90		
No200	0.075	60.58	20.19	43.29	56.71		
BASE		170.13	56.71	100.00	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA		56.71					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 FICP - CARRERA INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 Ngr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024
SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
UBICACIÓN : RIO COASA
MUESTRA : C-1 M-02 - IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	162.25
SUELO SECO + TARRO	gr	140.58
PESO DEL TARRO	gr	48.36
PESO DEL AGUA	gr	21.67
PESO DEL SUELO SECO	gr	92.22
HUMEDAD %	%	23.50

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			
TARRO N°		A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.26	33.75
SUELO SECO + TARRO	gr	25.00	29.45
PESO DEL TARRO	gr	17.50	17.50
PESO DEL AGUA	gr	6.26	4.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.50	11.95
HUMEDAD %	%	83.47	35.98
N° DE GOLPES		26	26

LIMITE PLASTICO	
6	7
16.20	15.21
14.95	14.84
8.60	8.60
1.25	0.37
6.35	6.24
19.69	5.93

LIMITE LIQUIDO : 60.01 **LIMITE PLASTICO** : 12.81

INDICE PLASTICO : 47.20

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
 W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO M.S.C.A. DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Mgtr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE: ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

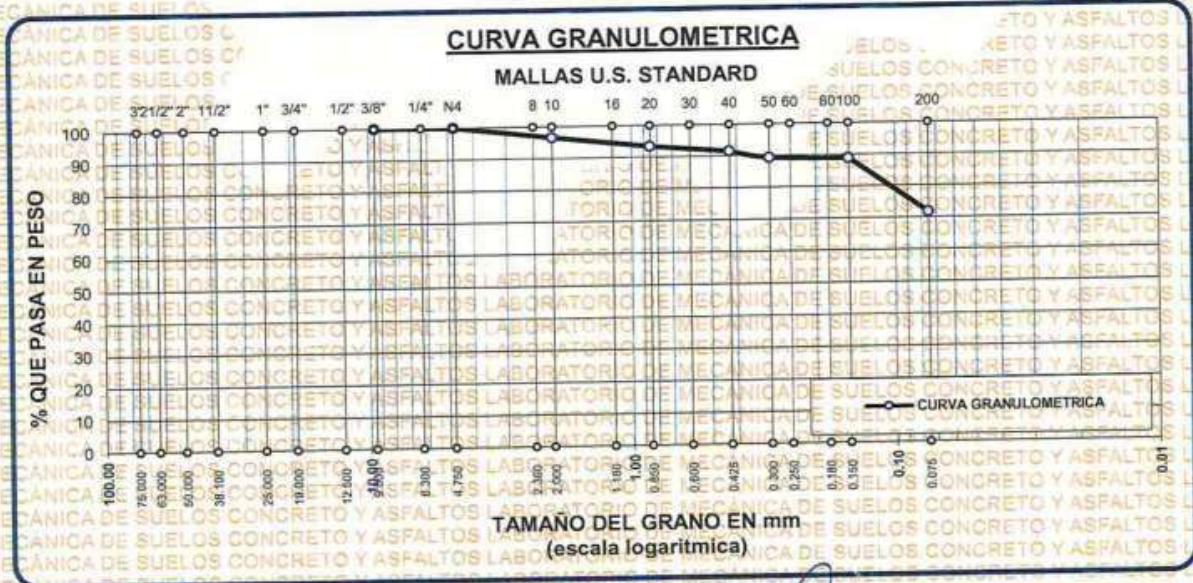
UBICACIÓN: RÍO COASA

MUESTRA: C-2 M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD: 0.10 - 1.00 m

FECHA: 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 300.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 84.87
2"	50.000						P.P.= 215.13
1 1/2"	38.100						% w = 19.34
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 27.88
1/2"	12.500						L.P.= 7.61
3/8"	9.500						I.P.= 20.26
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= — Cc= —
No10	2.000	10.26	3.42	3.42	96.58		D60= —
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	9.56	3.19	6.61	93.39		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ; CL
No40	0.425	5.63	1.88	8.48	91.52		ASSTHO :
No50	0.300	6.58	2.19	10.68	89.32		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	1.26	0.42	11.10	88.90		
No200	0.075	51.58	17.19	28.29	71.71		
BASE		215.13	71.71	100.00	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA		71.71					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 E.I.C.P. - CAR. INGENIERIA CIVIL
 Mtro. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024
SOLICITANTE : ING. SÉRGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
UBICACIÓN : RÍO COASA
MUESTRA : C-2 M-01 - IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	148.52
SUELO SECO + TARRO	gr	131.26
PESO DEL TARRO	gr	42.00
PESO DEL AGUA	gr	17.26
PESO DEL SUELO SECO	gr	89.26
HUMEDAD %	%	19.34

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			
TARRO N°	7	5	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	43.26	38.26
SUELO SECO + TARRO	gr	36.26	34.58
PESO DEL TARRO	gr	17.00	17.00
PESO DEL AGUA	gr	7.00	3.68
PESO DEL SUELO SECO	gr	19.26	17.58
HUMEDAD %	%	36.34	20.93
N° DE GOLPES		20	20

LIMITE PLASTICO	
5	4
13.55	13.33
13.05	12.78
6.01	6.01
0.50	0.55
7.04	6.77
7.10	8.12

LIMITE LIQUIDO : 27.88 **LIMITE PLASTICO** : 7.61
INDICE PLASTICO : 20.26

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Ing. Arnaldo Yano Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

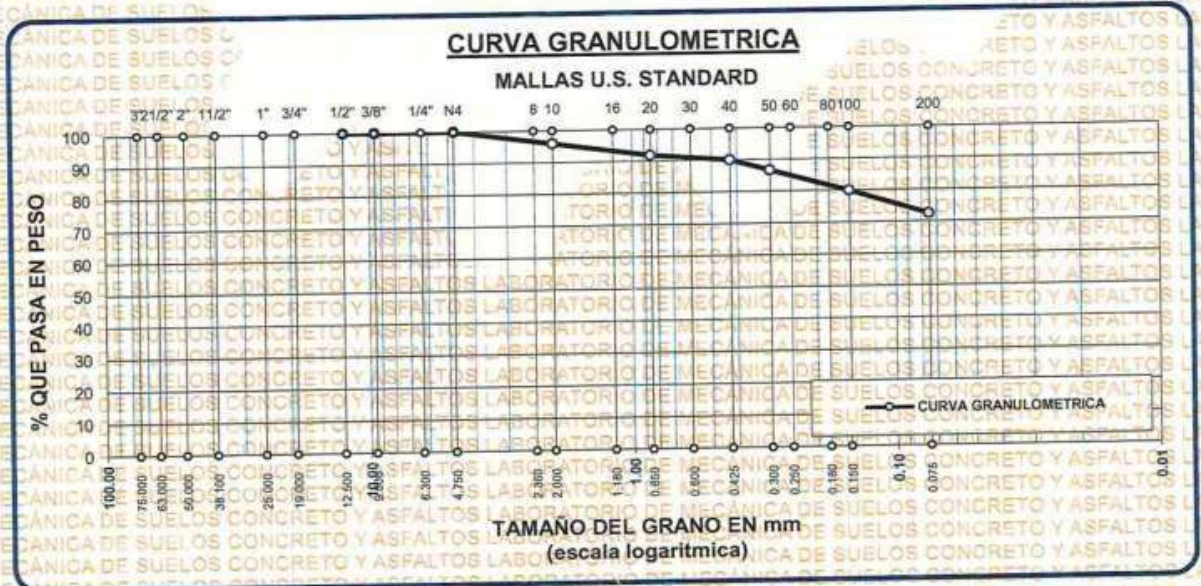
UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-2 M-02 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO-MAXIMO:	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000							P.I. = 300.00
2 1/2"	63.000							P.L. = 82.56
2"	50.000							P.P. = 217.44
1 1/2"	38.100							% w = 14.26
1"	25.000							LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000							L.L. = 64.64
1/2"	12.500							L.P. = 13.13
3/8"	9.500							I.P. = 51.51
1/4"	6.300							CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00			D10 = --- Cu = ---
No8	2.360							D30 = --- Cc = ---
No10	2.000	12.26	4.09	4.09	95.91			
No16	1.180							CLASIFICACION:
No20	0.850	12.26	4.09	8.17	91.83			I.G. =
No30	0.600							SUSCS : CH
No40	0.425	5.26	1.75	9.93	90.07			ASSTHO :
No 50	0.300	10.26	3.42	13.35	86.65			OBSERVACIONES:
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.150	20.26	6.75	20.10	79.90			
No200	0.075	22.26	7.42	27.52	72.48			
BASE		217.44	72.48	100.00	0.00			
TOTAL		300.00	100.00					
% PERDIDA		72.48						



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAR. INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. (MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS)
 Ing. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024
SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
UBICACIÓN : RÍO COASA
MUESTRA : C-2 M-02 - IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	151.26
SUELO SECO + TARRO	gr	139.25
PESO DEL TARRO	gr	55.00
PESO DEL AGUA	gr	12.01
PESO DEL SUELO SECO	gr	84.25
HUMEDAD %	%	14.26

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
TARRO N°		1	4	6	7
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.35	39.45	13.16	14.36
SUELO SECO + TARRO	gr	34.65	30.25	11.92	13.98
PESO DEL TARRO	gr	20.00	20.00	6.13	6.13
PESO DEL AGUA	gr	5.70	9.20	1.24	0.38
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.65	10.25	5.79	7.85
HUMEDAD %	%	38.91	89.76	21.42	4.84
N° DE GOLPES		26	26		
LIMITE LIQUIDO		64.64		LIMITE PLASTICO	
				13.13	

INDICE PLASTICO : 51.51

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - C.A. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA

Mtro. Arnaldo Vano Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BÉLTRAN HUANCA CCAZA

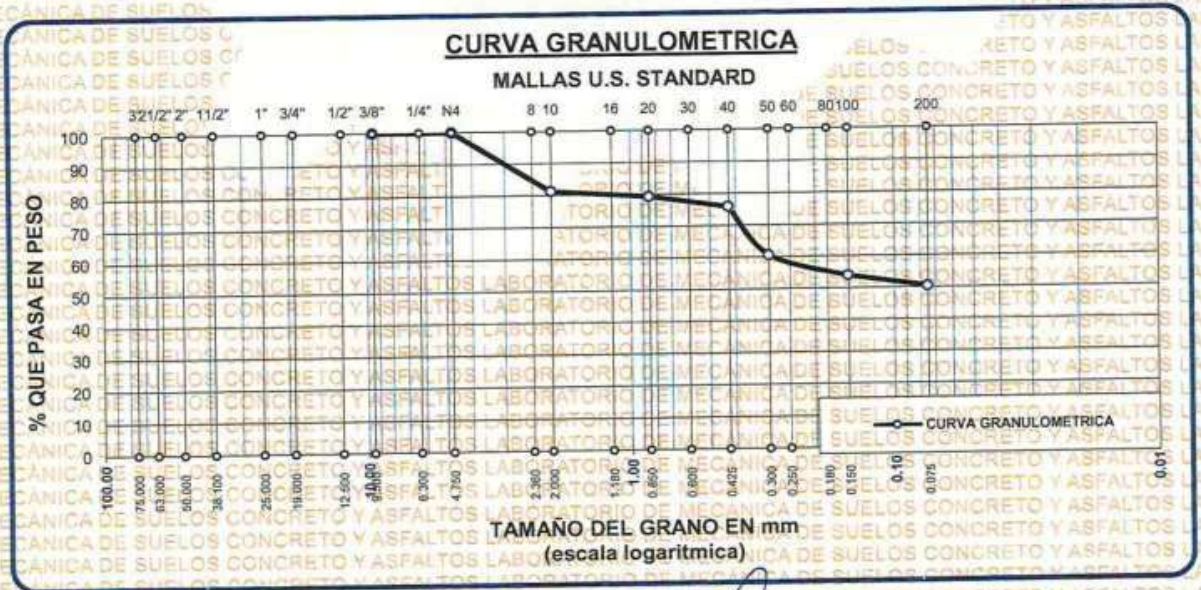
UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : SUE: C-2 M-01

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000							P.I. = 300.00
2 1/2"	63.000							P.L. = 148.78
2"	50.000							P.P. = 151.22
1 1/2"	38.100							%w = 12.15
1"	25.000							LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000							L.L. = 35.58
1/2"	12.500							L.P. = 11.80
3/8"	9.500							I.P. = 23.78
1/4"	6.300							CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00			D10 = ___ Cu = ___
No8	2.360							D30 = ___ Cc = ___
No10	2.000	56.25	18.75	18.75	81.25			D60 = 0.29
No16	1.180							CLASIFICACION:
No20	0.850	5.69	1.90	20.65	79.35			I.G. =
No30	0.600							SUSCS ; CL
No40	0.425	10.36	3.45	24.10	75.90			ASSTHO :
No50	0.300	45.96	15.32	39.42	60.58			OBSERVACIONES:
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.150	20.26	6.75	46.17	53.83			
No200	0.075	10.26	3.42	49.59	50.41			
BASE		151.22	50.41	100.00	0.00			
TOTAL		300.00	100.00					
% PERDIDA		50.41						



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFE TURNO
 Ing. Arnaldo Yana Torres
 2024



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

UBICACIÓN : RIO COASA

MUESTRA : C-2 - M-01

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	365.25
SUELO SECO + TARRO	gr	331.20
PESO DEL TARRO	gr	51.00
PESO DEL AGUA	gr	34.05
PESO DEL SUELO SECO	gr	280.20
HUMEDAD %	%	12.15

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO		7	5
TARRO N°			
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.26	39.36
SUELO SECO + TARRO	gr	35.26	33.26
PESO DEL TARRO	gr	18.50	18.50
PESO DEL AGUA	gr	5.00	6.10
PESO DEL SUELO SECO	gr	16.76	14.76
HUMEDAD %	%	29.83	41.33
N° DE GOLPES		25	25

LIMITE PLASTICO		5	4
		13.56	14.22
		12.59	13.55
		6.00	6.00
		0.97	0.67
		6.59	7.55
		14.72	8.87

LIMITE LIQUIDO : 35.58 **LIMITE PLASTICO** : 11.80

INDICE PLASTICO : 23.78

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FIGP - CAP INGENIERIA CIVIL
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

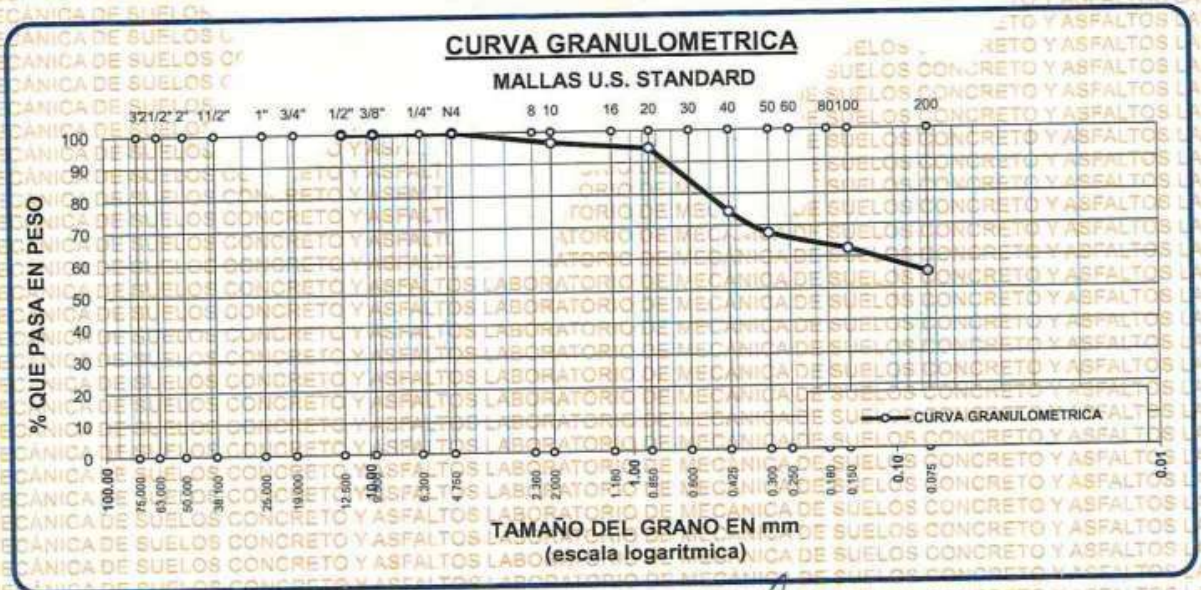
UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-2 M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000							P.I.= 300.00
2 1/2"	63.000							P.L.= 134.74
2"	50.000							P.P.= 165.26
1 1/2"	38.100							% w = 8.48
1"	25.000							LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000							L.L.= 53.31
1/2"	12.500							L.P.= 12.56
3/8"	9.500							I.P.= 40.75
1/4"	6.300							CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00			D10= ___ Cu= ___
No8	2.360							D30= ___ Cc= ___
No10	2.000	10.26	3.42	3.42	96.58			D60= 0.12
No16	1.180							CLASIFICACION:
No20	0.850	6.35	2.12	5.54	94.46			I.G. =
No30	0.600							SUSCS : CH
No40	0.425	60.25	20.08	25.62	74.38			ASSTHO :
No 50	0.300	20.26	6.75	32.37	67.63			OBSERVACIONES:
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.150	15.26	5.09	37.46	62.54			
No200	0.075	22.36	7.45	44.91	55.09			
BASE		165.26	55.09	100.00	0.00			
TOTAL		300.00	100.00					
% PERDIDA								



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 Ing. Anelido Tana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-2 M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	356.25
SUELO SECO + TARRO	gr	332.65
PESO DEL TARRO	gr	54.26
PESO DEL AGUA	gr	23.60
PESO DEL SUELO SECO	gr	278.39
HUMEDAD %	%	8.48

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			
TARRO N°		1	4
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.36	40.58
SUELO SECO + TARRO	gr	33.50	33.00
PESO DEL TARRO	gr	20.50	20.50
PESO DEL AGUA	gr	6.86	7.58
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.00	12.50
HUMEDAD %	%	52.77	60.64
N° DE GOLPES		15	15

LIMITE PLASTICO	
6	7
13.54	14.28
12.56	13.55
6.14	6.14
0.98	0.73
6.42	7.41
15.26	9.85

LIMITE LIQUIDO : 53.31 **LIMITE PLASTICO** : 12.56

INDICE PLASTICO : 40.75

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

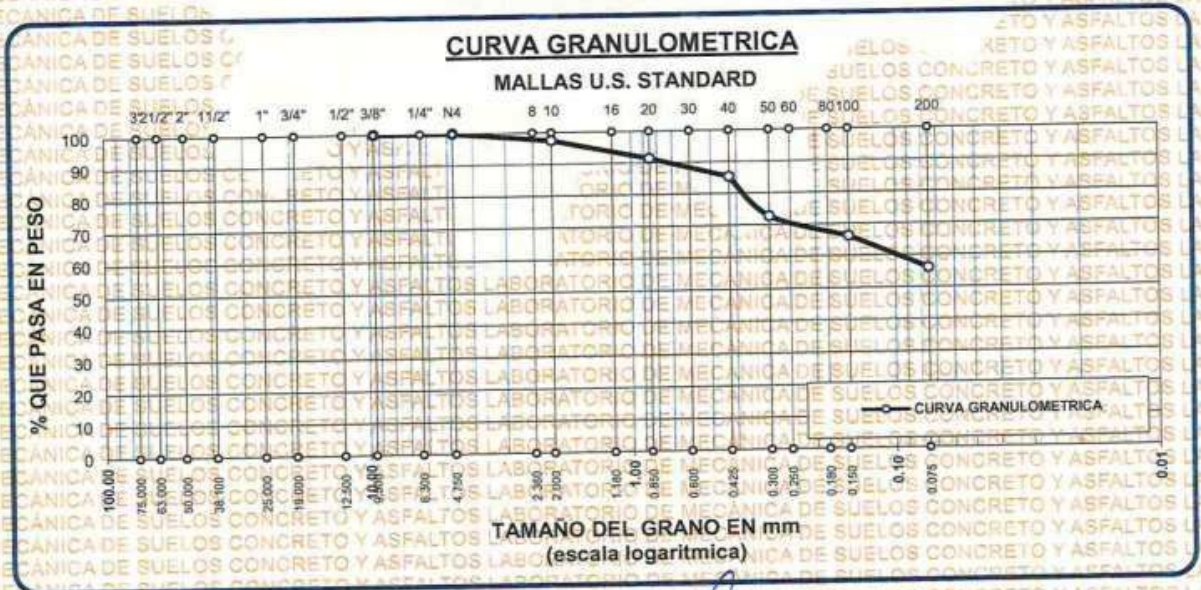
UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-3 M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000							P.I. = 400.00
2 1/2"	63.000							P.L. = 175.86
2"	50.000							P.P. = 224.14
1 1/2"	38.100							%w = 19.66
1"	25.000							LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000							L.L. = 31.03
1/2"	12.500							L.P. = 13.18
3/8"	9.500							I.P. = 17.85
1/4"	6.300							CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00			D10= — Cu= —
No8	2.360							D30= — Cc= —
No10	2.000	10.25	2.56	2.56	97.44			D60= 0.10
No16	1.180							CLASIFICACION:
No20	0.850	24.25	6.06	8.63	91.38			I.G. =
No30	0.600							SUSCS : CL
No40	0.425	24.26	6.07	14.69	85.31			ASSTHO :
No 50	0.300	50.26	12.57	27.26	72.75			OBSERVACIONES:
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.150	26.25	6.56	33.82	66.18			
No200	0.075	40.59	10.15	43.97	56.04			
BASE		224.14	56.04	100.00	0.00			
TOTAL		400.00	100.00					
% PERDIDA		56.04						



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 R.C.P. - C.A.P. INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFEATURA
 Mtro. Arnaldo Yane Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

UBICACIÓN : RIO COASA

MUESTRA : C-3 M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	157.53
SUELO SECO + TARRO	gr	139.25
PESO DEL TARRO	gr	46.25
PESO DEL AGUA	gr	18.28
PESO DEL SUELO SECO	gr	93.00
HUMEDAD %	%	19.66

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO		A	B
TARRO N°			
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.12	32.26
SUELO SECO + TARRO	gr	26.95	29.26
PESO DEL TARRO	gr	18.00	18.00
PESO DEL AGUA	gr	3.17	3.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.95	11.26
HUMEDAD %	%	35.42	26.64
N° DE GOLPES		25	25

LIMITE PLASTICO		E	G
		16.35	15.00
		15.18	14.36
		8.00	8.00
		1.17	0.64
		7.18	6.36
		16.30	10.06

LIMITE LIQUIDO : 31.03 **LIMITE PLASTICO** : 13.18

INDICE PLASTICO : 17.85

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CARRERA INGENIERIA CIVIL
 Mg. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE: ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

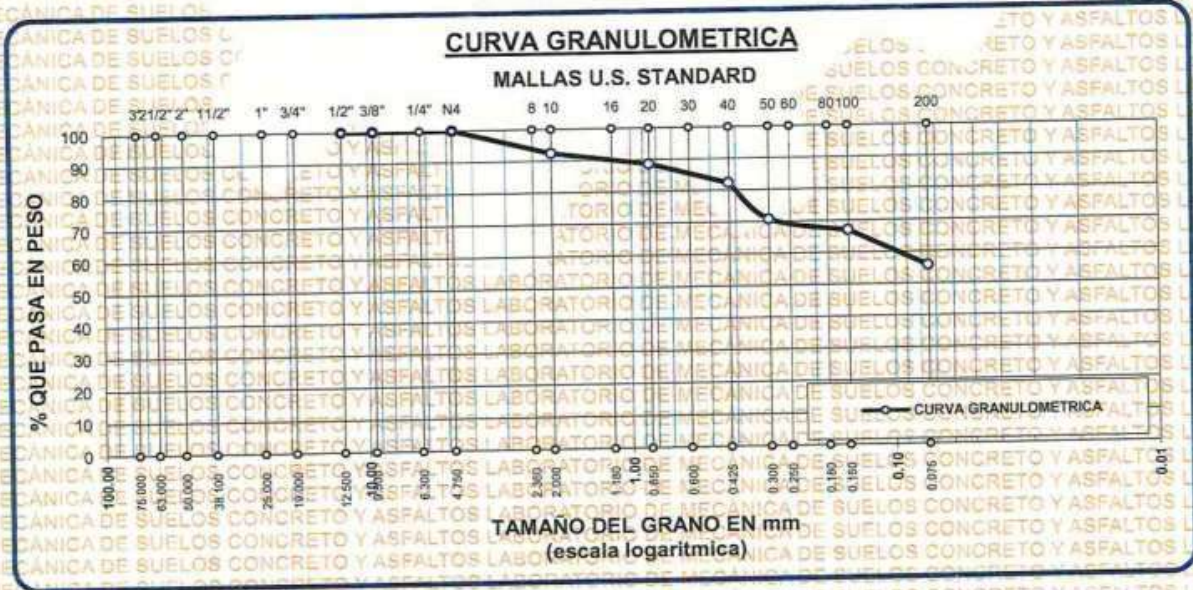
UBICACIÓN: RÍO COASA

MUESTRA: C-3 M-02 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD: 1.00 - 2.00 m

FECHA: 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000							P.I. = 400.00
2 1/2"	63.000							P.L. = 177.49
2"	50.000							P.P. = 222.51
1 1/2"	38.100							% w = 28.01
1"	25.000							LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000							L.L. = 60.99
1/2"	12.500							L.P. = 13.60
3/8"	9.500							I.P. = 47.39
1/4"	6.300							CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00			D10 = --- Cu = ---
No8	2.360	2.360	7.56	7.56	92.44			D30 = --- Cc = ---
No10	2.000	30.23	7.56	7.56	92.44			D60 = 0.10
No16	1.180		3.81	11.37	88.63			CLASIFICACION:
No20	0.850	15.25	3.81	11.37	88.63			I.G. =
No30	0.600		6.31	17.68	82.32			SUSCS : CH
No40	0.425	25.24	6.31	17.68	82.32			ASSTHO :
No50	0.300	46.25	11.56	29.24	70.76			OBSERVACIONES:
No60	0.250		3.82	33.06	66.94			
No80	0.180	15.26	3.82	33.06	66.94			
No100	0.150	45.26	11.32	44.37	55.63			
No200	0.075	45.26	11.32	44.37	55.63			
BASE		222.51	55.63	100.00	0.00			
TOTAL		400.00	100.00					
% PERDIDA		55.63						



LABORATORIO M.S.C.A.
 VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 Ing. Arnela Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024
SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
UBICACIÓN : RÍO COASA
MUESTRA : C-3 M-02 - IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	168.59
SUELO SECO + TARRO	gr	142.26
PESO DEL TARRO	gr	48.26
PESO DEL AGUA	gr	26.33
PESO DEL SUELO SECO	gr	94.00
HUMEDAD %	%	28.01

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
TARRO N°		A	B	6	7
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.25	34.57	16.15	15.26
SUELO SECO + TARRO	gr	26.00	28.56	14.75	14.95
PESO DEL TARRO	gr	18.05	18.05	8.50	8.50
PESO DEL AGUA	gr	5.25	6.01	1.40	0.31
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.95	10.51	6.25	6.45
HUMEDAD %	%	66.04	57.18	22.40	4.81
N° DE GOLPES		23	23		
LIMITE LIQUIDO		60.99	LIMITE PLASTICO		13.60

INDICE PLASTICO : 47.39

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A.
JEFATURA
Ing. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERCES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBRICAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

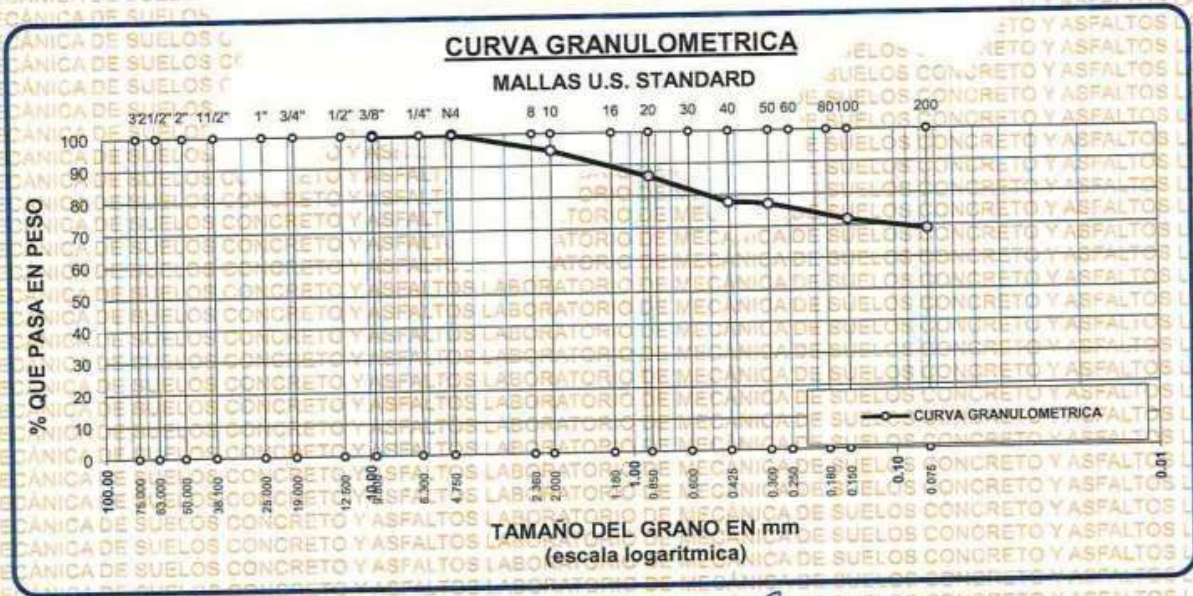
UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-3 M-01

PROFUNDIDAD : 0,10 - 1,00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. L.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 300.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 93.62
2"	50.000						P.P.= 206.38
1 1/2"	38.100						% w = 25.59
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 29.79
1/2"	12.500						L.P.= 12.74
3/8"	9.500						I.P.= 17.05
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= --- Cc= ---
No10	2.000	16.26	5.42	5.42	94.58		
No16	1.180						
No20	0.850	25.26	8.42	13.84	86.16		
No30	0.600						
No40	0.425	25.26	8.42	22.26	77.74		CLASIFICACION:
No 50	0.300	2.28	0.76	23.02	76.98		I.G. =
No60	0.250						SUSCS ; CL
No80	0.180						ASSTHO :
No100	0.150	15.28	5.09	28.11	71.89		OBSERVACIONES:
No200	0.075	9.28	3.09	31.21	68.79		
BASE		206.38	68.79	100.00	0.00		
TOTAL		300.00	100.00				
% PERDIDA		68.79					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERCES VELASQUEZ"
 FICP - CAR. INGENIERIA CIVIL

Mtr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA" V. EL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-3 M-01

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	161.29
SUELO SECO + TARRO	gr	138.25
PESO DEL TARRO	gr	48.20
PESO DEL AGUA	gr	23.04
PESO DEL SUELO SECO	gr	90.05
HUMEDAD %	%	25.59

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			
TARRO N°	A	B	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.12	33.56
SUELO SECO + TARRO	gr	27.10	30.04
PESO DEL TARRO	gr	18.00	18.00
PESO DEL AGUA	gr	3.02	3.52
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.10	12.04
HUMEDAD %	%	33.19	29.24
N° DE GOLPES		17	17

LIMITE PLASTICO	
E	G
17.36	16.35
16.20	15.50
8.00	8.00
1.16	0.85
8.20	7.50
14.15	11.33

LIMITE LIQUIDO : 29.79 **LIMITE PLASTICO** : 12.74

INDICE PLASTICO : 17.05

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



Ing. Yanina Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

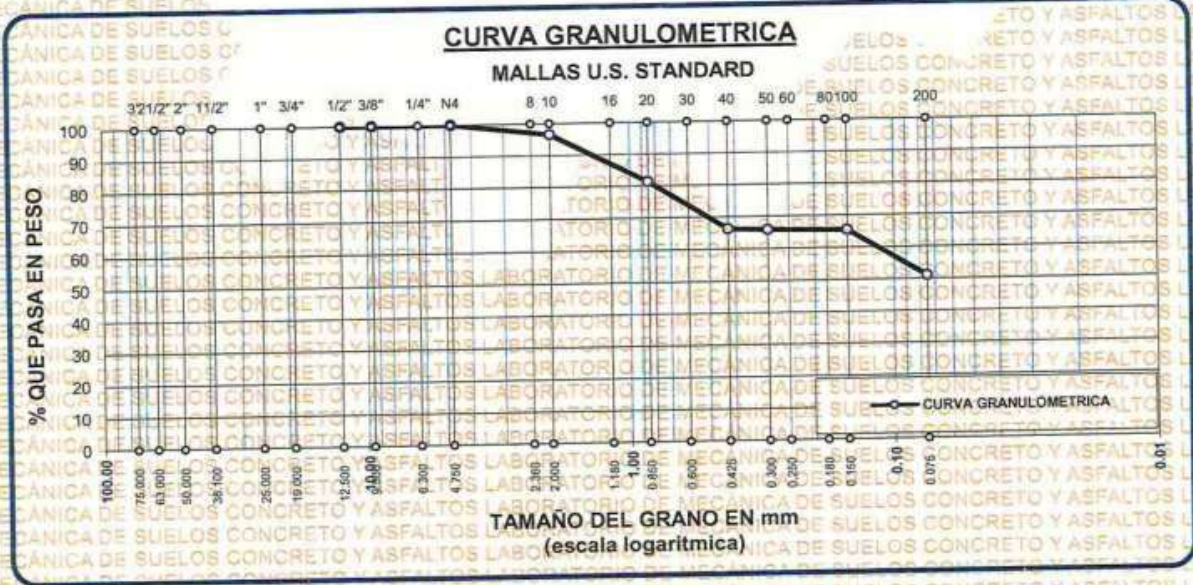
UBICACIÓN : RÍO COASA

MUESTRA : C-3 M-02

PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO:	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000							P.I. = 300.00
2 1/2"	63.000							P.L. = 146.95
2"	50.000							P.P. = 153.05
1 1/2"	38.100							% W = 26.62
1"	25.000							LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000							L.L. = 57.07
1/2"	12.500							L.P. = 11.70
3/8"	9.500							I.P. = 45.37
1/4"	6.300							CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00			D10 = --- Cu = ---
No8	2.360							D30 = --- Cc = ---
No10	2.000	10.26	3.42	3.42	96.58			D60 = 0.12
No16	1.180							CLASIFICACION:
No20	0.850	45.65	15.22	18.64	81.36			I.G. =
No30	0.600							SUSCS ; CH
No40	0.425	45.26	15.09	33.72	66.28			ASSTHO :
No50	0.300	1.26	0.42	34.14	65.86			OBSERVACIONES:
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.150	1.26	0.42	34.56	65.44			
No200	0.075	43.26	14.42	48.98	51.02			
BASE		153.05	51.02	100.00	0.00			
TOTAL		300.00	100.00					
% PERDIDA		51.02						



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDAS VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 Mgr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024
SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
UBICACIÓN : RÍO COASA
MUESTRA : C-3 M-02
PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	166.28
SUELO SECO + TARRO	gr	141.26
PESO DEL TARRO	gr	47.26
PESO DEL AGUA	gr	25.02
PESO DEL SUELO SECO	gr	94.00
HUMEDAD %	%	26.62

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO		A	B
TARRO N°			
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.16	33.55
SUELO SECO + TARROS	gr	25.16	27.00
PESO DEL TARRO	gr	16.00	16.00
PESO DEL AGUA	gr	5.00	6.55
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.16	11.00
HUMEDAD %	%	54.59	59.55
N° DE GOLPES		25	25

LÍMITE PLASTICO	
6	7
16.25	15.26
15.33	14.55
8.00	8.00
0.92	0.71
7.33	6.55
12.55	10.84

LÍMITE LIQUIDO : 57.07 **LÍMITE PLASTICO** : 11.70

INDICE PLASTICO : 45.37

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Límite Líquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Número de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
Ing. Arnoldo Yana Torres
CUI 197257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA.
2024

SOLICITANTE: ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

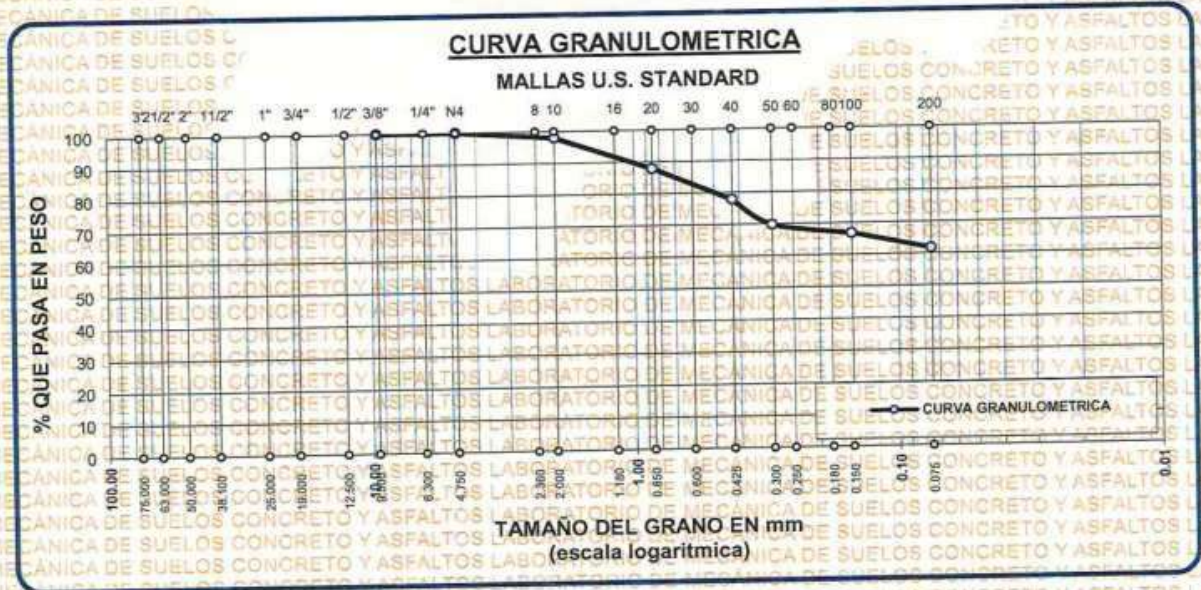
UBICACIÓN: RIO COASA

MUESTRA: C-4 M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD: 0.10 - 1.00 m

FECHA: 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000							P.I. = 500.00
2 1/2"	63.000							P.L. = 191.56
2"	50.000							P.P. = 308.44
1 1/2"	38.100							%w = 18.02
1"	25.000							LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000							L.L. = 36.18
1/2"	12.500							L.P. = 12.85
3/8"	9.500							I.P. = 23.34
1/4"	6.300							CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00			D10= --- Cu= ---
No8	2.360							D30= --- Cc= ---
No10	2.000	10.26	2.05	2.05	97.95			
No16	1.180							CLASIFICACION:
No20	0.850	50.26	10.05	12.10	87.90			I.G. =
No30	0.600							SUSCS ; CL
No40	0.425	50.26	10.05	22.16	77.84			ASSTHO :
No 50	0.300	40.26	8.05	30.21	69.79			OBSERVACIONES:
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.150	15.26	3.05	33.26	66.74			
No200	0.075	25.26	5.05	38.31	61.69			
BASE		308.44	61.69	100.00	0.00			
TOTAL		500.00	100.00					
% PERDIDA			61.69					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
 JEFATURA
 Mgtr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

UBICACIÓN : RIO COASA

MUESTRA : C-4 M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	162.25
SUELO SECO + TARRO	gr	145.26
PESO DEL TARRO	gr	51.00
PESO DEL AGUA	gr	16.99
PESO DEL SUELO SECO	gr	94.26
HUMEDAD %	%	18.02

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
TARRO N°		A	B	E	G		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.25	34.56	16.15	15.36		
SUELO SECO + TARRO	gr	27.22	30.21	15.56	14.45		
PESO DEL TARRO	gr	17.00	17.00	9.00	9.00		
PESO DEL AGUA	gr	4.03	4.35	0.59	0.91		
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.22	13.21	6.56	5.45		
HUMEDAD %	%	39.43	32.93	8.99	16.70		
N° DE GOLPES		25	25				
LIMITE LIQUIDO		36.18		LIMITE PLASTICO		12.85	
INDICE PLASTICO				23.34			

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Número de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Sergio Arnaldo Yano Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE: ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

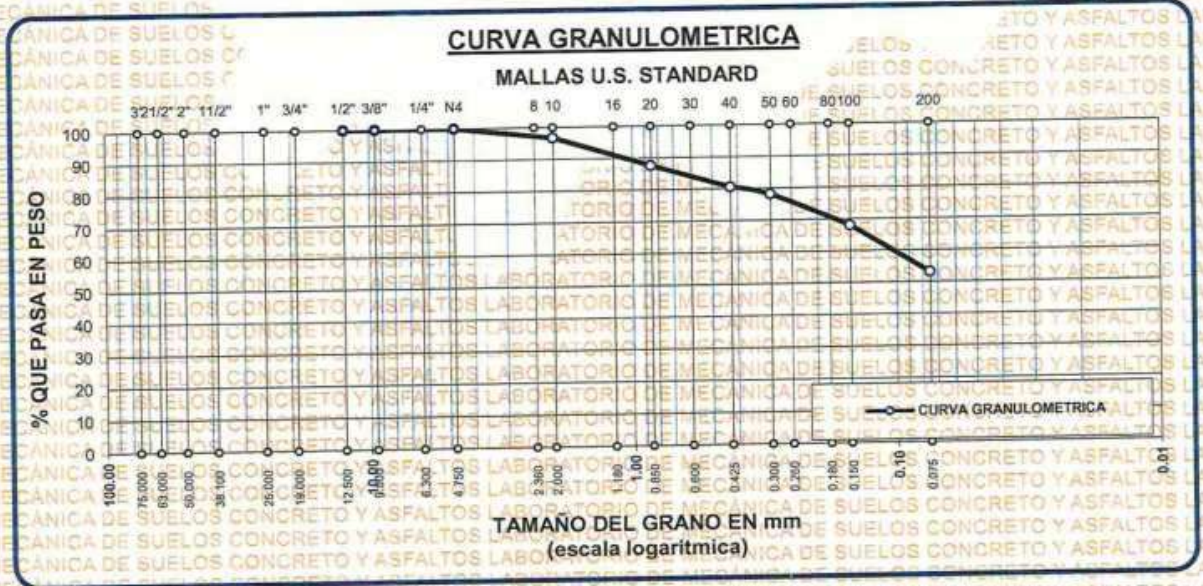
UBICACIÓN: RÍO COASA

MUESTRA: C-4 M-02 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD: 1.40 - 2.00 m

FECHA: 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 234.83
2"	50.000						P.P.= 265.17
1 1/2"	38.100						% w = 21.65
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 59.50
1/2"	12.500						L.P.= 9.76
3/8"	9.500						I.P.= 49.74
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10= — Cu=
No8	2.360						D30= — Cc=
No10	2.000	16.26	3.25	3.25	96.75		D60= 0.11
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	45.56	9.11	12.36	87.64		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ; CL
No40	0.425	35.26	7.05	19.42	80.58		ASSTHO :
No50	0.300	12.23	2.45	21.86	78.14		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	50.26	10.05	31.91	68.09		
No200	0.075	75.26	15.05	46.97	53.03		
BASE		265.17	53.03	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. (ESTADÍSTICA)
Mgtr. Arnaldo Yano Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAA

UBICACIÓN : RIO COASA

MUESTRA : C-4 M-02 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 1.40 - 2.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	164.52
SUELO SECO + TARRO	gr	143.25
PESO DEL TARRO	gr	45.00
PESO DEL AGUA	gr	21.27
PESO DEL SUELO SECO	gr	98.25
HUMEDAD %	%	21.65

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
TARRO N°		A	B	6	7
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.25	33.10	16.59	15.15
SUELO SECO + TARRO	gr	25.26	28.20	15.46	14.85
PESO DEL TARRO	gr	17.00	17.53	8.00	8.00
PESO DEL AGUA	gr	5.99	4.90	1.13	0.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.26	10.67	7.46	6.85
HUMEDAD %	%	72.52	45.92	15.15	4.38
N° DE GOLPES		26	26		
LIMITE LIQUIDO		59.50	LIMITE PLASTICO		9.76

INDICE PLASTICO : 49.74

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAR INGENIERIA CIVIL

M.Sc.A. JEFATURA

Mgtr. Arnelinda Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE: ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

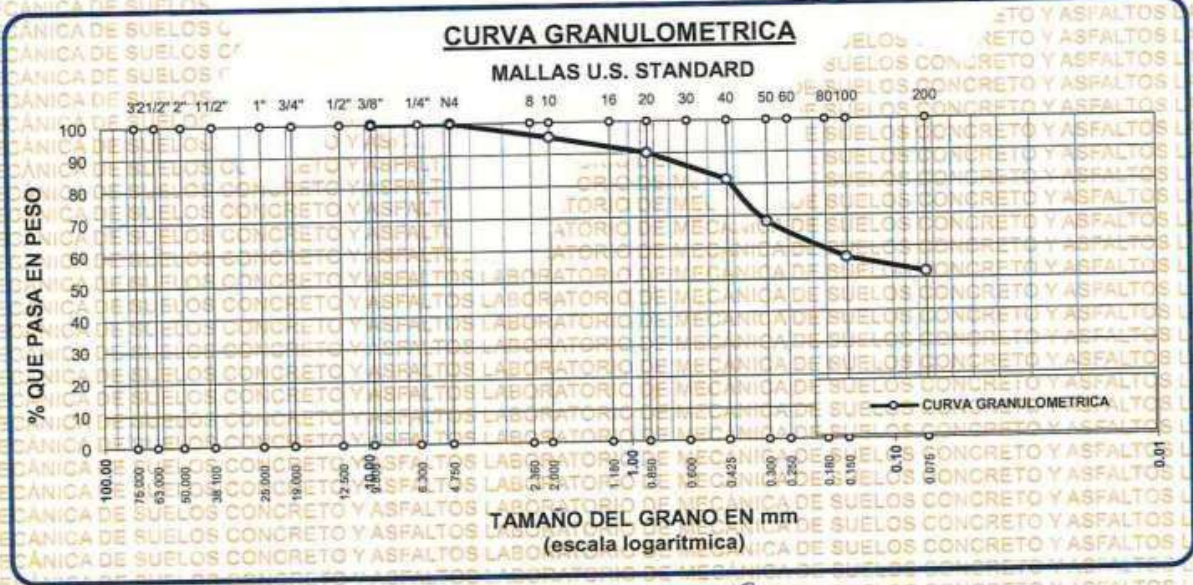
UBICACIÓN: RÍO COASA

MUESTRA: C-5 M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD: 0.10 - 1.00 m

FECHA: 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.I.= 350.00
2"	50.000						P.L.= 168.15
1 1/2"	38.100						P.P.= 181.85
1"	25.000						%w = 21.36
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 32.25
3/8"	9.500						L.P.= 9.56
1/4"	6.300						I.P.= 22.68
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360 *						D10= --- Cu= ---
No10	2.000	16.25	4.64	4.64	95.36		D30= --- Cc= ---
No16	1.180						D60= 0.19
No20	0.850	18.25	5.21	9.86	90.14		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	30.26	8.65	18.50	81.50		SUSCS ; CL
No 50	0.300	46.59	13.31	31.81	68.19		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	40.26	11.50	43.32	56.68		
No200	0.075	16.54	4.73	48.04	51.96		
BASE		181.85	51.96	100.00	0.00		
TOTAL		350.00	100.00				
% PERDIDA		51.96					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - C.A.P. INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. INGENIERIA CIVIL
 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 109257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

UBICACIÓN : RIO COASA

MUESTRA : C-5 M-01 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 0.10 - 1.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	149.60
SUELO SECO + TARRO	gr	132.60
PESO DEL TARRO	gr	53.00
PESO DEL AGUA	gr	17.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	79.60
HUMEDAD %	%	21.36

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		
	7	5	5	4	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.26	30.25	13.55	13.26
SUELO SECO + TARRO	gr	27.56	27.54	12.46	13.10
PESO DEL TARRO	gr	18.00	18.00	6.00	6.00
PESO DEL AGUA	gr	3.70	2.71	1.09	0.16
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.56	9.54	6.46	7.10
HUMEDAD %	%	38.70	28.41	16.87	2.25
N° DE GOLPES		18	18		
LIMITE LIQUIDO		32.25	LIMITE PLASTICO		9.56

INDICE PLASTICO : 22.68

$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAR. INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACION DE LAS RIBERAS DEL RIO COASA PARA LA IDENTIFICACION DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACION Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCION EN EL DISTRITO DE COASA 2024

SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

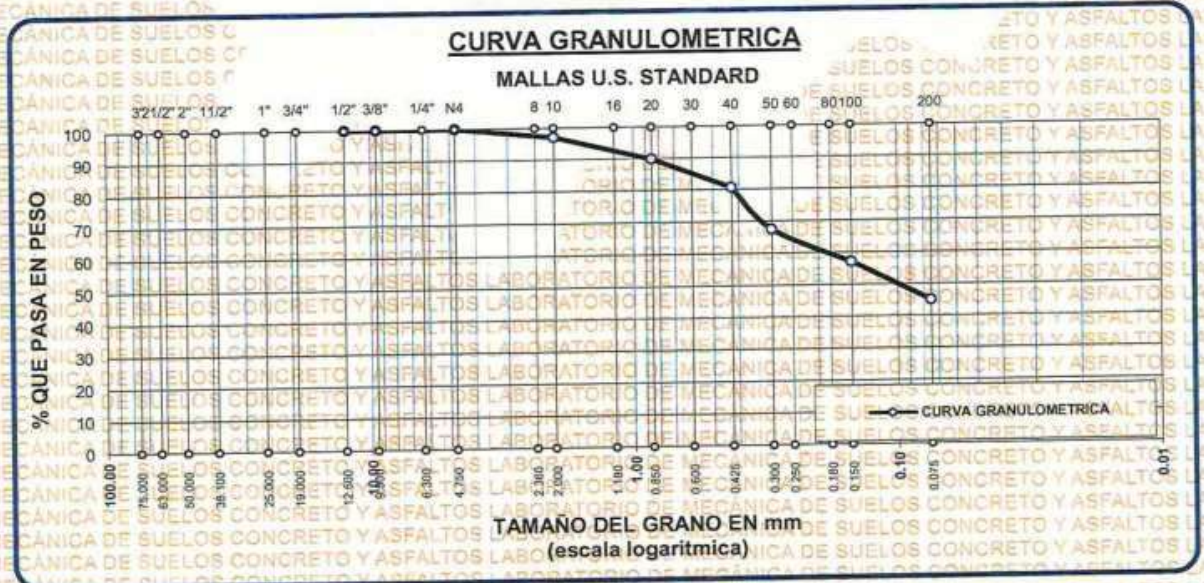
UBICACION : RIO COASA

MUESTRA : C-5 M-02 - IZQUIERDO

PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m

FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I. = 350.00
2 1/2"	63.000						P.L. = 192.82
2"	50.000						P.P. = 157.18
1 1/2"	38.100						% w = 22.99
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L. = 57.83
1/2"	12.500						L.P. = 11.63
3/8"	9.500						I.P. = 46.20
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		D10 = --- Cu = ---
No8	2.360						D30 = --- Cc = ---
No10	2.000	10.26	2.93	2.93	97.07		D60 = 0.19
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	25.26	7.22	10.15	89.85		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ; CH
No40	0.425	32.26	9.22	19.37	80.63		ASSTHO ;
No 50	0.300	46.21	13.20	32.57	67.43		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	36.25	10.36	42.93	57.07		
No200	0.075	42.58	12.17	55.09	44.91		
BASE		157.18	44.91	100.00	0.00		
TOTAL		350.00	100.00				
% PERDIDA			44.91				



LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
 Mg. Arnaldo Yana Torres
 C.P. 101267



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS.



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024
SOLICITANTE : ING. SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA
UBICACIÓN : RÍO COASA
MUESTRA : C-5 M-02 - IZQUIERDO
PROFUNDIDAD : 1.00 - 2.00 m
FECHA : 26 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	169.50
SUELO SECO + TARRO	gr	148.10
PESO DEL TARRO	gr	55.00
PESO DEL AGUA	gr	21.40
PESO DEL SUELO SECO	gr	93.10
HUMEDAD %	%	22.99

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO			
TARRO N°	1	4	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	40.26	37.23
SUELO SECO + TARRO	gr	33.00	31.00
PESO DEL TARRO	gr	20.15	20.00
PESO DEL AGUA	gr	7.26	6.23
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.85	11.00
HUMEDAD %	%	56.50	56.64
N° DE GOLPES		30	30

LIMITE PLASTICO	
6	7
14.26	14.46
13.25	13.85
6.50	6.50
1.01	0.61
6.75	7.35
14.96	8.30

LIMITE LIQUIDO : 57.83 **LIMITE PLASTICO** : 11.63

INDICE PLASTICO : 46.20

$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

Donde:

LL = Limite Liquido

Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)

N = Numero de Golpes



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP INGENIERIA CIVIL
Mgtr. Arnoldo Yana Torres
C.P. 403957



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 30-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: SERGIO BELTRAN HUANCA CCAZA

Dirección: Jr. E. JIMENEZ N1-2

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 42903283

Teléfono: 984 117 475 email: shuanca.ic@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: ESCUELA DE POSGRADO

Escuela Profesional o Mención: HIDRAÚLICA

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LAS RIBERAS DEL RÍO COASA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS EN RIESGO DE INUNDACIÓN Y PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO DE COASA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): MURO DE CONTENCIÓN, DEFINA RIBEREÑA, INUNDACIÓN

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Titulo
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P51

Firma de Autor



huella digital

30-01-2025

Fecha