

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Elías Rodolfo Fienco Loor

Ney Tafarel Canales Olaya

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Tito Fienco y Magaly Loor quienes, con su amor y sacrificio, me enseñaron los valores de la dedicación y la responsabilidad, además de ser el apoyo emocional durante esta etapa. A mi hermana Magaly Fienco por ser la inspiración para seguir creciendo de manera profesional. A mi tía Pascuala Fienco por el apoyo durante muchos de los momentos más difíciles. Todo esto es por ustedes los amo.

Elías Rodolfo Fienco Loor.

DEDICATORIA

A mis padres, Canales Nivaldo y Olaya Cicela; por ser mi motivación, ejemplo de perseverancia y haber legado sus principios. A mis hermanos Diego y Alba quienes siempre han estado dispuestos a guiarme por el camino correcto. A mis compañeros de aulas que en todo momento estuvieron prestos a compartir sus conocimientos.

En especial a mi esposa Leonor Rivera, quien ha sido la fuente de esperanzas y fuerzas a seguir adelante en los buenos y malos momentos. Este logo va dedicado en su nombre...

Ney Canales Olaya

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más agradecimiento al PhD. Miguel Ángel Chávez y PhD. Mijail Arias, Tutor y Co tuto del proyecto integrador, quienes con sus experiencias y conocimientos nos acompañaron durante todo el proceso.

A los moradores de la comunidad de Charquiyacu y al GAD de Caluma, por el apoyo y disposición durante el desarrollo del proyecto.

A mis profesores y próximos colegas, gracias por los conocimientos y principios transmitidos en las aulas de clase. En especial a la ing Carola Gordillo, ing Carlos Grau y ing Danilo Davila por bríndame la oportunidad de dar un paso más en mi desarrollo profesional y ser ayudante de catedra.

A mis estimados compañeros de estudios y futuros colegas en especial a Jennifer Gómez y Angie Medina por los ánimos y apoyo durante la realización de este trabajo.

A mi compañero Ney Canales por el apoyo y el trabajo en conjunto realizado.

Elias Rodolfo Fienco Loor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por dotarme de habilidades y brindarme buena salud cada día, permitiendo mi progreso hasta alcanzar este logro. A mis docentes formadores que desinteresadamente impartieron sus conocimientos y principios para formarme ética y profesionalmente.

A mi tutor PhD. Miguel Ángel Chávez y cotutor PhD. Mijail Arias del Proyecto Integrador, quienes guiaron con sus conocimientos y experiencia al desarrollo exitoso del presente proyecto. Al GAD de Caluma y a la Comunidad de Charquiyacu quienes siempre brindaron su apoyo.

A mi compañero Elías Fienco, por su paciencia y constante entrega al trabajo en equipo.

Ney Canales Olaya

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Ney Tafarel Canales Olaya* y *Elías Rodolfo Fienco Loor* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual".


Ney Tafarel
Canales Olaya


Elías Rodolfo
Fienco Loor

EVALUADORES

Ing. Miguel Ángel Chávez Ph.D.
PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Miguel Ángel Chávez Ph.D.
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La comunidad de Charquiyacu perteneciente al cantón Caluma, provincia de Bolívar, ha estado siendo afectada por problemas erosivos en las márgenes del cauce, tras el desbordamiento del cauce en marzo del 2022. Las afectaciones registradas ponen en peligro el bienestar de la comunidad ante otro evento similar. El objetivo de este trabajo es proponer soluciones técnicas para la mitigación del avance erosivo en diversos tramos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu, con la finalidad de resguardar las vidas de los habitantes de la comunidad.

El desarrollo de las soluciones se ejecutó mediante simulaciones hidrológicas e hidrodinámicas en softwares especializados. Los resultados de la modelación hidráulica fueron la base para la formulación de los diseños geotécnicos y estructurales que permiten controlar la inestabilidad de los bordes del cauce.

En el presente estudio se ha propuesto la realización de tres tipos de soluciones, diseñadas para controlar los efectos de los grandes caudales que se pueden presentar en el cauce del río Charquiyacu y son las siguientes:

- ✓ Corrección en la geometría del cauce en el sector Retiros de Charquiyacu.
- ✓ Construcción de muros anclados al depósito aluvial, en la vega derecha del río.
- ✓ Construcción de un nuevo puente en la vía principal.

A partir de los diseños efectuados y de los estudios de impacto ambiental se determina el presupuesto de las obras a ser construidas, todo lo cual se presenta en las memorias técnicas.

Palabras claves: Análisis hidrológico, análisis hidrodinámico, sistemas de anclajes continuos inyectados, socavación, rectificación del cauce

ABSTRACT

The Charquiyacu community belongs to the Caluma canton which it is in the Bolívar province. It has been affected by erosion problems on the banks of the riverbed after the overflow of the riverbed in March 2022. The area the well-being of the community could be hampered if they suffer another similar event. The objective of this report was to propose technical solutions for the mitigation of the erosive advance in various critical sections along the Caluma River, nearby the Charquiyacu community, in order to protect the welfare of the community's dwellers.

The development of the solutions was carried out through hydrological and hydrodynamic simulations in specialized software. The results of hydraulic modeling were the basis for the proposal of geotechnical and structural designs that allow controlling the instability of the riverbed edges. In the present study, three types of solutions have been proposed which it had been designed to control the effects of high flows and it can occur in the Charquiyacu riverbed. The following solutions are:

- ✓ Correction in the geometry of the channel located in the Retiros of Charquiyacu sector.
- ✓ Construction of walls anchored to the alluvial deposit on the right valley of the river.
- ✓ Construction of a new bridge on the main road.

The budget for the project, which it is going to be built, is determined from the proposed designs and the environmental impact studies. All of them are mentioned in the technical reports.

Keywords: Hydrological analysis, hydrodynamic analysis, continuous anchor systems, scour, channel rectification

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
AGRADECIMIENTOS	V
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VI
EVALUADORES.....	VII
RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
INDICE DE PLANOS.....	VII
INDICE DE APENDICES.....	VIII
ABREVIATURAS.....	IX
SIMBOLOGÍA	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XI
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
1. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Antecedentes	18
1.2. Descripción de problema.....	19
1.3. Localización.....	20
1.4. Información Básica	21
1.4.1. Generalidades.....	21
1.4.2. Topografía	21
1.4.3. Uso de suelo.....	22

1.4.4.	Catastro de división territorial.....	22
1.4.5.	Datos meteorológicos	22
1.5.	Preguntas ingenieriles:.....	23
1.6.	Objetivos	23
1.6.1.	Objetivo General.....	23
1.6.2.	Objetivos Específicos.....	23
1.7.	Justificación.....	24
1.8.	Revisión Bibliográfica	24
1.8.1.	Cuenca hidrológica	24
1.8.2.	Sistemas de información geográfica	25
1.8.3.	Ortofotos	25
1.8.4.	Periodo de retorno	25
1.8.5.	Intensidad de precipitación	25
1.8.6.	Factor de reducción de precipitación por área	26
1.8.7.	Modelos de distribución de precipitaciones	26
1.8.8.	Curvas IDF.....	28
1.8.9.	Modelo lluvia escorrentía	29
1.8.10.	HEC- GEOHMS.....	30
1.8.11.	Modelo hidrodinámico.....	30
1.8.12.	Voladura de Roca con microrretardo.....	32
1.8.13.	Muros anclados con anclajes continuos inyectados	32
1.8.14.	Proyectos en los que se han utilizado Anclajes Continuos Inyectados ..	34
2.	DESARROLLO DEL PROYECTO	37
2.1.	Metodología.....	37
2.2.	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete	41
2.2.1.	Reconocimiento de campo	41
2.2.2.	Ensayos de laboratorio	44

2.2.3.	Trabajo de gabinete	45
2.3.	Análisis de alternativas	97
2.4.	Selección de alternativas	98
2.4.1.	Selección de alternativa de solución por el método de Likert	98
2.4.2.	Criterios de evaluación de alternativa	99
3.	DISEÑO Y ESPECIFICACIONES	104
3.1.	Rectificación del cauce en Retiros de Charquiyacu.....	104
3.2.	Diseños de muro con sistema de anclajes continuos inyectados.....	105
3.2.1.	Verificación del muro sin sistema de anclajes continuos inyectados	105
3.2.2.	Verificación del muro con sistema de anclajes continuos inyectados	107
3.3.	Diseño del nuevo puente vial en Chaquiyacu con una ampliación de la luz y estribos con sistema de anclajes continuos inyectados.	110
3.3.1.	Definición de accesos	111
3.3.2.	Dispositivos de protección	111
3.3.3.	Estado límite	112
3.3.4.	Consideraciones para el diseño.....	112
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	122
4.1.	Objetivos	122
4.1.1.	Objetivo General	122
4.1.2.	Objetivo Específicos	122
4.2.	Descripción del proyecto	122
4.3.	Línea base ambiental	126
4.3.1.	Medio abiótico.....	126
4.3.2.	Medio Biótico	130
4.4.	Actividades del proyecto.....	134
4.5.	Identificación de impactos ambientales	137
4.6.	Valoración de impactos ambientales	138

4.6.1. Metodología de valoración de impacto	138
4.7. Medidas de prevención/mitigación	151
4.8. Conclusiones del Estudio Ambiental	154
5. PRESUPUESTO.....	155
5.1. Estructura de desglose de trabajo	155
5.2. Descripción del análisis de costos unitarios de obra	155
5.3. Análisis de costos unitarios de obra	156
5.4. Descripción de cantidades de obra	156
5.5. Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.....	157
5.6. Desglose de costos indirectos.....	159
5.7. Cronograma de Obra.....	160
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	162
6.1. Discusión de resultados	162
6.2. Conclusiones.....	164
6.3. Recomendaciones.....	166
Referencias	168
ANEXOS.....	175
PLANOS.....	176

INDICE DE PLANOS

Plano 1	Plano de implantación, alzado del puente
Plano 2	Plano estructural del tablero del puente, armado de viga y geometría de barreras de protección
Plano 3	Plano estructural del estribo del puente
Plano 4	Detalle estructural anclajes continuos inyectados en los estribos del puente
Plano 5	Detalle estructural de muro de protección con anclajes continuos inyectados
Plano 6	Sección transversal del puente, isometrías generales del puente, muro de protección y estribos anclados con inyecciones continuas
Plano 7	Catastro Charquiyacu, perfiles de socavación y secciones transversales del río caluma
Plano 8	Abscisado del río Chaquiyacu

INDICE DE APENDICES

- APÉNDICE A** Diseño del puente
- APÉNDICE B** Presupuesto, cantidades de obra y análisis de precios unitarios
- APÉNDICE C** Resultados de análisis de muros y estribos
- APÉNDICE D** Ensayos de suelos
- APÉNDICE E** análisis y resultados hidrológicos

ABREVIATURAS

AASHTO	Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte
APU	Análisis de precios unitarios
ASD	Diseño por esfuerzos admisibles
CAD	Diseño asistido por computadora
CN	Número de Curva hidrológica
DEM	Modelo de elevación digital
EDT	Estructura descomposición del trabajo
ESA	Agencia Espacial Europea
FICT	Facultad de Ciencias de la Tierra
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
IDF	Intensidad duración frecuencia
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
LRFD	Diseño de factor de carga y resistencia
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SIUA	Sistema Único de Información Ambiental

SIMBOLOGÍA

°C	Grados centígrados
ha	Hectárea
Hab	Habitantes
km	Kilómetro
km²	Kilómetro cuadrado
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
mm	Milímetro
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Histograma de frecuencias de la estación Caluma (M0129) [Canales & Fienco, 2022]	59
Gráfico 2 Ajuste de datos a la distribución de precipitaciones de Gumbel [Canales & Fienco, 2022].....	59
Gráfico 3 Curvas IDF para la estación meteorológica M0129 [Canales & Fienco, 2022]	60
Gráfico 4 Hietograma estación Pichilingue [Canales & Fienco,2022].....	62
Gráfico 5 Hietograma estación San Simón [Canales & Fienco,2022].....	63
Gráfico 6 Hietograma estación Caluma [Canales & Fienco,2022].....	64
Gráfico 7 Hietograma estación San Pablo Atenas [Canales & Fienco,2022].....	65
Gráfico 8 Hietograma estación La Clementina [Canales & Fienco,2022]	66
Gráfico 9 Isoyetas del intervalo de 170 a 180 min [Canales & Fienco, 2022].....	67
Gráfico 10 Isoyetas del intervalo de 140 a 150 min [Canales & Fienco, 2022].....	67
Gráfico 11 Precipitaciones máximas para cada intervalo con un periodo de retorno de 100años y duración de 10 min [Canales & Fienco, 2022]	68
Gráfico 12 Precipitaciones máximas [Canales & Fienco, 2022]	69
Gráfico 13 Criterios de evaluación de las alternativas [Canales & Fienco, 2022].....	99
Gráfico 14 Clasificación de uso de suelo de la Cuenca Caluma [Canales & Fienco, 2022]	128
Gráfico 15 Precipitaciones medias mensuales de la estación Caluma (M0129) [Canales & Fienco, 2022]	129
Gráfico 16 Temperatura media mensual de la estación Caluma (M0129) [Canales & Fienco, 2022].....	130
Gráfico 17 Clasificación demográfica de Caluma [Canales & Fienco, 2022].....	131

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Afectaciones registradas en la comunidad de Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]	19
<i>Imagen 2 Mapa de ubicación de Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]</i>	<i>21</i>
Imagen 3 Mapa de Subcuenca de estudio [Canales & Fienco, 2022]	24
Imagen 4 Factores de reducción de curva por extensión de área de la cuenca hidrográfica. (WMO, 1973).....	26
Imagen 5 Función de densidad de probabilidad de la función Gamma. [Ben-Gai et al., 1998]	28
Imagen 6 Esquema de modelo HEC HMS [Castro & Maidment, 2020].....	29
Imagen 7 Modelamiento de hidrodinámico en HEC RAS [USACE,2022].....	30
Imagen 8 Esquema de detonador no electrónico (Fuente: Sanz & Santamaría, 1993) .	32
Imagen 9: Muros anclados mediante anclajes continuos inyectados (Chávez, 2004)...	33
Imagen 10 Concepto técnico de solución estabilizadora mediante anclajes continuos inyectados en paso Pinhuapungo, Cotopaxi (Chávez, 2016).....	35
Imagen 11 Paso Pinhuapungo con solución geotécnica aplicada (Chávez, 2016).....	35
Imagen 12 Visita a campo comunidad Charquiyacu [Canales & Fienco,2022]	41
Imagen 13. Vista de las terrazas aluviales consolidadas a los dos costados del cauce. [Canales & Fienco, 2022]	42
Imagen 14 Toma de muestra de suelos del rio Caluma [Canales & Fienco, 2022]	43
Imagen 15 Ensayos de caracterización de suelo realizados en laboratorio de geotécnia de la FICT [Canales & Fienco, 2022].....	44
Imagen 16 Trabajo en caracterización de muestras de suelos [Canales & Fienco, 2022]	44
Imagen 17 Procesamiento de datos en HEC geoHMS [Canales & Fienco, 2022].....	45
Imagen 18 Área de la cuenca de estudio de descarga [Canales & Fienco, 2022].....	46
Imagen 19 Mapa de tipo de suelos [Canales & Fienco, 2022].....	48
Imagen 20 Mapa de cobertura de suelos [Canales & Fienco, 2022]	54
Imagen 21 Mapa temático de evapotranspiración real por el método de Hargreaves (Portilla, 2018)	69
Imagen 22 Proceso de modelamiento en ArcGIS (Castro & Maidment, 2020).....	70
Imagen 23 Proceso de creación de la red de ríos (Castro & Maidment, 2020)	71

Imagen 24 Representación gráfica del modelo lluvia esorrentía [Canales & Fienco, 2022]	71
Imagen 25 Resultado de estimación de caudal máximo en punto de descarga. [Canales & Fienco, 2022]	74
Imagen 26 Discretización del tramo de análisis río Caluma. [Canales & Fienco, 2022]	76
Imagen 27 Calibración de obstrucción provocada por el puente en la Abcisa 0+251Km del tramo del río Caluma. [Canales & Fienco, 2022]	77
Imagen 28 Perfil de sección transversal 1+797Km del tramo 1. [Canales & Fienco, 2022]	78
Imagen 29 Fotografía de zona de estudio del perfil 1+797Km [Canales & Fienco, 2022].	79
Imagen 30 Vista en planta de la contracción en el cause Retiros de Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]	80
Imagen 31 Elevación de niveles de agua del perfil transversal 1+790Km para un periodo de retorno de 100 años [Canales & Fienco, 2022]	80
Imagen 32 Distribución de velocidades en sección transversal 1+790Km para un periodo de retorno de 100 años [Canales & Fienco, 2022]	81
Imagen 33 Vista en planta abscisa 1+046Km; viviendas amenazadas por la socavación en la marquen derecha. [Canales & Fienco, 2022].....	82
Imagen 34 Elevación de niveles de agua del perfil transversal 1+046Km para un periodo de retorno de 100 años [Canales & Fienco, 2022]	82
Imagen 35 Distribución de velocidades en sección transversal 1+046Km para un periodo de retorno de 100 años [Canales & Fienco, 2022]	83
Imagen 36 Socavación general 1+040Km para un periodo de retorno de 100 años y $Q=118.2\text{m}^3/\text{s}$ [Canales & Fienco, 2022]	85
Imagen 37 Socavación general y local del puente para periodo de retorno de 100 años y $Q=118.2\text{m}^3/\text{s}$ [Canales & Fienco, 2022]	86
Imagen 38 Nivel y velocidades de la sección 1+793km; sector Retiros de Charquiyacu para periodo de	87
Imagen 39 Perfil geológico transversal de rio Charquiyacu. El batolito ígneo se encuentra a mayor profundidad (Chávez, 2022)	89
Imagen 40 Mapa de zonas sísmicas para diseño y valor del factor de zona Z (NEC, 2015)	90

Imagen 41 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada (NEC, 2015)	.90
Imagen 42 Tipo de suelo y Factores de sitio Fa (NEC, 2015)	91
Imagen 43 Factores de seguridad indirectos mínimos (NEC, 2015)	92
Imagen 44 Factores de seguridad indirectos mínimos. Capacidad de carga (NEC, 2015)	93
Imagen 45 Diseño de muro con anclaje continuos inyectados [Canales & Fienco, 2022]	94
Imagen 46 Diseño de estribos con anclaje continuos inyectados [Canales & Fienco, 2022]	95
Imagen 47 Corrección geométrica de la sección 1+.793Km; sector Retiros de Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]	105
Imagen 48 Diseño de muro de protección con anclaje continuo inyectado [Canales & Fienco, 2022]	105
Imagen 49 Resultados de las fuerzas actuantes en el muro sin anclajes continuos inyectados [Canales & Fienco, 2022]	106
Imagen 50 Verificación completa de muro en GEO5 [Canales & Fienco, 2022]	106
Imagen 51 Resultados de estabilidad de talud global [Canales & Fienco, 2022]	107
Imagen 52 Resultados de las fuerzas actuantes en el muro con anclajes [Canales & Fienco, 2022]	108
Imagen 53 Verificación completa del muro con anclaje en GEO5 [Canales & Fienco, 2022]	108
Imagen 54 Resultados de la capacidad de carga del suelo de fundación [Canales & Fienco, 2022]	109
Imagen 55 Detalle de los cálculos de la capacidad de carga del suelo de fundación [Canales & Fienco, 2022]	110
Imagen 56 Resultado de estabilización global del muro con anclajes continuos inyectados [Canales & Fienco, 2022]	110
Imagen 57 Control de accesos hacia el puente Charquiyacu. [Canales & Fienco, 2022]	111
Imagen 58 Sección típica de baranda de seguridad [13.7.1.1-1 AASTHO]	112
Imagen 59 Carga de camión de diseño en interacción con la losa del puente. [Canales & Fienco, 2022]	113

Imagen 60 Variación de posición del camión de diseño HS20 en la losa. [Canales & Fienco, 2022].....	113
Imagen 61 Sección viga TEE [Canales & Fienco, 2022]	115
Imagen 62 Sección longitudinal de la viga y detalle de armadura de refuerzo al corte [Canales & Fienco, 2022]	116
Imagen 63 Dimensiones apoyo elastómero [Zúñiga & Toledo, 2020]	116
Imagen 64 Geometría de los estribos tipo flotante [Canales & Fienco, 2022]	118
Imagen 65 Diagrama de fuerzas actuantes en los estribos [Canales & Fienco, 2022]	118
Imagen 66 Fuerzas actuantes en el estribo sin anclaje [Canales & Fienco, 2022].....	119
Imagen 67 Fuerzas actuantes en el estribo sin anclaje [Canales & Fienco, 2022].....	120
Imagen 68 Chequeo del diseño de estribos con anclajes continuos inyectados [Canales & Fienco, 2022]	120
Imagen 69 Resultado de estabilización global de estribos con anclajes inyectados [Canales & Fienco, 2022]	121
<i>Imagen 70 Descripción de actividad "Construcción y/u operación de obras para dragado de fuentes fluviales y/o de mar" [SIUA, 2022]</i>	<i>124</i>
<i>Imagen Descripción de actividad " Construcción de Infraestructura Civil" [SIUA, 2022]</i>	<i>125</i>
Imagen 72 Mapa de zonas protegidas cercanas del proyecto [Canales & Fienco, 2022]	125
Imagen 73 Mapa de ubicación de Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]	126
Imagen 74 Mapa de zonas de afectación directa e indirecta del proyecto [Canales & Fienco, 2022].....	127
Imagen 75 Actividades económicas en Caluma [Canales & Fienco, 2022].....	132
Imagen 76 Centro de Salud Charquiyacu [Google MAPS, 2021]	133
Imagen 77 Mapa de vías de acceso del proyecto [Canales & Fienco, 2022]	134
Imagen 78 EDT actividades de proyecto en Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]..	155
Imagen 79 Cronograma de obra, ruta crítica de actividades [Canales & Fienco, 2022]	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Plan de trabajo [Canales & Fienco, 2022]	36
Tabla 2 Clasificación de tipo de suelo (C. Ross et al., 2020).....	47
Tabla 3 Clasificación de Uso de Suelo (Buchhorn et al., 2020).....	48
Tabla 4 Clasificación de cobertura terrestre presente en la microcuenca (Buchhorn et al., 2020)	52
Tabla 5 Categorización de curvas CN [Canales & Fienco, 2022]	55
Tabla 6 Estaciones cercanas al punto de descarga [Canales & Fienco, 2022]	56
Tabla 7 Estadísticas de tendencia central de los datos de la estación Caluma M129. [Canales & Fienco, 2022]	57
Tabla 8 Ecuaciones de estaciones seleccionadas (Guachamín et al., 2015).....	60
Tabla 9 Parámetros de evaluación para alternativas. [Canales & Fienco, 2022].....	98
Tabla 10 Matriz de evaluación de alternativas. [Canales & Fienco, 2022]	98
Tabla 11 Criterios de evaluación para alternativa A [Canales & Fienco, 2022]	100
Tabla 12 Criterios de evaluación para alternativa B [Canales & Fienco, 2022]	101
Tabla 13 Criterios de evaluación para alternativa C [Canales & Fienco, 2022]	102
Tabla 14 Cargas muertas de la losa. [Canales & Fienco, 2022].....	112
Tabla 15 Pesos y resistencia de los materiales. [Canales & Fienco, 2022].....	113
Tabla 16 Diseño por corte de viga del puente. [Canales & Fienco. 2022].....	115
Tabla 17 Rigidez del apoyo elastómero. [Canales & Fienco, 2022]	116
Tabla 18 Fuerzas actuantes en el estribo [Canales & Fienco,2022].....	118
Tabla 19 Acciones ambientales del proyecto [Canales & Fienco, 2022]	136
Tabla 20 Matriz de identificación en donde se producen los impactos ambientales [Canales & Fienco, 2022]	137
Tabla 21 Valores asignados a las características de cada Impacto (Garmendia et al., 2005)	138
Tabla 22 Valores asignados a las características de cada impacto (López, 2013)	139
Tabla 23 Escala de valoración cualitativa [Tito, 2020].....	141
Tabla 24 Escala de valoración cualitativa [Tito, 2020].....	141
Tabla 25 Discretización de la valoración de importancia ambiental. [Canales & Fienco, 2022]	145

Tabla 26 Discretización parametrizada de los valores de la importancia ambiental. [Canales & Fienco, 2022]	146
Tabla 27 Discretización de la valoración de impacto ambiental. [Canales & Fienco, 2022]	147
Tabla 28 Matriz de Leopold de la propuesta de proyecto. [Canales & Fienco, 2022]..	148
Tabla 29 Matriz resultante de la valoración de impacto ambiental [Canales & Fienco, 2022]	149
Tabla 30 Escala de valoración de impacto ambiental [Canales & Fienco, 2022].....	150
Tabla 31 Medidas de mitigación y/o control del impacto ambiental [Canales & Fienco 2022]	151
Tabla 32 Resumen de presupuesto de Obra [Canales & Fienco, 2022].....	156
Tabla 33 Presupuesto de obra [Canales & Fienco, 2022]	158
Tabla 34 Resumen de costos indirectos [Canales & Fienco, 2022].....	159

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En la comunidad de Charquiyacu, la tarde del 20 de marzo del 2022, se reportó el desborde del río del mismo nombre. Este evento ocasionó que importantes tramos de las riberas se socavarán, ocurrieron pérdidas materiales y económicas y los habitantes sufrieron grandes impactos emocionales.

Según los reportes luego de fuertes lluvias, los elevados caudales con una gran palizada se desplazaron por el cauce desbordándose a los costados en un tramo de aproximadamente 2 Km, en el cual existen numerosas viviendas.

El GAD de Caluma dispuso el uso de maquinaria pesada para retirar grandes cantidades de rocas y basura que se encontraban en el cauce después del evento. Al continuar las lluvias, mediante las maquinarias se intentó proteger las orillas con reforzamiento con rocas, sin embargo, debido a la dinámica de los caudales y la alta capacidad erosiva que presenta el río, el trabajo realizado solo constituyó una solución temporal y paliativa.

En base a lo mencionado anteriormente, teniendo en cuenta el cordial pedido del GAD de Caluma, el alcance de este proyecto se basa en un minucioso análisis del comportamiento hidráulico del río Charquiyacu y los correspondientes análisis geotécnico y estructurales, teniendo en cuenta que se trata de un sitio habitado. El principal objetivo es proponer soluciones técnicas que permitan el flujo de grandes caudales con arrastre de rocas y sedimentos. También se plantea un mayor control en la construcción de viviendas emplazadas en los bordes del cauce ya que estarían en un alto riesgo, lo que implica una alta posibilidad de pérdida de vidas humanas.

1.2. Descripción de problema



Imagen 1 Afectaciones registradas en la comunidad de Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]

Tras un recorrido de la zona afectada y observar la ortofoto proporcionada por el GAD municipal, se evidenció que existen asentamientos de viviendas en la margen superior del río. Esta falta de organización territorial fue una de las principales causas que repercutió en las pérdidas materiales y económicas para los habitantes luego a las inundaciones, puesto que en las crecientes el río naturalmente va a ocupar el espacio de los bancos. Por consiguiente, existe una situación de riesgo para las viviendas que

han invadido este lugar tal como se lo observa en la



Imagen 1.

Por otro lado, los cambios geomorfológicos en los meandros del río ocasionan las socavaciones en sus riberas y como resultado, vulnera la comunidad de Charquiyacu y sus redes de comunicación terrestres.

1.3. Localización

El proyecto se encuentra ubicado en la comunidad de Charquiyacu, perteneciente al cantón Caluma, de la provincia de Bolívar. Esta comunidad limita al norte con el cantón Echeandía, al sur con el cantón Caluma, al este con el cantón Guaranda y al oeste con el cantón Urdaneta. Geográficamente sus coordenadas con: 17S (698109.1; 9825108).

MAPA DE UBICACIÓN CHARQUIYACU

espol

FICT

Facultad de Ingeniería en
Ciencias de la Tierra

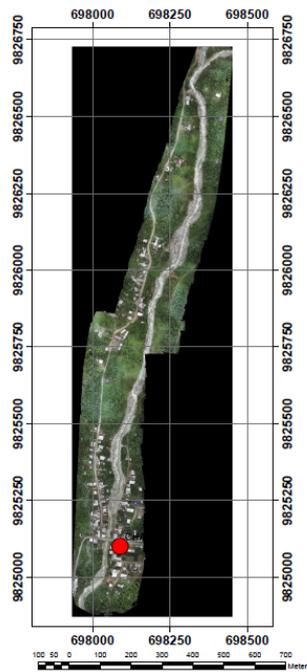
LEYENDA

- POBLADO CHARQUIYACU
- CANTÓN CALUMA

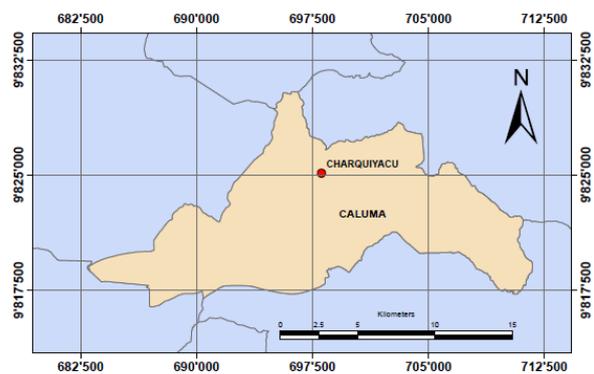
AUTORES: ELIAS FIENCO
NEY CANALES
FUENTE DE DATOS: GAD CALUMA
FECHA: 21/06/2022
CIUDAD: GUAYAQUIL - ECUADOR
ESCALA: 1:10'000

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
Projection: Transverse Mercator
Datum: WGS 1984
False Easting: 500'000.0000
False Northing: 10'000'000.0000
Central Meridian: -81.0000
Scale Factor: 0.9998
Latitude Of Origin: 0.0000
Units: Meter

ORTOFOTOGAFÍA



MAPA DE UBICACIÓN DE LA COMUNA CHARQUIYACU



MAPA DE UBICACIÓN DE CALUMA EN EL ECUADOR

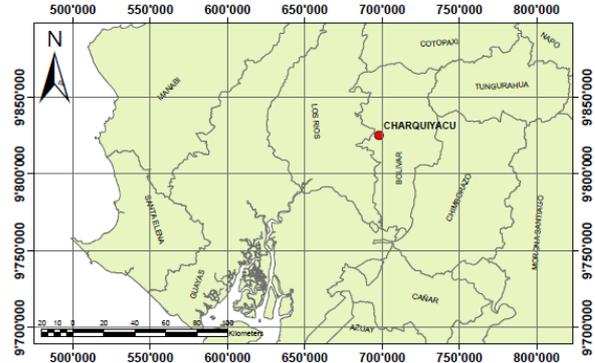


Imagen 2 Mapa de ubicación de Charquiycu [Canales & Fienco, 2022]

1.4. Información Básica

1.4.1. Generalidades

De acuerdo con los datos registrados en el ministerio de Salud Pública, la comuna de Charquiycu cuenta con un promedio de 3339 habitantes. Las principales actividades de producción económicas son la agricultura y la ganadería. Se ubica en la zona intermedia con respecto al Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Caluma. Situada a una altura que bordea en un rango de 505-610 msnm, el clima característico de la zona es una mezcla entre clima templado y subtropical, con una temperatura variada entre 20°C a 24°C para la estación lluviosa; y 24°C a 28°C para la estación seca (Prefectura de los Rios, 2013).

1.4.2. Topografía

Debido a su ubicación geográfica presenta irregularidades topográficas, con pendientes de 40% en la cuenca media- alta. Pero, al observar la topografía de toda la cuenca

Caluma se puede observar pendientes de más del 70%, considerado entonces como sector montañoso (GAD Caluma, 2015; Prefectura de los Rios, 2013).

Mediante una ortofoto proporcionada por el departamento de obras públicas del GAD de Caluma se obtuvo información topográfica de la comunidad de Charquiyacu. A través de dispositivos aéreos como drones, se recopiló información cerca de 2 kilómetros de longitud de la comunidad con una resolución espacial de 31 cm.

Por otra parte, se dispone de un modelo de elevación digital que comprende toda la cuenca del cantón Caluma. Este modelo se obtuvo mediante una imagen satelital del EarthExplorer de la organización USGS, con una resolución espacial de 10 metros.

1.4.3. Uso de suelo

El plan de ordenamiento territorial del cantón Caluma detalla los usos y coberturas de tierra. Entre los principales es posible encontrar cultivos de: cacao, banano, naranja, caña de azúcar, café y mandarina. No obstante, la ganadería ocupa un área muy importante en la zona, extensas hectáreas de cultivos han sido transformados en pastizales para el alimento del ganado bovino (Prefectura de los Rios, 2013).

El suministro de la clasificación de suelo se obtuvo de una imagen satelital de la página web “Copernicus” perteneciente a la agencia espacial europea (ESA) (Buchhorn et al., 2020) con una precisión espacial de 0.9 cm. Al mismo tiempo, para la clasificación de uso de suelo se descargó una imagen satelital de la NASA’s EOSDIS (C. Ross et al., 2020), con una precisión de 2 cm.

1.4.4. Catastro de división territorial

La división catastral de la comunidad de Charquiyacu fue proporcionada por el GAD cantonal en formato CAD. Esta permitió establecer las zonas habitadas y delimitar las invasiones territoriales en el margen superior del río Charquiyacu. Por otro lado, se estableció los puntos críticos donde las viviendas, vías, o estructuras aledañas se encuentren en riesgo ante el avance erosivo del río Charquiyacu.

1.4.5. Datos meteorológicos

Según los datos de los últimos 50 años de estaciones meteorológicas proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el cantón Caluma presenta fluctuaciones de temperaturas de 20-28°C. Las precipitaciones medias anuales

son de 233 mm, donde se distingue dos estaciones durante el año: de enero a junio la época lluviosa; y, de julio a diciembre la época seca, con la presencia de neblina.

1.5. Preguntas ingenieriles:

- ¿Cuál es la afectación o amenazas a la población de Charquiyacu en cuanto a inundaciones y erosión causadas por el río?
- ¿Qué consecuencias conlleva las construcciones de viviendas sobre el margen superior del río Charquiyacu?
- ¿Qué soluciones pueden ser implementadas para controlar el peligroso accionar del río en la comunidad de Charquiyacu?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

- Proponer soluciones técnicas para controlar la acción erosiva de los grandes caudales de río Charquiyacu.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Analizar la probabilidad de ocurrencia de desborde del río Charquiyacu a través de aplicaciones estadísticas.
- Evaluar la hidrodinámica y morfodinámica en las márgenes del río Caluma mediante paquete computacional, en la modelación de afluentes para la categorización de las zonas vulnerables de la comunidad.
- Realizar un análisis geológico geotécnico de los materiales depositados en el cauce.
- Diseñar soluciones en los sitios más críticos y de riesgo para las viviendas.
- Efectuar el estudio del impacto ambiental.
- Determinar el Presupuesto de Obras.

1.7. Justificación

Dado que la comunidad de Charquiyacu se ha desarrollado en las márgenes del río del mismo nombre, en un tramo de aproximadamente 2 kilómetros. Una de las características de este río es la capacidad de conducir grandes caudales, arrastrar palizadas y grandes rocas. Como consecuencia las viviendas construidas están en un muy alto riesgo y ya han sido gravemente afectadas.

Luego de efectuar los correspondientes análisis es necesario la formulación de soluciones que sean factibles de construir y generen la mejor protección para los habitantes de Charquiyacu.

1.8. Revisión Bibliográfica

1.8.1. Cuenca hidrológica

La cuenca hidrológica comprende una extensión territorial limitada por divisorias de vertientes, por el cual fluyen y se concentran escurrimientos desde la parte más alejada de la cuenca hasta llegar al punto de salida o desembocadura de la cuenca (Cotler, 2013; Gaspari et al., 2013). En este proyecto se delimitó una microcuenca con un área estimada de 101997 km², la cual pertenece a la cuenca del Río Caluma. Esta cuenca a su vez corresponde a la demarcación del río Guayas.

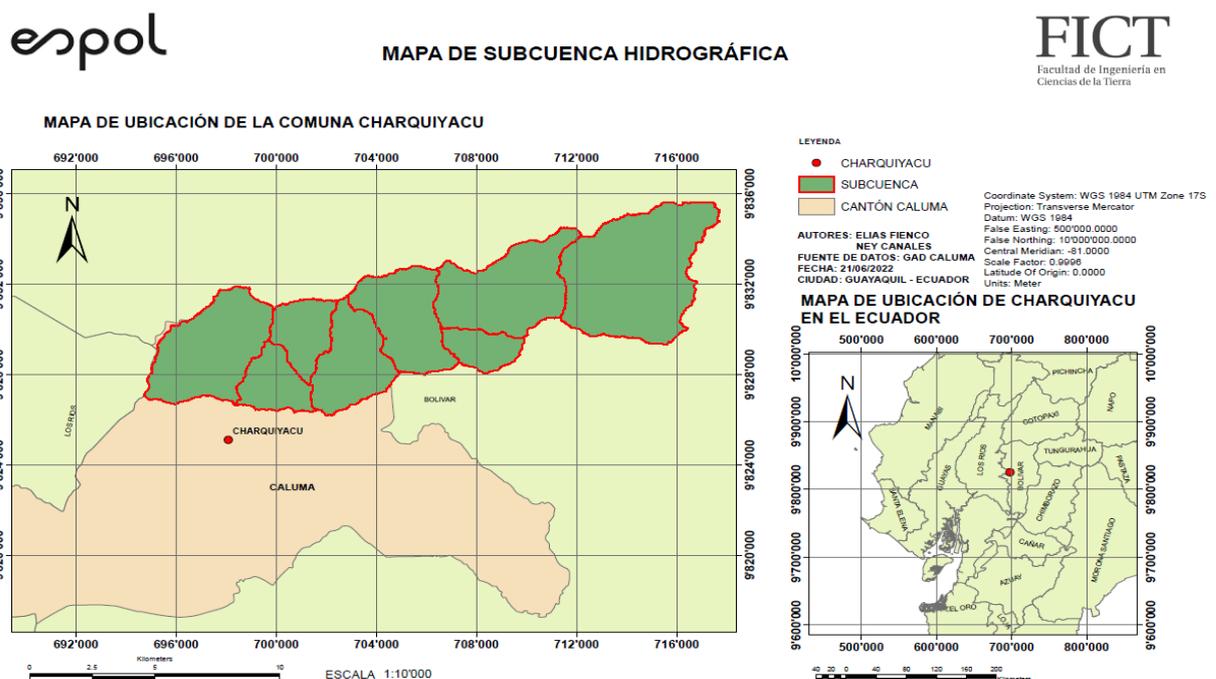


Imagen 3 Mapa de Subcuenca de estudio [Canales & Fienco, 2022]

1.8.2. Sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica (SIG) permiten la compilación, procesamiento, análisis y representación espacial de datos informáticos en gran escala, (Preusch & Rezakhani, 1999; M. Ross & Tara, 1993). En el presente proyecto se delimitó las cuencas hidrográficas a partir de modelos digitales del terreno y se esquematizó en mapas temáticos la representación de los resultados, para lo cual se tuvo como principal herramienta informática el software ArcMap (ESRI, 2021; Pucha et al., 2017)

1.8.3. Ortofotos

Una ortofoto es una o varias imágenes fotografías superficiales de un territorio de una zona en específico. Dichas imágenes son corregidas mediante un proceso de rectificación de las alteraciones debido al desplazamiento del relieve, la trayectoria el vuelo, la altura del vuelo, la inclinación y movimiento de la cámara aérea. De esta manera, se logra una escala con una alta exactitud de la superficie (Jáuregui et al., 2006; Vojkovic, 1996).

1.8.4. Periodo de retorno

El periodo de retorno se considera a la media de años que deben transcurrir para que se produzca nuevamente una ocurrencia de un evento especificado (Franquet, 2005; Mediero, 2021). El cálculo de periodo de retorno se determina por la siguiente ecuación:

$$T = \frac{1}{Pe} \quad (1.1)$$

Donde:

T: Periodo de retorno [años]

Pe: Probabilidad de excedencia [1/años]

1.8.5. Intensidad de precipitación

Es la cantidad de precipitación que una región por unidad de tiempo.

$$i = \frac{P}{t} \quad (1.2)$$

Donde:

i: Intensidad (mm/h)

P: Precipitación (mm)

t: Duración (h)

1.8.6. Factor de reducción de precipitación por área

Debido a las variaciones topográficas del terreno y la gran extensión del área de estudio, las nubes de precipitación no se extienden sobre toda la subcuenca, por lo que es necesario reducir las cantidades de precipitación acorde a la Imagen 4 (WMO, 1973).

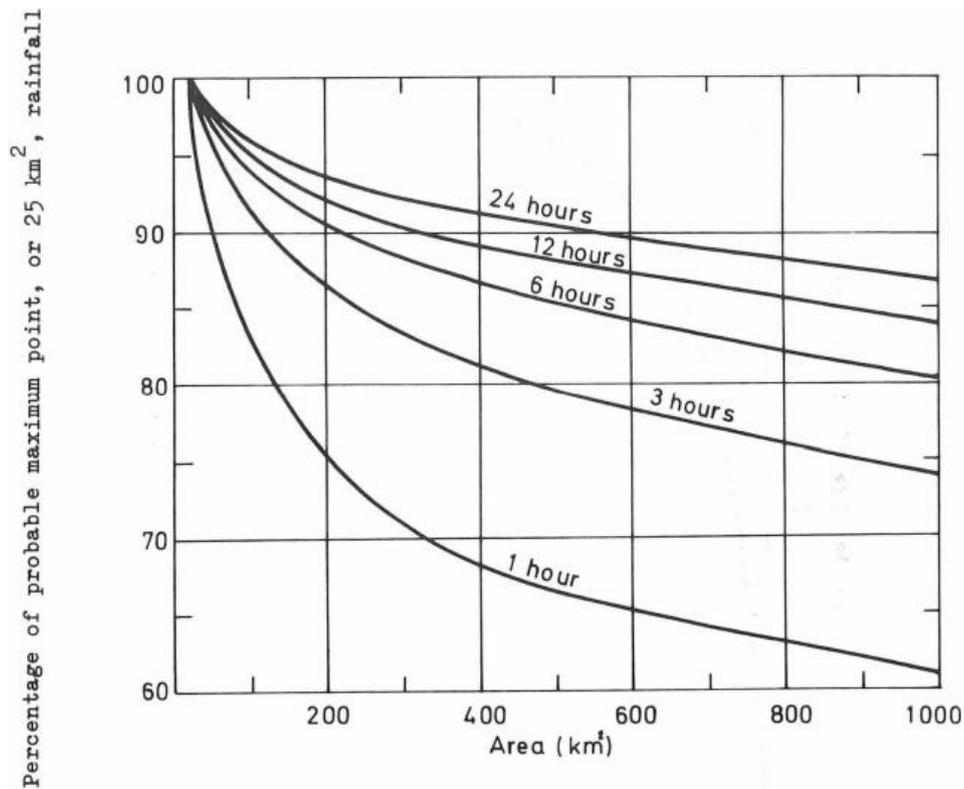


Imagen 4 Factores de reducción de curva por extensión de área de la cuenca hidrográfica. (WMO, 1973)

1.8.7. Modelos de distribución de precipitaciones

El ajuste de un modelo de distribución de precipitaciones aporta en la estimación más próxima de la frecuencia de las cantidades de lluvia. Incluso, mediante los registros de precipitaciones de corto plazo existe la posibilidad de conseguir los parámetros de distribución más representativos. (Revfeim, 1985)

1.8.7.1. Gumbel

El modelo de distribución de Gumbel se utiliza para el estudio de valores extremos, se aplica en la estimación de caudales y precipitaciones máximos, (Luceño & González, 2004). La función de densidad de probabilidades está definida por:

$$F(x) = e^{-e^{-b}}$$
$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S_y}$$
$$u = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

Donde:

S_y: Desviación típica estándar de la muestra

x: media aritmética de la muestra;

σ_y y μ_y: parámetros de ajustes de la muestra.

1.8.7.2. Log Pearson tipo III

La función de distribución Log Pearson tipo III utilizada para el análisis de los máximos en crecidas y en los datos pico de inundación. Se basa en tres principales parámetros: medias de tendencia central del logaritmo de los datos, y el coeficiente de sesgo (Chow et al., 1994; Preusch & Rezakhani, 1999).

La función de densidad de probabilidad se detalla a continuación:

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (y-\epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\epsilon)}}{x\Gamma(\beta)} \quad (1.7.b)$$

y = log(x); es mayor que ε; mientras que los demás parámetros se definen según:

$$\lambda = \frac{s_y}{\sqrt{\beta}}$$

$$\beta = \left[\frac{2}{C_s(y)} \right]^2$$

$$\epsilon = \bar{y} - s_y \sqrt{\beta}$$

Donde:

S_y: Desviación típica estándar del logaritmo de base 10 de los datos

C_s: Sesgo del logaritmo de los datos. Y debe ser positivo.

1.8.7.3. Gamma

La distribución Gamma se define únicamente para valores positivos y se encuentra acotada a cero. Su forma es similar a histogramas de datos de precipitación, por lo que se torna de fácil adaptación a cualquier tipo de asimetría, convirtiéndose en el modelo de distribución más estudiado (Ben-Gai et al., 1998).

$$f = \frac{\beta e^{-\beta x}}{\Gamma(1)} \quad (1.7.c)$$

Donde:

β : Parámetro de ajuste mayor a cero

α : Parámetro de ajuste mayor a cero

x : Variable definida por precipitación (mm)

Su representación de la función de densidad de probabilidad es detallada en la siguiente gráfica:

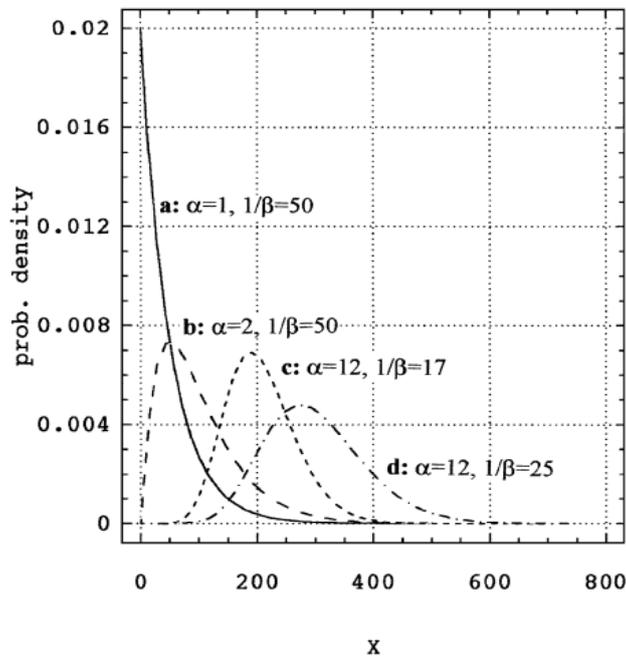


Imagen 5 Función de densidad de probabilidad de la función Gamma. [Ben-Gai et al., 1998]

1.8.8. Curvas IDF

Estos modelos permiten obtener una estimación de la frecuencia de eventos lluviosos críticos, dado un registro de datos de precipitaciones máxima anuales. La estimación

toma lugar mediante un ajuste de distribuciones estadísticas de probabilidad. Las distribuciones más empleadas para análisis de extremos hidrometeorológicos son: Gumbel (o GEV-1), Gamma y Log Pearson (Lozano, 2018; Torres, 2004).

1.8.9. Modelo lluvia escorrentía

Los modelos de lluvia-escorrentía permiten simular el comportamiento y descarga de la escorrentía a partir de un conjunto de datos de precipitaciones en el interior de una cuenca (Castro & Maidment, 2020; López et al., 2012; Timbe et al., 2019). El modelo HEC-HMS convierte la precipitación en precipitación efectiva por medio de la red de drenaje hasta un punto de descarga, con la finalidad de estimar la escorrentía de dicha cuenca (Castro & Maidment, 2020).

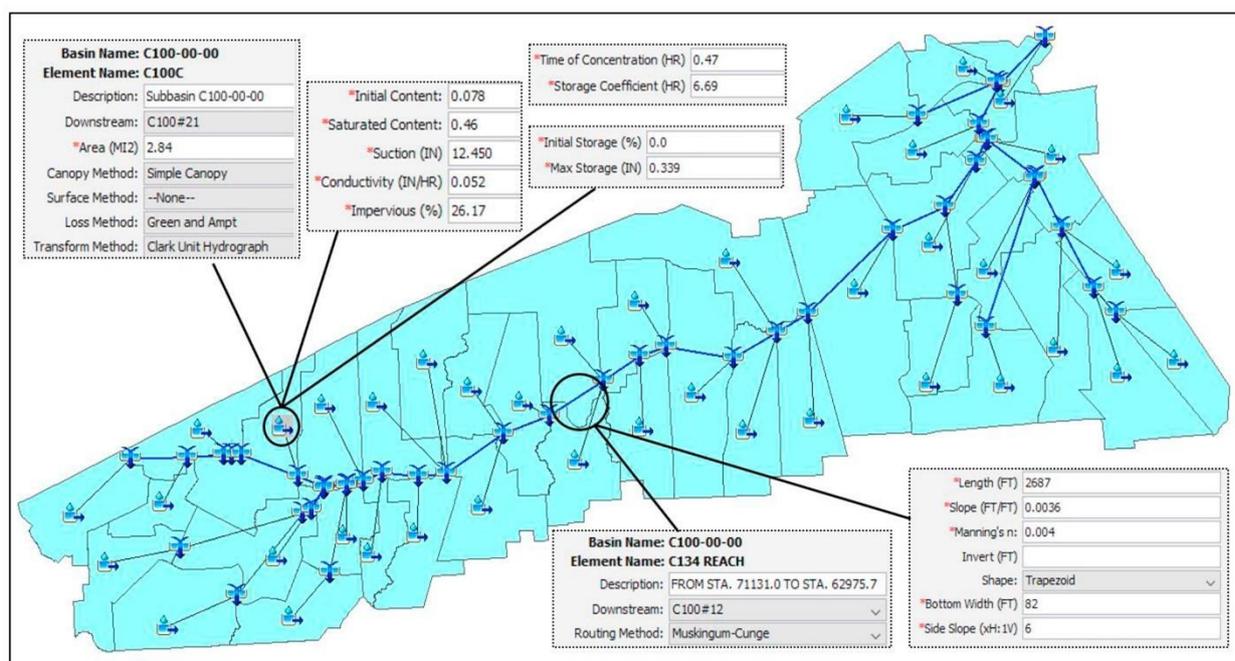


Imagen 6 Esquema de modelo HEC HMS [Castro & Maidment, 2020].

Mediante este tipo de modelamiento es posible estimar los caudales de una cierta cuenca. En el trabajo investigativo de López (2012), el cual contempla la estimación de caudales en 5 escenarios con diferentes periodos de retorno. En esa experiencia, la dificultad fue la obtención de datos de las estaciones meteorológicas cerca de la zona de Navarra, España. Los resultados obtenidos se encuentran en un rango donde la simulación elaborada no contempla episodios con un doble pico/ punta, por ende, estos casos aumentan la incertidumbre en el proceso investigativo.

De igual manera la investigación de García y Conesa (2011) detalla la eficiencia del modelo para la estimación de caudales máximos, pero los inconvenientes se presentaron en los datos de entrada como la adaptación del uso de suelo y la rugosidad a clasificaciones referentes. Como la magnitud del modelo corresponde a una cuenca con un área estimada de 921.9km², el modelo HEC – HMS es eficiente para la estimación del caudal.

1.8.10. HEC- GEOHMS

HEC-GeoHMS es una extensión de modelo hidrológico espacial, que mediante un catálogo de herramientas hidrológicas posibilita el análisis de datos digitales de terrenos, delimitar subcuencas y ríos. Su factibilidad es debido a que la extensión transforma los límites de la cuenca y las rutas de drenaje en datos representativos de una red de drenaje (USACE, 2021).

1.8.11. Modelo hidrodinámico

Existen diferentes programas especializados en el modelamiento hidrodinámico, centrados en modelamiento unidireccional y bidireccional como es el caso de HEC RAS e IBER. Para el desarrollo de este proyecto se empleó el programa HEC RAS, el cual fue creado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos. Este programa permite el diseño de modelos con cálculos de flujo unidimensional (estable e inestable) y bidimensional. También posibilita realizar análisis de transporte de sedimentos y modelamiento de la calidad del agua.(Brunner & CEIWR-HEC, 2016)

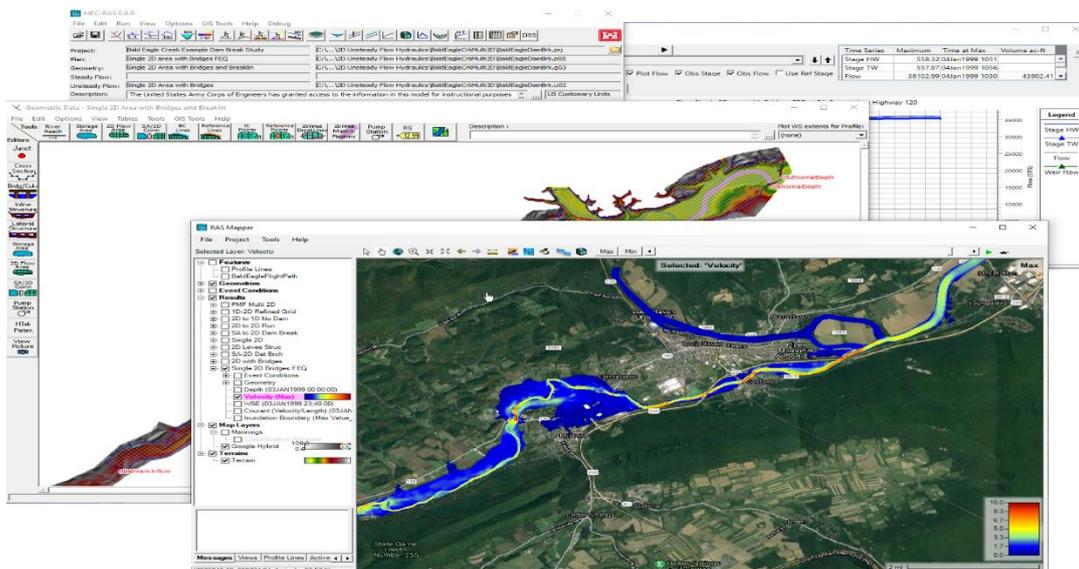


Imagen 7 Modelamiento de hidrodinámico en HEC RAS [USACE,2022]

En el trabajo investigativo de Rincón et al (2017), se establece una comparación entre los modelamientos en HEC RAS e IBER. Las diferencias tanto en los requerimientos de entrada como los modelamientos ocasionan diferencias en los resultados. Los resultados que obtuvieron reflejan un modelo bidimensional con mayor precisión en la construcción del perfil hidráulico en el paquete computacional de IBER. Mientras, el modelamiento en HEC RAS resulta tener una mayor versatilidad en cambios de régimen (flujo supercrítico a flujo subcrítico y viceversa), de esta manera permite un análisis detallado en el puente estudiado en ese trabajo. Los autores indican que el modelo en HEC RAS es eficiente en geometría simple y para estudios puntales. Por otra parte, IBER es una buena opción de modelamiento cuando la geometría del río presenta irregularidades mayores. Asimismo, en análisis específicos del comportamiento hidráulico del cauce, cuando atraviesa los estribos y las pilas del puente.

Algunas cuestiones que mencionan (Brugal et al., 2010; García & Conesa, 2011; Ochoa et al., 2014) con respecto a su estudio hidrológico e hidrodinámico en la región de Murcia (España) son los problemas que pueden ocurrir en el modelamiento. Estos son derivados de los datos de entrada, en cuestión resaltan los errores presentes en el modelo de elevación digital; pues una resolución de 10x10m por celda puede ser insuficiente para el desarrollo de un modelamiento hidráulico.

Como se ha mencionado, HEC RAS también permite modelamiento bidimensional tal como lo indica Quiroga et al (2016), los modelos en 2D se utilizan para análisis de inundaciones y desbordamiento de cauces. Su investigación tuvo como propósito el modelo de inundaciones a lo largo 450 metros del río Mamoré (Bolivia), de manera que se tome en cuenta la resolución de la onda difusa en 2D.

A pesar de los resultados de la modelación, se determinó una buena aproximación con los registros de inundaciones anteriores en las cercanías del río. El modelo no está exento de limitación, una de ellas fue la reducción del área de simulación, la cual resultó menor con respecto al área establecida en los datos de entrada. Debido a algunos factores que el programa omite, como los son las aportaciones de ríos secundarios o comportamiento endógenos causados por las mismas condiciones del terreno.

1.8.12. Voladura de Roca con microrretardo

Las voladuras con micro retardo permiten excavar removiendo grandes volúmenes de roca, en tiempos relativamente cortos. El micro retardo fragmenta la roca, controladamente en detonaciones separadas en milisegundos y no permite que se acumule la energía en un solo disparo como ocurre voladuras comunes (Chávez, 2005).

Los detonadores no electrónicos están conformados por un elemento retardante, una carga primaria y una carga base. A diferencia de los detonadores eléctricos, el elemento retardante se activa mediante ondas de choque de baja intensidad las cuales viajan por medio del tubo de transición (MITECO, 2017).

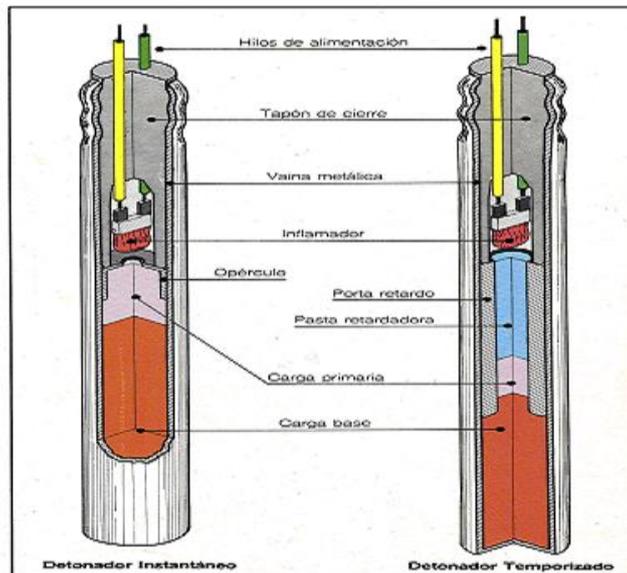


Imagen 8 Esquema de detonador no electrónico (Fuente: Sanz & Santamaría, 1993)

También existen los relés de microrretardo, que son equipos explosivos intercalados e instalados en todo el cordón de detonación, cuya función permite interrumpir la detonación de este en un lapso de 15 a 25 milisegundos. Como resultado crea en las voladuras conexas con el cordón de separación/cordón de detonación el efecto retardante (Sanz & Santamaría, 1993)

1.8.13. Muros anclados con anclajes continuos inyectados

Cuando se requieren construir muros en terrenos de baja resistencia o que están emplazados en la corona de los taludes o bordes de cauces, es necesario que el armado estructural del muro se encuentre sujeto a un sistema de anclajes en el subsuelo. Pese

a que deben soportar considerables esfuerzos, los muros anclados poseen zapatas relativamente pequeñas. Gracias al accionar y al efecto de los anclajes que son barras de acero fraguadas a varios metros de profundidad en conjunto a lechadas inyectadas con los procedimientos adecuados permiten su función correcta (Chávez, 2004). Ver en la imagen 8 se puede observar los muros anclados utilizando anclajes continuos inyectados y estos mismos elementos estabilizadores para la estabilización de taludes y el fortalecimiento de plataformas que pueden soportar cargas.

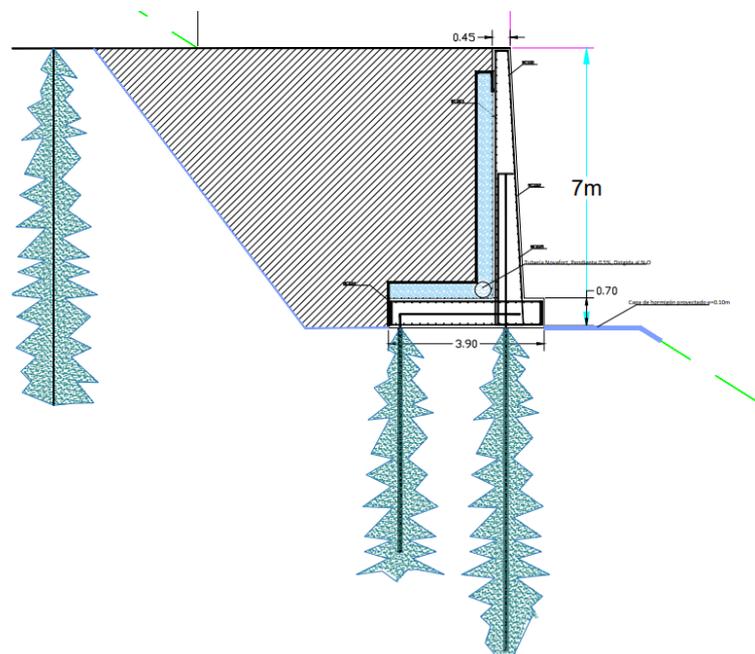


Imagen 9: Muros anclados mediante anclajes continuos inyectados (Chávez, 2004).

Para construir los anclajes continuos inyectados se requieren equipos y procedimientos especiales los cuales se detallan a continuación (Chávez, 2004):

Taladro de inyección: Su principal función es permitir la estabilidad del sistema de inyección de tuberías obturadores y reguladores de presión.

Obturador: Equipo que permite adherir a presión la tubería que conduce la lechada.

Regulador de presión: Dispositivo que permite controlar la presión de inyección mediante la aplicación de parámetros técnicos.

Lechada para inyectar: Fluido con la menor viscosidad posible que es introducido a presión, el cual penetra y rellena los espacios vacíos como los poros entre la empaquetadura de bloques de roca. Se logra conferir cohesión entre los bloques y fragmentos de roca. La lechada fraguada debe ser resistente a las presiones hidrostáticas e impactos de los caudales que incluyen bloques de roca.

Presión de inyección: Comprende la fuerza del caudal de lechada bombeada, la cual es controlada en función de la profundidad y de las características geomecánicas del material a inyectar.

Radio de acción: Corresponde a la distancia hasta la cual puede llegar, en forma segura, la lechada de inyección. Para asegurar la eficacia de la campana de inyecciones siempre se debe buscar el traslape del radio de acción de la lechada. Este parámetro es determinado a partir de mediciones experimentales en tipos similares de materiales a inyectar.

De acuerdo con Chávez et al (2008) se establece que las inyecciones en cuerpos de materiales aluviales pueden tener radios de acción de 1.0 a 1.5 m. Para un tratamiento eficaz es necesario que los taladros faciliten un traslape efectivo entre los avances de la lechada.

Para efectos del cálculo de los volúmenes de lechada a inyectar, se considera el m³ de aluvial naturalmente consolidado, se requiere entre 15 y 25% de ese volumen de lechada.

1.8.14. Proyectos en los que se han utilizado Anclajes Continuos

Inyectados

El método de anclajes continuos inyectados comprende en perforaciones verticales, en la cual se coloca un refuerzo de acero anclado recubierto con una lechada de concreto inyectada a profundidades de entre 9 a 12m, con el propósito de estabilizar terrenos y detener la superficie de falla (Chávez et al., 2008). Esta solución fue introducida al país en 1997 por el Dr. Miguel Ángel Chávez Moncayo en la estabilización de un deslizamiento activo. Entre las soluciones más emblemáticas se destaca el “Paso Pinhuapungo con solución geotécnica aplicada” en la ciudad de Cotopaxi-Ecuador, (Chávez, 2016). El proyecto consistió en la estabilización de un puente por medio de

cajones estructurales ligados directamente a anclajes continuos inyectados es la delgada cresta topográfica del terreno.

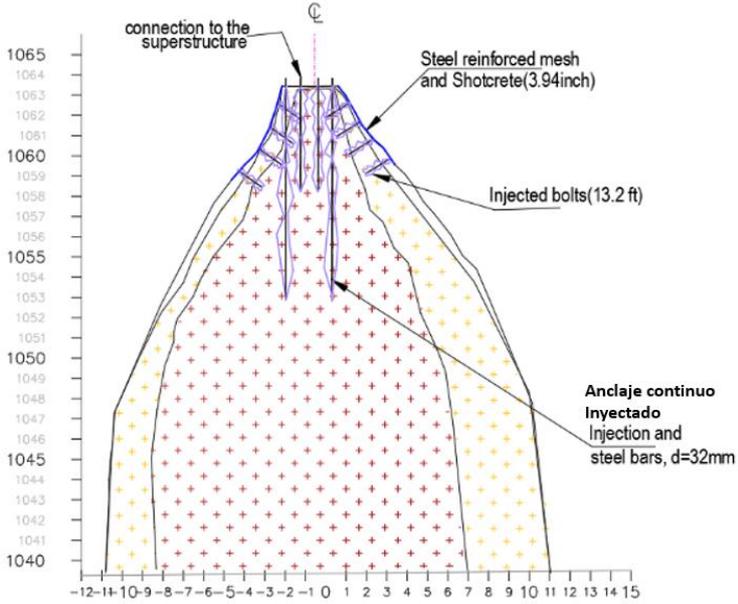


Imagen 10 Concepto técnico de solución estabilizadora mediante anclajes continuos inyectados en paso Pinhuapungo, Cotopaxi (Chávez, 2016).



Imagen 11 Paso Pinhuapungo con solución geotécnica aplicada (Chávez, 2016)

1.8.14.1. Planificación del trabajo

Tabla 1 Plan de trabajo [Canales & Fienco, 2022]

	Mayo				Junio				Julio					Agosto				Septiembre		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Asignación del Proyecto	█																			
Visita de campo. Reunión con el cliente	█																			
Recolección de información básica	█																			
Investigación de literatura bibliográfica	█	█	█																	
Elaboración de proyecto: Objetivos e introducción		█	█																	
Diseño de modelo Hidrológico		█	█	█																
Elaboración de proyecto: Marco teórico y trabajo de gabinete			█	█																
Investigación y análisis de alternativas				█	█															
Segunda visita de campo: Ubicación de perfiles de sección transversal					█															
Revisión de Avance Memoria Técnica.						█	█													
Entrega de la Memoria Técnica parcial con exposición							█													
Tercera visita Técnica: Muestra de suelo del cauce								█												
Ensayos de clasificación de suelo								█	█											
Diseño Hidrodinámico								█	█											
Elaboración del capítulo 3: Diseños y especificaciones técnicas									█	█	█									
Elaboración de Informe de Evaluación ambiental									█	█	█	█								
Entrega 1er Avance de EIA										█										
Elaboración de capítulo 4: Estudio de impacto ambiental											█	█								
Entrega 1er Avance de EIA												█								
Entrega de Capitulo EIA con las correcciones													█							
Revisión de Memoria Técnica avance 80%														█	█					
Entrega de la Memoria Técnica parcial 80%															█					
Revisión de Memoria Técnica avance 99%																█	█			
Entrega de la Memoria Técnica parcial 100%																		█		
Exposición y Evaluación Final																				█

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Metodología

Inicialmente, se realizó la visita de campo el viernes 1 de abril de 2022 en conjunto con los representantes del GAD municipal de Caluma, a la comunidad de Charquiyacu. La salida de campo tuvo como objetivo reconocer las afectaciones ocurridas en el sector. Luego del recorrido, se realizó una reunión con los habitantes de la comunidad y representantes del GAD de Caluma, donde se pudo recolectar información del evento ocurrido semanas previas en el sitio de estudio.

En las semanas siguientes del 2 al 13 de mayo del 2022, se tuvo la primera reunión con los tutores para planificar las acciones que se debían realizar, además empezar a analizar y procesar los datos disponibles hasta la fecha. Con la información disponible se inició el estudio hidrológico, para ello se utilizó un modelo de elevación digital obtenido del repositorio de imágenes satelitales EarthExplorer de la USGS. Además, se dispuso de una ortofoto de la comunidad de Charquiyacu obtenida por parte de GAD de Caluma y registros de precipitaciones de las estaciones más cercanas a la zona de estudio(USGS, 2018).

Mediante los programas ArcGIS, con su extensión HEC-GeoHMS se corrigió los posibles errores de datos faltantes, picos o depresiones digitales del modelo de elevación DEM. Así mismo, con el procesamiento de las herramientas que esta extensión dispone se delimitó la microcuenca de estudio y se simuló la red de afluentes que forman parte de la microcuenca.

Por medio la extensión ArcHydro, se generó las pendientes en la microcuenca, para el debido modelamiento. A continuación, se efectuó el procesamiento de los ráster disponibles de tipo y uso de suelo en las Tabla 2 y Tabla 3, adaptables a los requisitos de la zona. Una vez clasificados por los usos y tipos de suelo, se estimó los números de curva (CN) para valorar la abstracción o infiltración (pérdida de escorrentía) de cada microcuenca.

Con la finalidad de establecer los parámetros iniciales del modelo de lluvia-escorrentía, se seleccionó los métodos de pérdida o abstracciones, transformación y tránsito del río

mediante las ecuaciones SCS, y Muskingum respectivamente. También se estimó el tiempo de retardo, con el criterio del tiempo de retardo (Lag time). Por último, se ubicó los centroides de cada una de las subcuencas. El resultado de este proceso fue exportado del programa ArcGIS para ser utilizado en el programa HEC HMS.

El desarrollo de un análisis estadístico de los datos mensuales provenientes de estaciones meteorológicas M0129 y M0130 proporcionados por el INAMHI, dio como resultado el ajuste a la tendencia de distribución de precipitaciones según el modelo de distribución de Gumbel. También, se descartó los valores aislados de las series seleccionadas a través de un análisis de extremos. Luego se generó las curvas IDF de las estaciones. Cabe recalcar que, se descartó el uso de la estación M0130 debido a los datos poco representativos de la estación.

Por otro lado, se consideró las ecuaciones de curvas de intensidad-duración determinadas por Guachamín et al. (2015). Se estableció el uso de las ecuaciones reducidas para las estaciones M0006, M0030, M0131 y M0261 y de esta forma obtener las intensidades de precipitación para diferentes intervalos de duración. Para finalizar, se calculó hietogramas de diseño para cada una de las estaciones por el método de bloque alterno, para duraciones de 5 y 10 minutos; y un período de retorno de 100 años.

A partir de los hietogramas estimados para diferentes intervalos de tiempo, se generó las isoyetas dentro de la subcuenca hidrográfica de estudio para cada uno de los intervalos de tiempo. Luego, se obtuvo un mapa temático de isoyetas para cada intervalo del hietograma.

Todo el proceso previamente descrito generó una estación meteorológica sintética, con los suficientes datos de intervalos de tiempos en la que se represente la precipitación media de toda la subcuenca de estudio. Dicha estación artificial generada fue utilizada para la calibración del modelo de lluvia escorrentía.

Al simular el modelo en HEC HMS, se utilizó de insumo el producto generado del proceso realizado en ARGIS y la estación sintética. Pero antes, fue necesario asignar los parámetros de escorrentía de la cuenca: tiempo de travesía, el número de curvas del tipo de suelo y cobertura vegetal, la abstracción inicial, y los coeficientes K y X de Muskingum.

Así mismo, los parámetros de precipitación de la cuenca fueron estimados en función de los datos de precipitación de la estación sintética calculada con anterioridad y la evapotranspiración potencial. Para determinar la evapotranspiración anual se hizo uso de los mapas temáticos consultados en Portilla (2018).

El modelo fue ejecutado repetidas veces mediante la iteración de los parámetros de enrutamiento de Muskingum, con la finalidad de establecer una relación real de las dimensiones de caudales obtenidos de la simulación.

El máximo caudal registrado durante la simulación en el punto de descarga seleccionado fue de 119 m³/s. No obstante, este valor fue corroborado mediante la identificación de los puntos de control en secciones críticas de la zona de estudio. Se consideró el área de sección transversal justo debajo del puente en la comunidad de Charquiyacu.

A continuación, se construyó un modelo hidrodinámico del río Caluma. Para ello, se llevó a cabo un levantamiento batimétrico de secciones del río en los puntos críticos establecidos previamente.

A través de la herramienta HEC-RAS, se realizó el análisis de flujo bidimensional, por lo cual se creó el seccionamiento perpendicular a la trayectoria del río. Además, se corrigió las secciones que presentaban irregularidades extremas en el fondo, orillas del río y en presencia de vegetación de gran densidad y altura.

Fue necesario calibrar el modelo con parámetros de rugosidad para los diferentes tramos mediante la metodología de la USGS. Esta implica asignar penalizaciones al coeficiente de rugosidad en base el tipo del suelo. Los aspectos contemplados son: 1) irregularidad de superficie; 2) irregularidades en el ancho; 3) presencia de obstrucciones; 4) presencia de vegetación; 5) meandros.

Para aproximar la rugosidad en el centro del cauce se estableció un coeficiente con ríos homólogos, los cuales fueron evaluados según las principales características de forma, pendientes, obstrucciones, forma de fondo, entre otros (Barnes, 1967).

Para ganar realismo en la simulación, se añadió al modelo la geometría del puente existente como elemento de obstrucción. Además, se asignó las elevaciones correctas en zonas donde el DEM presentaba depresiones resultado de errores en la fototelemedría del dron.

Para la simulación se consideró un caudal mínimo de 20 m³/s hasta el pico de caudal de descarga estimado en procesos anteriores, de forma continua. De esta fue posible la diferenciación de las zonas de mayor velocidad al incrementar las profundidades.

A continuación, se estimó el potencial de socavación para determinar si las hipótesis establecidas de los tramos críticos, al inicio fueron correctas, y así proponer soluciones adecuadas acorde al nivel de extremo en dichos puntos.

Se efectuó un análisis geológico geotécnico del cauce del río Charquiyacu, ya que se trata de un afluente de curso superior de pendiente media a alta, la cual incluye un depósito aluvial reciente de materiales sueltos y otro depósito antiguo consolidado que se encuentra a los costados del río. Cabe anotar que debido a las modificaciones que han sufrido los bordes del cauce por la intervención humana (excavaciones, eliminación de árboles y arbustos) la tendencia de los caudales es desplazarse lateralmente, erosionando, causando deslizamiento de materiales y la afectación a las viviendas construidas.

También se tomaron muestras de los materiales de menor diámetro del cauce, para efectuar ensayos de laboratorio geotécnico. Los resultados de los ensayos establecieron una composición arenosa predominante en la mayor parte de las secciones del río, pero en algunos resultados se evidenció la presencia de arena limosa, proveniente de la sedimentación de material orgánico. Esto se encontró únicamente en la parte de Retiros de Charquiyacu.

Con los datos recolectados en los procesos anteriores, se ejecutaron 3 diseños para solucionar las afectaciones que sufren la comunidad de Charquiyacu. Los diseños comprenden:

- Rectificación geométrica del cauce ya que existe una estrangulación en el sector de Retiros de Charquiyacu, para ampliar el cauce y reducir el impacto erosivo y el desborde en la ribera izquierda del río. (Abscisas 1+784 hasta 1+797)
- Construcción en la parte más crítica el cauce (margen derecha, tramo intermedio en los 2 km) de muros de contención ligados a un sistema de anclajes continuos inyectados ligados a la zapata del muro. Para los cálculos y análisis se empleó el programa GEO5. (Abscisas 1+031 hasta 1+046)

- Debido a que en las crecientes se produce un gran estrangulamiento de los caudales causado por el puente actual, se propone el diseño de un nuevo puente, de mayor luz, en la vía principal, reforzando los cabezales de los estribos mediante anclajes continuos inyectados. La super estructura del puente se realizó con vigas tipo Tee de hormigón armado que descansan sobre los cabezales. Para este trabajo también se emplearon softwares especializados. (Abscisa 0+251)

2.2. Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

2.2.1. Reconocimiento de campo

Se efectuó el recorrido a lo largo del tramo de cauce de interés (de aproximadamente 2 Km) donde se evidenció que en las márgenes de río existen viviendas y tramos de vías de carretera lastrada, en los cuales algunos sitios están muy cercana al borde del cauce.

Se constató la existencia que el cauce tiene gran cantidad de bloques de roca redondeada de todos los tamaños. También en el recorrido de campo se evidenció el accionar de maquinaria pesada del GAD de Caluma que ejecutaron “una limpieza” de cauce para facilitar el tránsito de los caudales en las crecidas. Ver imagen 12.



Imagen 12 Visita a campo comunidad Charquiyacu [Canales & Fienco,2022]

En la visita técnica del miércoles 8 de junio del 2022 se determinó en campo los perfiles de estudio a lo largo del río, dicho trabajo se estableció en conjunto con funcionarios técnicos del GAD de Caluma. De esta forma se decidió, mediante un trabajo adicional,

extender los perfiles 30 m a los costados de las riberas del río, mejorando el alcance de la ortofoto ya disponible. Ver imagen 13.

Se realizaron 4 visitas más (algunas con varios días de trabajo), contando con la presencia de técnicos del GAD de Caluma y de los moradores del lugar, con la finalidad de constatar y valorar las áreas y sitios más críticos. Además, realizar observaciones en los terrenos existentes y decidir los lugares de muestreo.



Imagen 13. Vista de las terrazas aluviales consolidadas a los dos costados del cauce. [Canales & Fienco, 2022]

En los trabajos de campo también se constató la existencia de dos tipos principales de materiales, esta información fue muy importante para efectuar una caracterización geológica primaria. Ver Imagen 13, Imagen 14 e Imagen 15

Las rocas redondeadas de todos los tamaños, sueltas (lavados) fueron encontrados en el canal del cauce actual. Por otro lado, se observaron grandes bloques de roca asentados en las márgenes y centro del cauce, que en general se denominan materiales aluviales actuales.

Existen paquetes de materiales pétreos (la mayoría redondeados), relativamente estables en taludes verticales, que se mantienen por la presencia de suelos finos arcillosos o limo arcillosos de color café, que actúan como material cementante.



Imagen 14 Toma de muestra de suelos del río Caluma [Canales & Fienco, 2022]

En las visitas, en cada sector crítico se tomaron 3 muestras de materiales aluviales: 2 en las riberas o bordes y 1 en el centro del cauce; con el objetivo de caracterizar al material de que está conformado el río, y valorar su comportamiento para el diseño de las probables soluciones.

Tanto las muestras en la terraza aluvial como en el cauce fueron alteradas y sólo incluyeron suelos y pequeños fragmentos de rocas. No se muestrearon en consecuencia los grandes bloques redondeados de fracciones de tonelada o toneladas de peso, tampoco se muestrearon los boleos que abundan en el cauce actual.

2.2.2. Ensayos de laboratorio



Imagen 15 Ensayos de caracterización de suelo realizados en laboratorio de geotécnia de la FICT [Canales & Fienco, 2022]

Entre la semana del miércoles 6 de julio del 2022 hasta el 13 de julio del 2022 se ejecutaron los ensayos de laboratorio en la FICT. Estos corresponden a granulometría, contenido de humedad y gravedad específica. En cuestión al transporte de las muestras se precauteló la preservación de humedad en todo lo posible, para lo cual se alistó la muestra en fundas plásticas dentro de sacos. Aun así, se tuvo en cuenta las alteraciones que hubieran podido experimentar debido a factores no controlados al hacer el transporte de las muestras.



Imagen 16 Trabajo en caracterización de muestras de suelos [Canales & Fienco, 2022]

Con los resultados obtenidos de los ensayos se pudo identificar que predomina la arena en 6 de las 9 muestras analizadas. Un caso para resaltar fue en el sector de Retiros de

Charquiyacu, que en campo se pudo evidenciar la presencia de limos en los bordes del río. Sin embargo, en los resultados granulométricos, mediante la clasificación SUCS, se evidenció que menos del 5% pasa del tamiz 200. Por esa razón, se estimó en estos 3 casos una arena limosa, pese a que la clasificación granulométrica diga lo contrario.

2.2.3. Trabajo de gabinete

2.2.3.1. Procesamiento con la extensión HEC-GeoHMS

Como análisis previo para simulación de lluvia-escorrentía, en el DEM de la cuenca del cantón Caluma, se corrigió los errores en la topografía, y se delimitó la subcuenca de aportación de acuerdo con el punto de descarga seleccionado. Esa ubicación fue la parte superior de la comunidad en Retiros de Charquiyacu y de esta manera se procedió con el análisis del afluente. La subcuenca establecida tiene un área estimada de 101.997 km², con un punto de descarga en la intersección de 3 ríos.

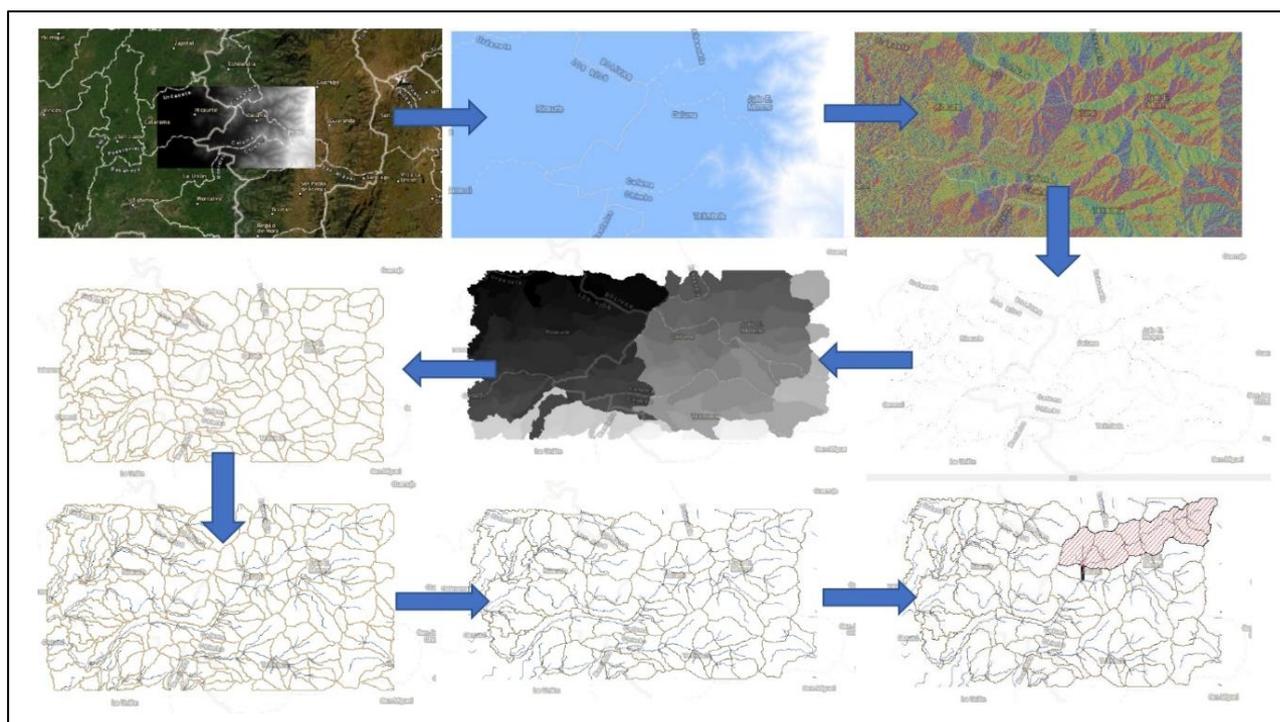


Imagen 17 Procesamiento de datos en HEC geoHMS [Canales & Fienco, 2022]

En la Imagen 17 se muestra las etapas del procesamiento del DEM de la cuenca del río Charquiyacu. Como se dijo anteriormente, el proceso incluyó la corrección de DEM, creación de las direcciones de flujo, acumulación de flujo, definición de las áreas drenadas, el ordenamiento de la jerarquía de los ríos, la generación de ráster de la

subcuenca, la transformación del ráster de la subcuenca a polígonos y creación de la red de ríos.

Como se muestra en la Imagen 18, se logró delimitar una microcuenca al aplicar los procesos de HEC-GeoHMS. El punto de descarga establecido se ubica en la zona Retiros de Charquiyacu, que corresponde al primer sector de análisis debido a su alto nivel de afectación a las viviendas cercanas.

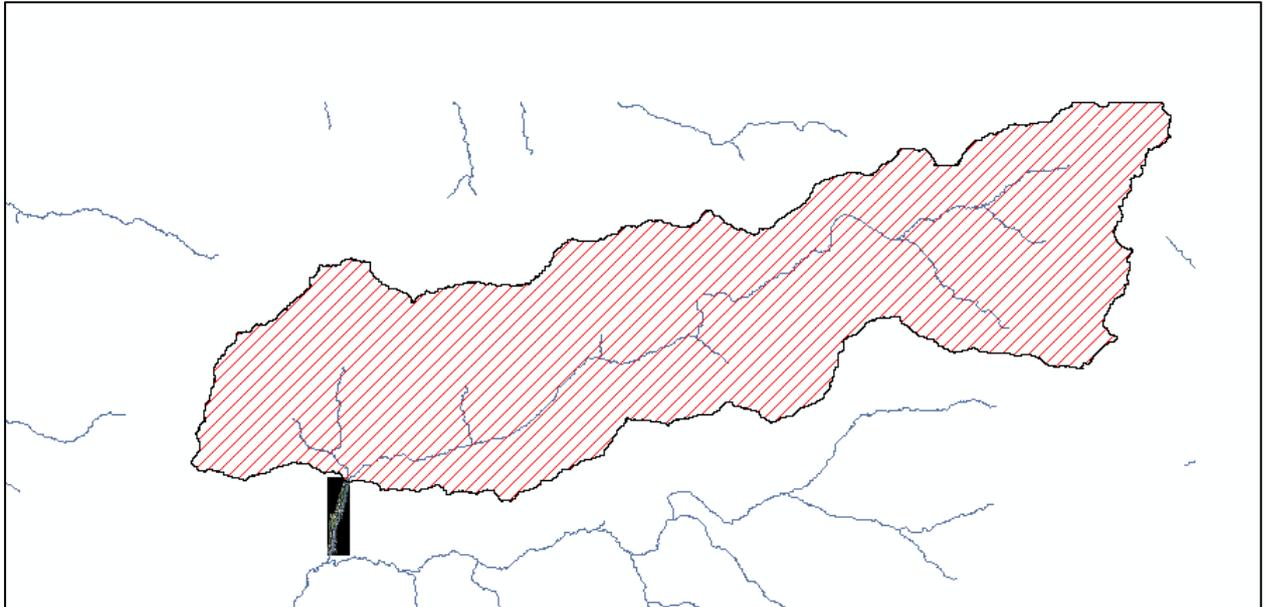


Imagen 18 Área de la cuenca de estudio de descarga [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.2. Clasificación de suelos (materiales aluviales) en el cauce

Para la determinación del uso de suelo se empleó la tabla de clasificación de tipo de suelo según el portal de la NASA C. Ross et al. (2020). La Tabla 2 cualifica el valor de cada pixel del ráster con un código de clasificación de tipo de suelo de acuerdo con el potencial de escorrentía. Cada valor se describe bajo un código de letras que van de A hasta la D respectivamente, se asigna una escorrentía de bajo potencial según la Clasificación A y una escorrentía de alto potencial según la clasificación D.

Para los pixeles de 1 al 4 corresponde a escorrentía baja (horizonte A), moderada (horizonte B), moderada-alta (horizonte C) y alta (horizonte D) dado los porcentajes de arena y arcilla que se encuentra en el suelo. Por otro lado, los pixeles 11, 12, 13 y 14 corresponden a escorrentías altas en condiciones de encharcamiento (es decir, se promedia el horizonte respectivo, con aquel perteneciente al D).

Tabla 2 Clasificación de tipo de suelo (C. Ross et al., 2020)

Valor de Pixel	Descripción
1	HSG-A: Bajo potencial de escorrentía (>90% arena y <10% arcilla).
2	HSG-B Potencial de escorrentía moderado (50-90% de arena y 10-20% de arcilla).
3	HSG-C: Potencial de escorrentía moderadamente alto (<50% arena y 20-40% arcilla).
4	HSG-D: Alto potencial de escorrentía (<50% arena y >40% arcilla).
11	HSG-A/D: Alto potencial de escorrentía a menos que se drene (>90% arena y <10% arcilla)
12	HSG- B/D: Alto potencial de escorrentía a menos que se drene (50-90% de arena y 10-20% de arcilla).
13	HSG-C/D: Alto potencial de escorrentía a menos que se drene (<50% de arena y 20-40% de arcilla).
14	HSG-D/D: Alto potencial de escorrentía a menos que se drene (<50% de arena y >40% de arcilla).

Con la clasificación antes mencionada se pudo clasificar el tipo de suelo de la microcuenca seleccionada, la cual se representa en el mapa temático presentado a continuación (Imagen 19).

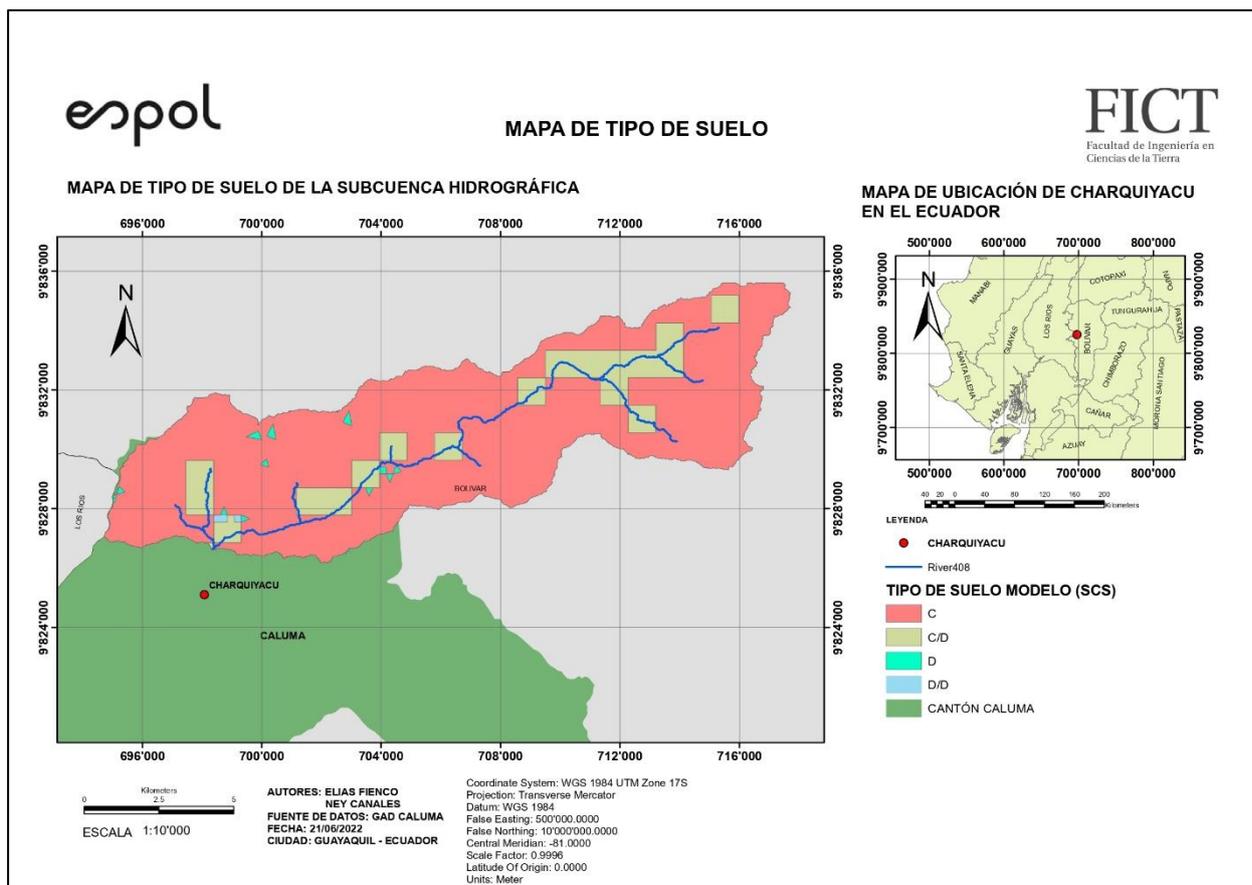


Imagen 19 Mapa de tipo de suelos [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.3. Uso de suelos

Para la clasificación de uso de suelo se consideró la información proveniente de la misión Copernicus de la ESA (Buchhorn et al., 2020). La Tabla 3 detalla la clasificación de la cobertura terrestre asignada para cada código de mapa. Además, se especifica un resumen de la definición de la clase de cobertura terrestre, de esta manera fue posible adaptar los parentescos de clasificaciones no especificadas en la tabla.

Tabla 3 Clasificación de Uso de Suelo (Buchhorn et al., 2020)

código de mapa	Nivel LCCS de la ONU	Clase de cobertura terrestre	Definición según UN LCCS	Código de colores (RGB)
0	-	No hay datos de entrada disponibles	-	40, 40, 40

111	A12A3A10B2D2E1	Bosque cerrado, hoja de aguja siempre verde	copa de los árboles >70 %, casi todos los árboles de hojas de aguja permanecen verdes todo el año. El dosel nunca está sin follaje verde.	88, 72, 31
113	A12A3A10B2D2E2	Bosque cerrado, hoja caduca acicular	copa de los árboles > 70 %, consiste en comunidades de árboles de hoja acicular estacionales con un ciclo anual de periodos de crecimiento y de crecimiento de las hojas	112, 102, 62
112	A12A3A10B2D1E1	Bosque cerrado, perennifolio, hoja ancha	copa de los árboles >70 %, casi todos los árboles de hoja ancha permanecen verdes todo el año. El dosel nunca está sin follaje verde.	0, 153, 0
114	A12A3A10B2D1E2	Bosque cerrado, hoja caduca ancha	dosel arbóreo >70 %, consiste en comunidades arbóreas estacionales de hoja ancha con un ciclo anual de periodos de encendido y apagado de hojas.	0, 204, 0

115	A12A3A10	Bosque cerrado, mixto	Bosque cerrado, mezcla de tipos	78, 117, 31
116	A12A3A10	Bosque cerrado, desconocido	Bosque cerrado, que no coincide con ninguna de las otras definiciones	0, 120, 0
121	A12A3A11B2D2E1	Bosque abierto, hoja perenne de aguja	capa superior: árboles 15-70% y segunda capa: mezcla de arbustos y pastizales, casi todos los árboles de hojas de aguja permanecen verdes todo el año. El dosel nunca está sin follaje verde.	102, 96, 0
123	A12A3A11B2D2E2	Bosque abierto, hoja de aguja caducifolia	capa superior-árboles 15-70% y segunda capa-mezcla de arbustos y pastizales, consiste en comunidades de árboles de hojas de aguja estacionales con un ciclo anual de períodos de encendido y apagado de hojas	141, 116, 0
122	A12A3A11B2D1E1	Bosque abierto, siempre verde hoja ancha	capa superior: árboles 15-70 % y segunda capa: mezcla de arbustos y pastizales, casi todos los árboles	141, 180, 0

			de hoja ancha permanecen verdes durante todo el año. El dosel nunca está sin follaje verde.	
124	A12A3A11B2D1E2	Bosque abierto, hoja caduca ancha	capa superior-árboles 15-70% y segunda capa-mezcla de arbustos y pastizales, consiste en comunidades de árboles de hoja ancha estacionales con un ciclo anual de períodos de hoja y de hoja.	160, 220, 0
125	A12A3A12	Bosque abierto, mixto	Bosque abierto, mezcla de tipos	146, 153, 0
126	A12A3A12	Bosque abierto, desconocido	Bosque abierto, que no coincide con ninguna de las otras definiciones	100, 140, 0
20	A12A4A20B3(B9)	Arbustos	Son plantas perennes leñosas con tallos persistentes y leñosos y sin tallo principal definido de menos de 5 m de altura. El follaje de los arbustos puede ser perennifolio o caducifolio.	255, 187, 34
30	A12A2(A6) A20B4	Vegetación herbácea	Plantas sin tallo o brotes persistentes	255, 255, 76

			por encima del suelo y que carecen de una estructura firme y definida. La cobertura de árboles y arbustos es inferior al 10 %.	
40	A11A3	Vegetación/agricultura cultivada y gestionada (tierras de cultivo)	Tierras cubiertas con cultivos temporales seguidos de cosecha y un período de suelo desnudo (p. ej., sistemas de cultivo único y múltiple). Tenga en cuenta que los cultivos leñosos perennes se clasificarán como el tipo apropiado de cobertura forestal o de arbustos.	240, 150, 255

En el caso de la zona de estudio la Tabla 4 (un subconjunto de la 3) indica los tipos de cobertura existentes en la microcuenca de estudio. De estos, se puede especificar que los bosques cerrados tienen la mayor coincidencia en la zona, seguido de los bosques abiertos, arbustos, vegetación herbácea y vegetación cultivable en una mínima aportación.

Tabla 4 Clasificación de cobertura terrestre presente en la microcuenca (Buchhorn et al., 2020)

Código de mapa	Clase de cobertura terrestre	Definición según UN LCCS	Código de colores (RGB)
----------------	------------------------------	--------------------------	-------------------------

112	Bosque cerrado, perennifolio, hoja ancha	copa de los árboles >70 %, casi todos los árboles de hoja ancha permanecen verdes todo el año. El dosel nunca está sin follaje verde.	0, 153, 0
116	Bosque desconocido cerrado,	Bosque cerrado, que no coincide con ninguna de las otras definiciones	0, 120, 0
122	Bosque abierto, siempre verde hoja ancha	capa superior: árboles 15-70 % y segunda capa: mezcla de arbustos y pastizales, casi todos los árboles de hoja ancha permanecen verdes durante todo el año. El dosel nunca está sin follaje verde.	141, 180, 0
126	Bosque desconocido abierto,	Bosque abierto, que no coincide con ninguna de las otras definiciones	100, 140, 0
20	Arbustos	Son plantas perennes leñosas con tallos persistentes y leñosos y sin tallo principal definido de menos de 5 m de altura. El follaje de los arbustos puede ser perennifolio o caducifolio.	255, 187, 34
30	Vegetación herbácea	Plantas sin tallo o brotes persistentes por encima del suelo y que carecen de una estructura firme y definida. La cobertura de árboles y arbustos es inferior al 10 %.	255, 255, 76

40	Vegetación/agricultura cultivada y gestionada (tierras de cultivo)	Tierras cubiertas con cultivos temporales seguidos de cosecha y un período de suelo desnudo (p. ej., sistemas de cultivo único y múltiple). Tenga en cuenta que los cultivos leñosos perennes se clasificarán como el tipo apropiado de cobertura forestal o de arbustos.	240, 150, 255
----	--	---	---------------

A continuación, se muestra la representación del uso de suelo en la microcuenca seleccionada. (Imagen 20)

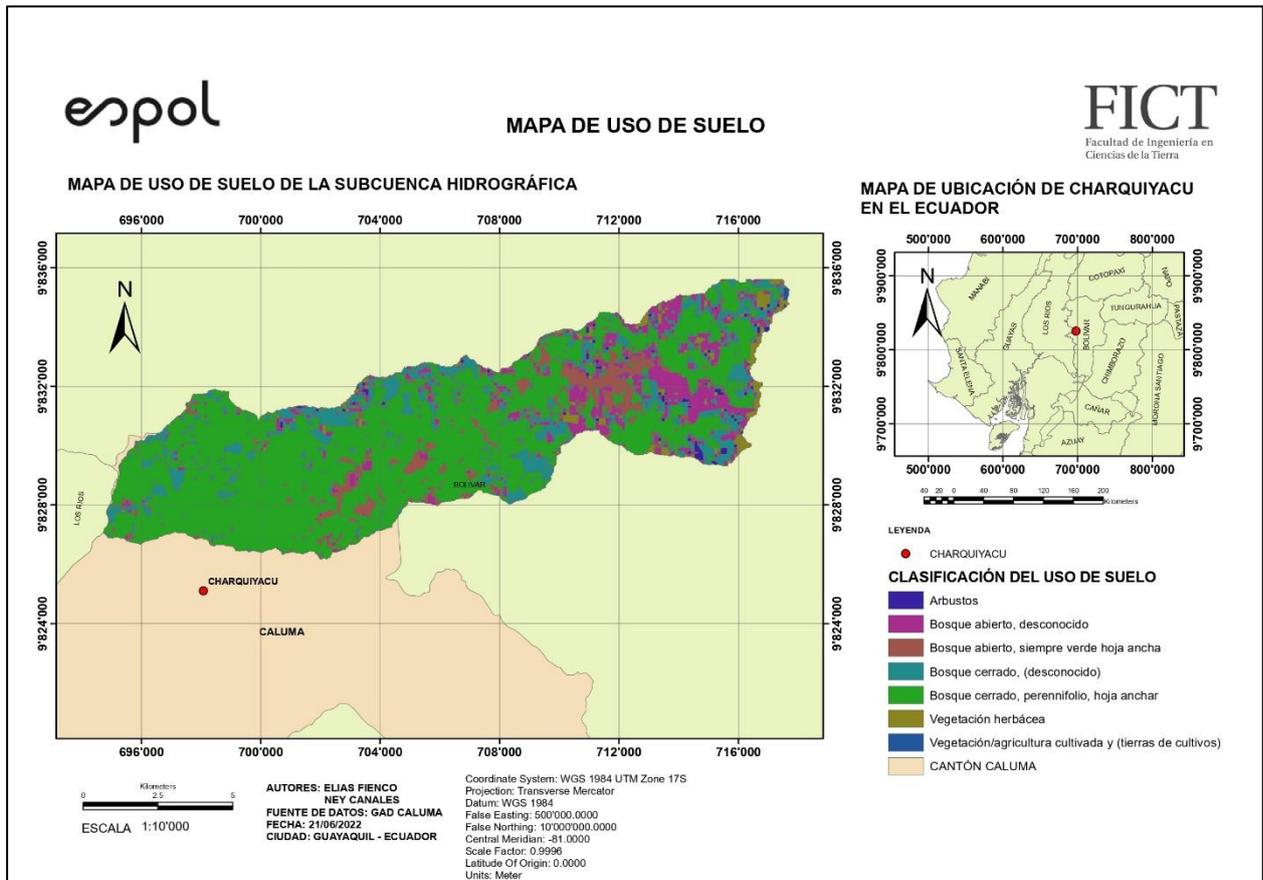


Imagen 20 Mapa de cobertura de suelos [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.4. Curvas CN

Las curvas CN permiten calcular la precipitación efectiva resultante de una tormenta en un lugar específico. Las curvas CN son aproximaciones resultantes de la combinación de la cobertura o uso de suelo y el tipo de suelo o categoría hidrológica a la que pertenecen (Espinales et al., 2021; Scuderi & Hernán, 2006).

El número de curva puede tener un valor en un rango de 0 a 100. Determinada bajo la siguiente ecuación

$$CN = \frac{25400}{S + 254} \quad (1.3)$$

Donde:

Cn: Número de curva

S: Potencial máximo de retención [mm]

Una vez clasificados el uso y tipo de suelo, se procedió a estimar las curvas CN. Para ello, se adaptó la clasificación explicada en la literatura perteneciente a USDA (2004) con la clase de cobertura terrestre clasificada de acuerdo al código del mapa del ráster empleado. La Tabla 5 muestra en detalle las equivalencias establecidas para cada tipo de uso de suelo y el valor de la curva CN asignado, el cual depende del tipo de suelo que presenta.

Tabla 5 Categorización de curvas CN [Canales & Fienco, 2022]

Uso de suelo	Tipo de Suelo				
Cobertura registrada en la microcuenca	NEH 630 Cap 9	C	D	C/D	D/D
Bosque cerrado, perennifolio, hoja ancha	Bosque: Cubierta Buena	70	77	73.5	77
Bosque cerrado, desconocido	Bosque: Cubierta Buena	70	77	73.5	77
Bosque abierto, siempre verde hoja ancha	Combinación	71.2	77.9	74.55	77.9

Bosque abierto, desconocido	Combinación	71.2	77.9	74.55	77.9
Arbustos	Mezcla de arbusto y hierbas mixtas	70	77	73.5	77
Vegetación herbácea	Herbáceo: Mezcla de hierba, maleza y juncos de crecimiento bajo.	74	85	79.5	85
Vegetación/agricultura cultivada y gestionada (tierras de cultivo)	Pastizales: condiciones óptimas	74	80	77	80

2.2.3.5. Datos meteorológicos

Se tomó en consideración dos fuentes de datos disponibles:

- 1) Datos de precipitaciones mensuales del año 1970 al 2010, para la estación M0129. (INAMHI, 2017)
- 2) Ecuaciones de curvas de intensidad-duración ya determinadas en estudios previos. (Guachamín et al., 2015)

En el primer caso se desarrolló un proceso para ajustar a una función de distribución basado en un análisis estadístico. Mientras que para el segundo se obtuvo los parámetros de las curvas IDF para la generación del hietograma de diseño con una duración de 10 min y periodo de retorno de 100 años.

2.2.3.6. Estaciones meteorológicas

Las estaciones con datos que se encuentran ubicadas en la misma demarcación de la zona de estudio y son las mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 6 Estaciones cercanas al punto de descarga [Canales & Fienco, 2022]

Código de Estación	Nombre de Estación	Provincia	Localización (m)	Altitud (msnm)
M0006	Pichilingue	Los Ríos	Norte: 667688	81

			Este: 9881209	
M0030	San Simón	Bolívar	Norte: 722511 Este: 9817606	2350
M0129	Caluma	Bolívar	Norte: 693861 Este: 9820182	359
M0131	San Pablo de Atenas	Bolívar	Norte: 714979 Este: 9798874	2750
M0261	Clementina HDA	Los Ríos	Norte: 679072 Este: 9810826	20

Cabe recalcar que se escogió las estaciones con mayor incidencia de sobre la subcuenca, la cual toma en cuenta consideraciones como: la ubicación espacial, limitaciones por terreno montañoso y cantidad de datos registrados.

2.2.3.6.1. Análisis de extremos estación Caluma (M0129).

De la estación (M0129), se seleccionó los datos por año con al menos 10 meses registrados, por lo cual se obtuvo un número de 34 datos. Mientras que los datos de tendencia central de los datos de la estación son los siguientes:

Tabla 7 Estadísticas de tendencia central de los datos de la estación Caluma M129. [Canales & Fienco, 2022]

Datos estadísticos	
Media	229.88 mm
Desviación típica estándar	81.06 mm
Sesgo	2.06 mm
Máximo	548.3 mm
Mínimo	122.4 mm

Para verificar la existencia de datos aberrantes en la muestra de datos se aplicó un análisis de extremos. Mediante la aplicación de los límites superior e inferior (Ls y Li) al conjunto de datos ordenados, se obtuvo los datos sin valores aberrantes. (USWRC, 1982):

$$Ls = \bar{x} + K_n S_y \quad 2.1(a)$$

$$Li = \bar{x} - K_n S_y \quad 2.1(b)$$

Donde:

Li: Límite inferior de datos de precipitaciones (mm)

Ls: Límite superior de datos de precipitaciones (mm)

Sy: Variación típica estándar de la muestra de precipitaciones por año (mm)

Kn: Valores para la prueba de datos dudosos con un 10% de significancia con respecto al ajuste de una distribución Normal. (USWRC, 1982)

Se estableció como límite superior 441mm; mientras que, para el umbral inferior fue 19 mm. Por lo cual fue necesario eliminar 1 dato aislado de la muestra de datos, debido a que existe la suficiente evidencia a que no se ajustó a una distribución normal.

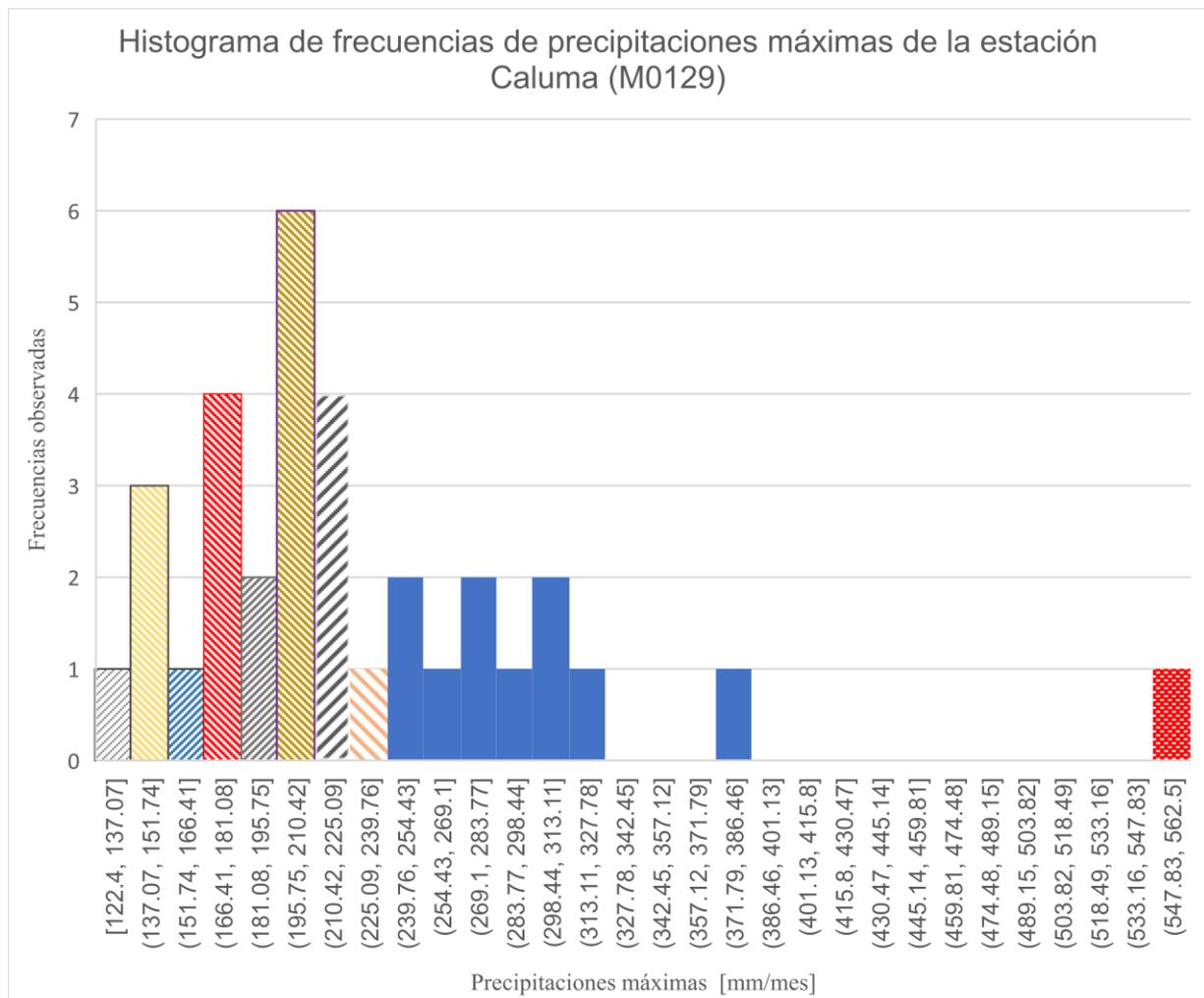


Gráfico 1 Histograma de frecuencias de la estación Caluma (M0129) [Canales & Fienco, 20222]

Como se observa en el Gráfico 1, existe un valor aberrante del conjunto de datos obtenidos para la estación meteorológica Caluma.

2.2.3.6.2. Análisis estadístico de datos meteorológicos

A través del análisis estadístico se estableció que la distribución de probabilidades de los datos de las estaciones corresponde a una distribución normal con sesgo positivo. Para la estación M0129 se ejecutó la prueba de bondad de ajuste mediante la prueba Kolmogórov-Smirnov y Chi cuadrado para las funciones de distribución de Gumbel, Gamma y Log Pearson tipo III con un nivel de confianza del 5%.

Basados en los resultados, con un menor rango de incertidumbre en el ajuste estadístico se determinó que la función de distribución que mejor representa la tendencia de los datos es el modelo de precipitación de Gumbel (Gráfico 2).

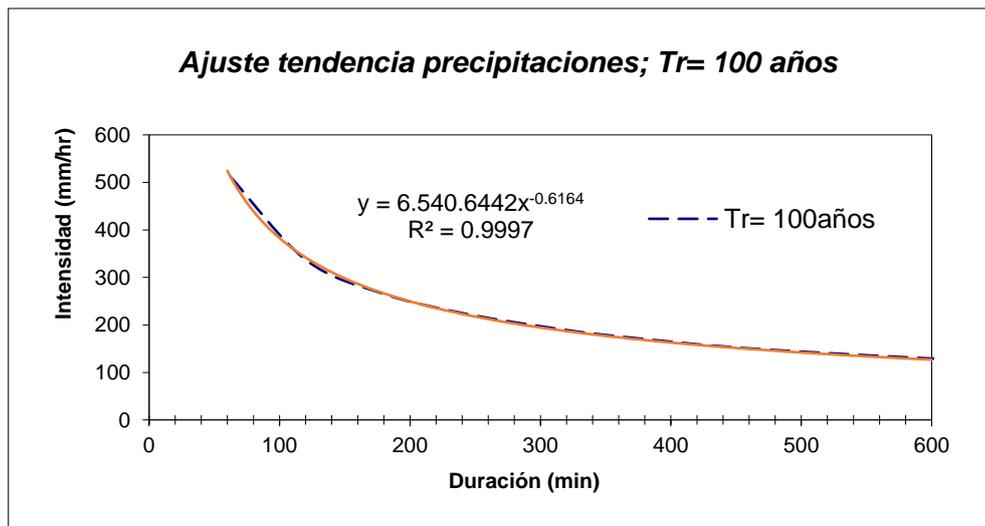


Gráfico 2 Ajuste de datos a la distribución de precipitaciones de Gumbel [Canales & Fienco, 2022]

La ecuación reducida de intensidad-duración para la estación ajustada es la siguiente:

$$i = \frac{3043.8501T_r^{0.165971}}{t^{0.61885}} \quad (2.2)$$

Donde;

i: es la intensidad de lluvia (mm/h)

Tr: Periodo de retorno (años)

t: Duración de precipitación (min)

Al variar las duraciones y periodos de retornos se obtiene en la Gráfico 3.

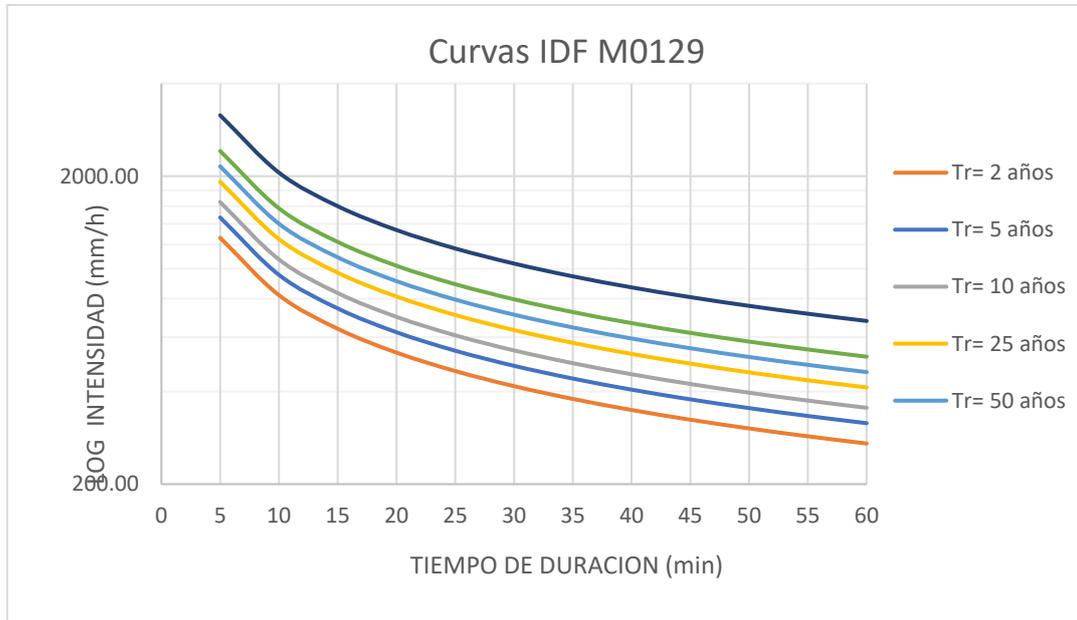


Gráfico 3 Curvas IDF para la estación meteorológica M0129 [Canales & Fienco, 2022]

En el Gráfico 3 se observó que para menores duraciones de precipitación las intensidades son de mayor magnitud; mientras que para mayores duraciones las intensidades son de menor magnitud.

2.2.3.6.3. Selección de estaciones

Las ecuaciones de intensidad-duración propuestas en el reporte del INAMHI fueron ajustadas por el método estadístico de bondad de ajuste Kolmogórov-Smirnov y Chi cuadrado. Los modelos de precipitaciones considerados para el análisis fueron Gumbel, exponencial, Pearson, Log-Pearson, Log-Pearson II, Log-Normal, (Guachamín et al., 2015). Luego los coeficientes de las curvas de intensidad fueron estimados a través de métodos de regresiones lineales a coeficientes aplicables por intervalos de tiempo.

Para la consideración de la ubicación geográfica de las estaciones se escogió las presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 8 Ecuaciones de estaciones seleccionadas (Guachamín et al., 2015)

Zona	Código	Nombre	Duración	Ecuación
------	--------	--------	----------	----------

	M0006	Pichilingue	5 min < 30 min	$I_{TR} = 224.541 Id_{TR}^{0.1187} t^{-0.3463}$
			30 min < 120 min	$I_{TR} = 331.068 Id_{TR}^{0.1548} t^{-0.4804}$
			120 min < 1440min	$I_{TR} = 3549.191 Id_{TR}^{0.1430} t^{-0.9153}$
15	M0030	San Simón	5 min < 30 min	$I_{TR} = 174.8695 Id_{TR}^{0.1457} t^{-0.459}$
			30 min < 120 min	$I_{TR} = 589.2026 Id_{TR}^{0.1703} t^{-0.8441}$
			120 min < 1440min	$I_{TR} = 695.4409 Id_{TR}^{0.1622} t^{-0.885}$
44	M0131	San Pablo de Atenas	5 min < 30 min	$I_{TR} = 170.2552 Id_{TR}^{0.1649} t^{-0.5823}$
			30 min < 120 min	$I_{TR} = 231.5502 Id_{TR}^{0.175} t^{-0.6802}$
			120 min < 1440min	$I_{TR} = 455.1793 Id_{TR}^{0.1541} t^{-0.809}$
63	M0261	Clementina HDA	5 min < 30 min	$I_{TR} = 171.2456 Id_{TR}^{0.1227} t^{-0.2641}$
			30 min < 120 min	$I_{TR} = 458.6663 Id_{TR}^{0.1192} t^{-0.5397}$
			120 min < 1440min	$I_{TR} = 2188.6494 Id_{TR}^{0.1120} t^{-0.8590}$

La ecuación empleada para el cálculo de las intensidades corresponde

$$I = \frac{K * T^m}{t^n} \quad (2.3)$$

Donde:

I: Intensidad (mm/h)

T: Periodo de retorno (años)

T: tiempo de duración (minutos)

K, m, n: Coeficientes de ajuste de cada estación

2.2.3.7. Método de Bloque alterno

Para proyectar un hietograma de los eventos de intensidades de precipitaciones máximas menos probables con un período de retorno de 100 años, se estableció el uso

del hietograma construido por el método de bloque alterno. La aplicación de este método consistió en establecer rangos de tiempo donde la intensidad máxima promedio no varía con el fin de determinar la precipitación neta en dichos intervalos de tiempo (Caamaño Nelli et al., 2013; Ferrer, 1993; Teegavarapu & Pathak, 2019; Weber, 2011).

Para establecer un esquema semejante a la realidad de las frecuencias de precipitaciones máximas, se construyó el hietograma de diseño para cada una de las estaciones seleccionadas.

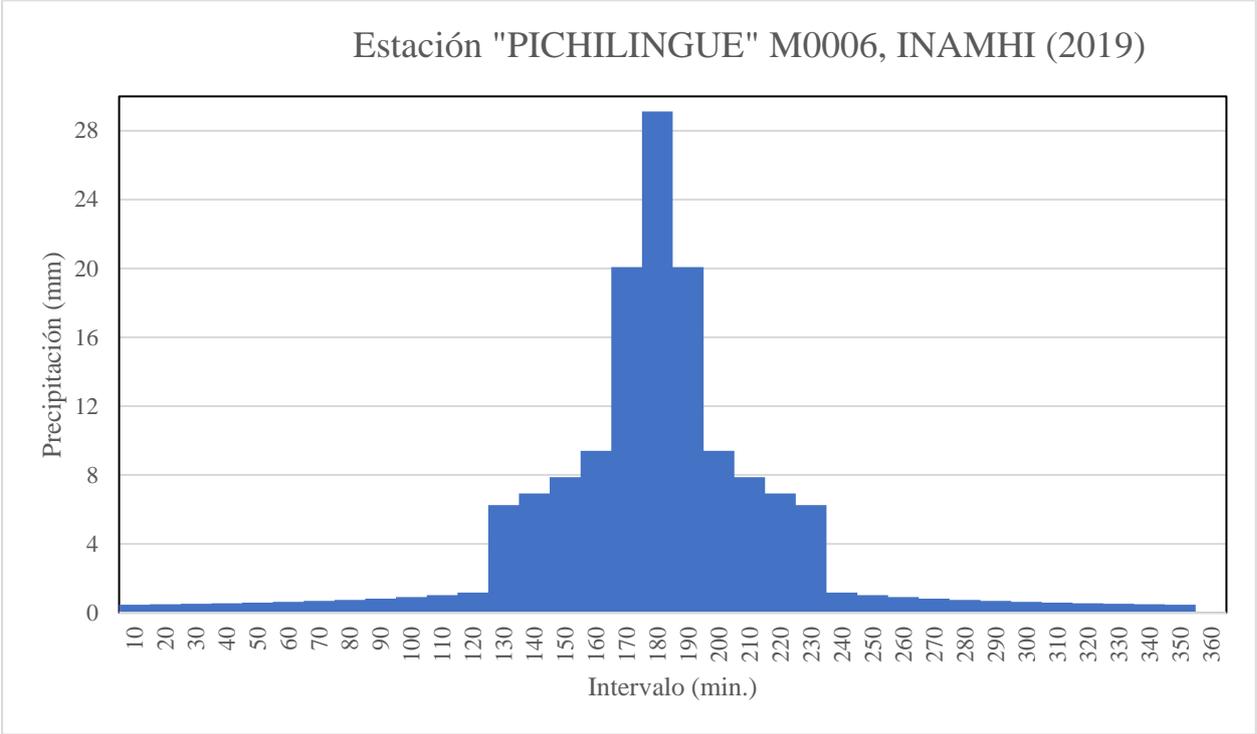


Gráfico 4 Hietograma estación Pichilingue [Canales & Fienco,2022]

Se observó que el Gráfico 4 de las precipitaciones máximas por intervalos de 10 min presenta una tendencia a la distribución Normal, con un máximo de precipitación de 30mm alcanzado en el intervalo de 170 a 180 min desde el inicio de lluvia. Además, existe un incremento de precipitación considerable de 6mm en los intervalos de 120 a 130 min.

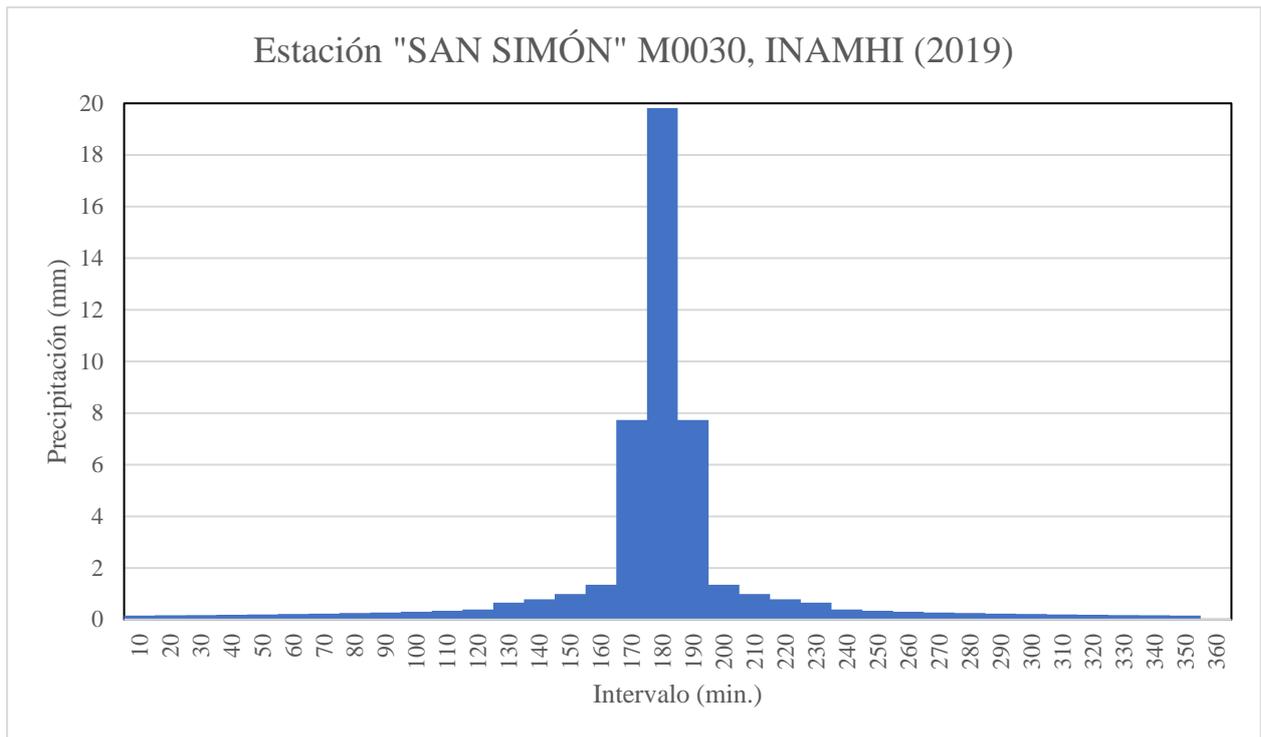


Gráfico 5 Hietograma estación San Simón [Canales & Fienco,2022]

En la estación San Simón (M0030) se determinó la máxima precipitación presentada para intervalos de duración de 10 min y un período de retorno de 100 años es de 19 mm aproximadamente.

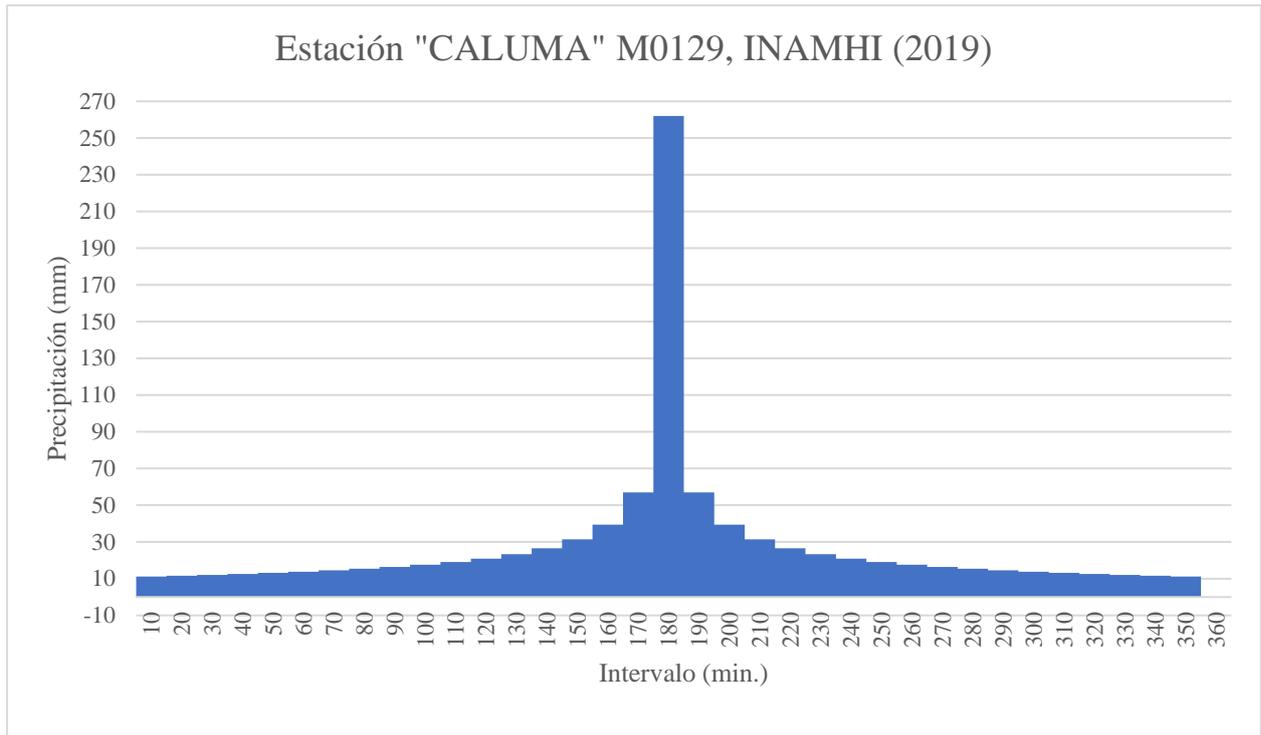


Gráfico 6 Hietograma estación Caluma [Canales & Fienco,2022]

En la estación Caluma (M0129), se destacó un incremento drástico en el punto máximo; con una diferencia de 55 a 260 mm de precipitación para el intervalo de 170 a 180 min. No obstante, este valor fue verificado en las simulaciones de inundación realizados posteriormente. (ver Gráfico 6)

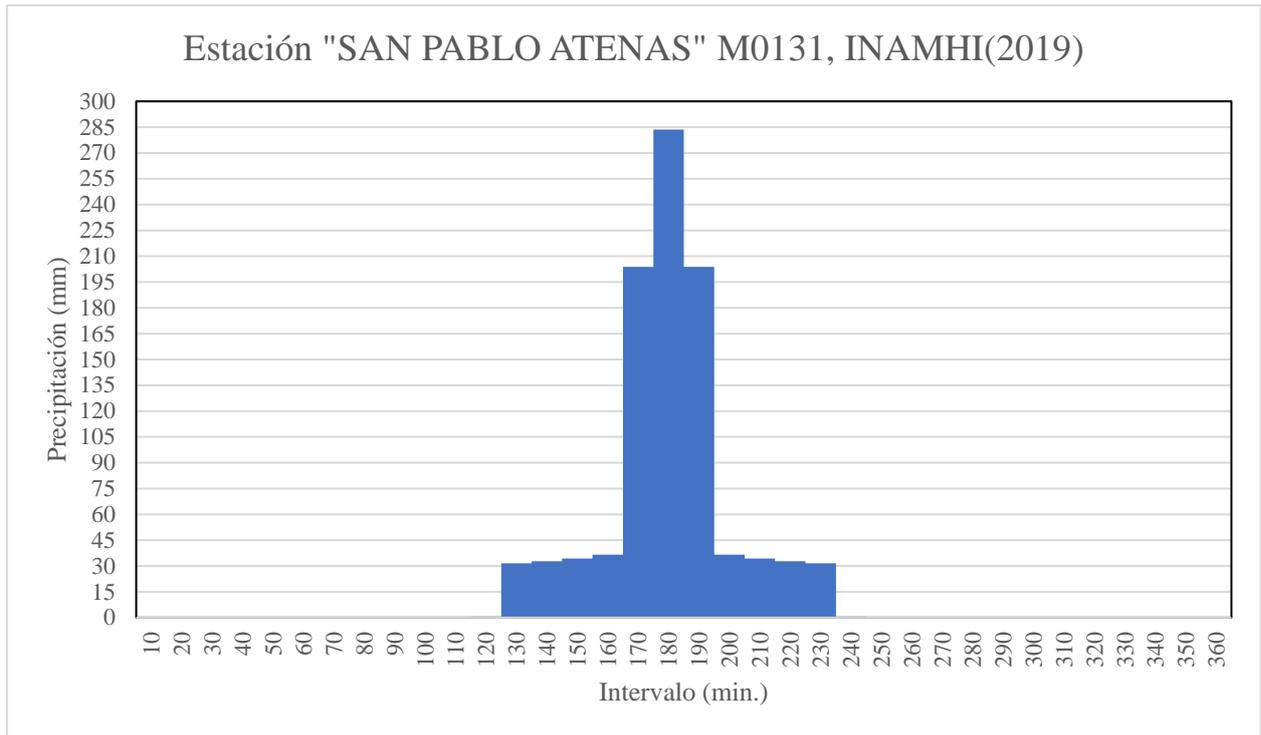


Gráfico 7 Hietograma estación San Pablo Atenas [Canales & Fienco,2022]

En la estación San Pablo Atenas (M0131), se determinó el hietograma de precipitaciones máximas, y se encuentra semejanza a la estación Caluma (M0129). Debido a que presentó un incremento drástico en los intervalos de tiempo de las duraciones máximas.

Cabe recalcar que las precipitaciones máximas fueron obtenidas acorde a las ecuaciones IDF ya establecidas en otros estudios.

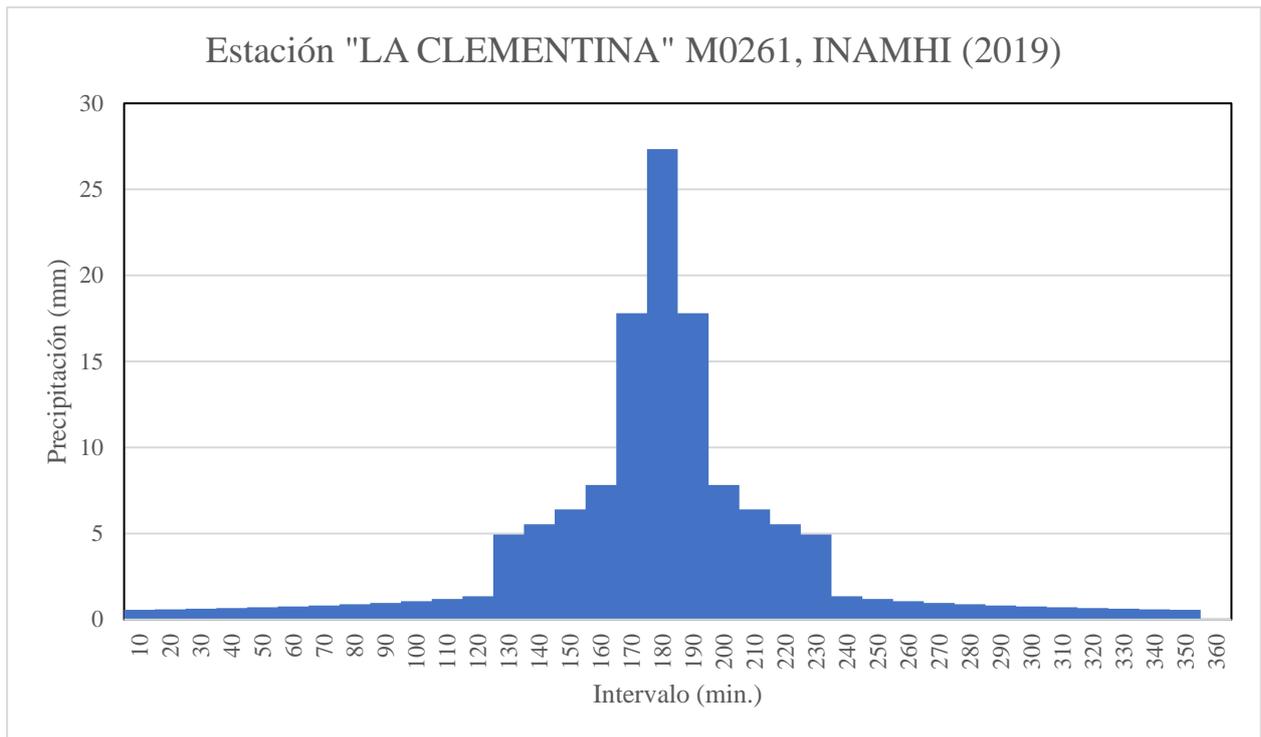


Gráfico 8 Hietograma estación La Clementina [Canales & Fienco,2022]

El presente Gráfico 8 describió la tendencia de las precipitaciones máximas para una lluvia de duración de 6 horas en la estación La Clementina (M0261). Además, se estimó que la precipitación máxima es de 27 mm para una lluvia con duración de intervalos de 10 min. Se destaca que el comportamiento es continuo, y no posee incrementos bruscos entre los intervalos de tiempo estimados.

2.2.3.8. Isoyetas

A partir del uso de la herramienta de sistemas de información geográfica ArcMap y basados en los intervalos de tiempo de los hietogramas de cada una de las estaciones, se generó isoyetas para cada intervalo de duración como se puede observar en la Gráfico 9 presentado a continuación.

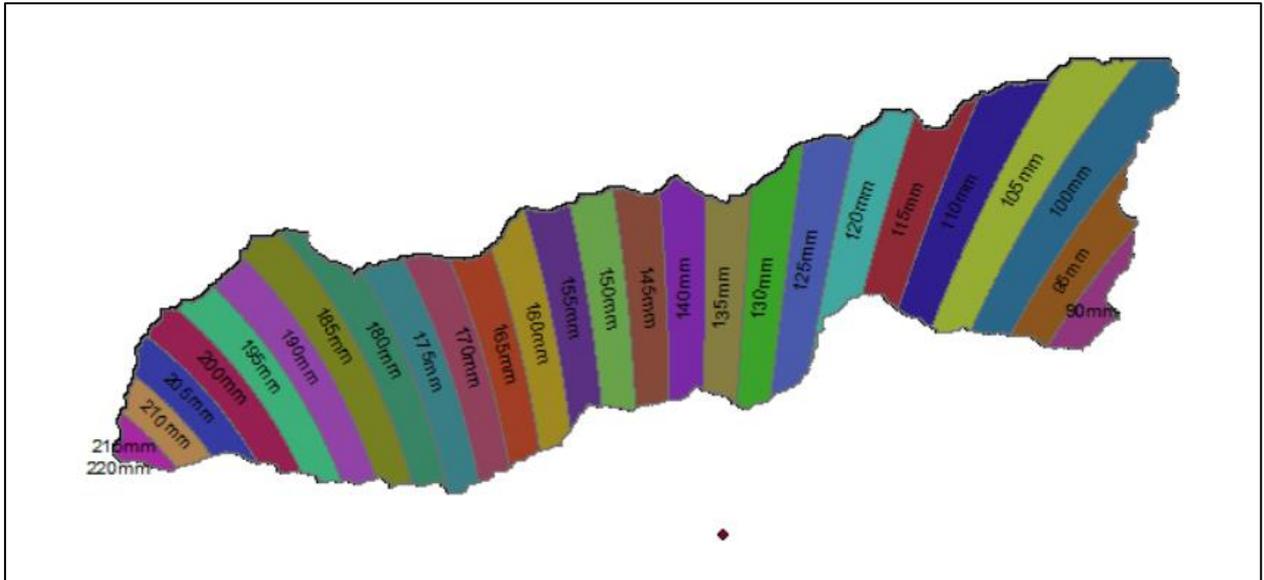


Gráfico 9 Isoyetas del intervalo de 170 a 180 min [Canales & Fienco, 2022]

En el Gráfico 9 se detalló la variación de la precipitación por área de la estación sintética. Donde se empleó ponderaciones de área para estimar la precipitación máxima promedio de toda la subcuenca para cada intervalo de tiempo. Por tanto, la máxima precipitación presente en la subcuenca es de 220mm, mientras que el mínimo es de 90mm. Por otro lado, al analizar intervalos de tiempo de menor precipitación se observó que existe un incremento inferior en las variaciones por isoyeta como se muestra en Gráfico 10.

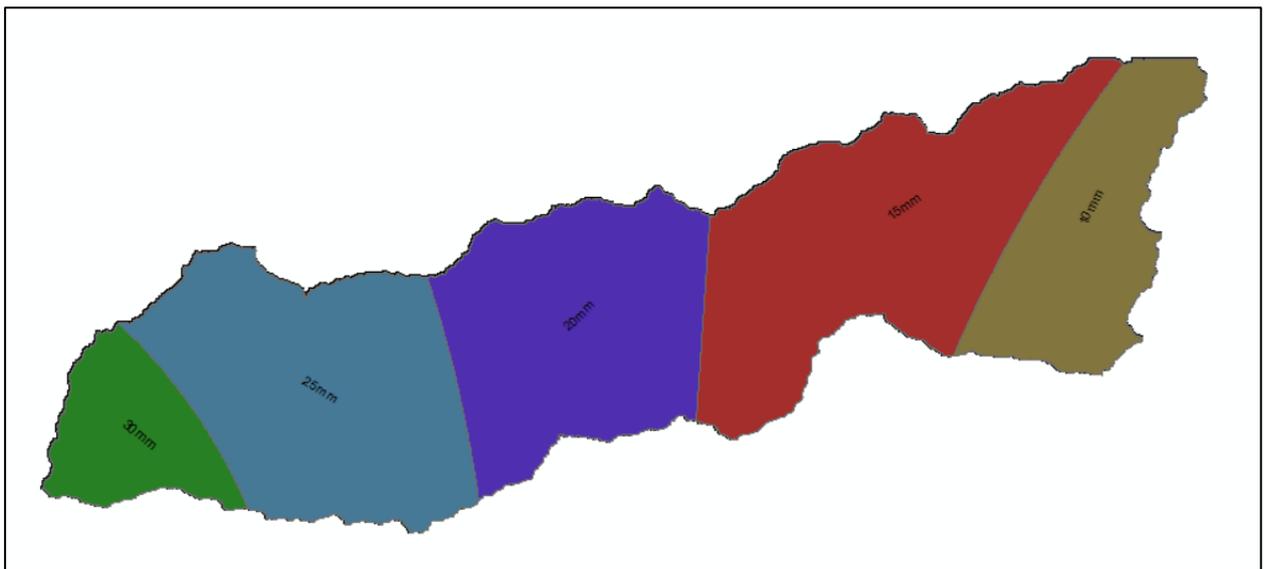


Gráfico 10 Isoyetas del intervalo de 140 a 150 min [Canales & Fienco, 2022]

Con los resultados de las isoyetas por intervalos de tiempo, fue posible determinar una estación artificial que represente a la subcuenca hidrográfica para cada intervalo de duración, donde se aplicó un ponderador de área correspondiente al área de la isoyeta. Por lo cual se obtuvo tendencia de los datos de la estación artificial, para los 15 intervalos de mayor valor de precipitación. (Gráfico 11)

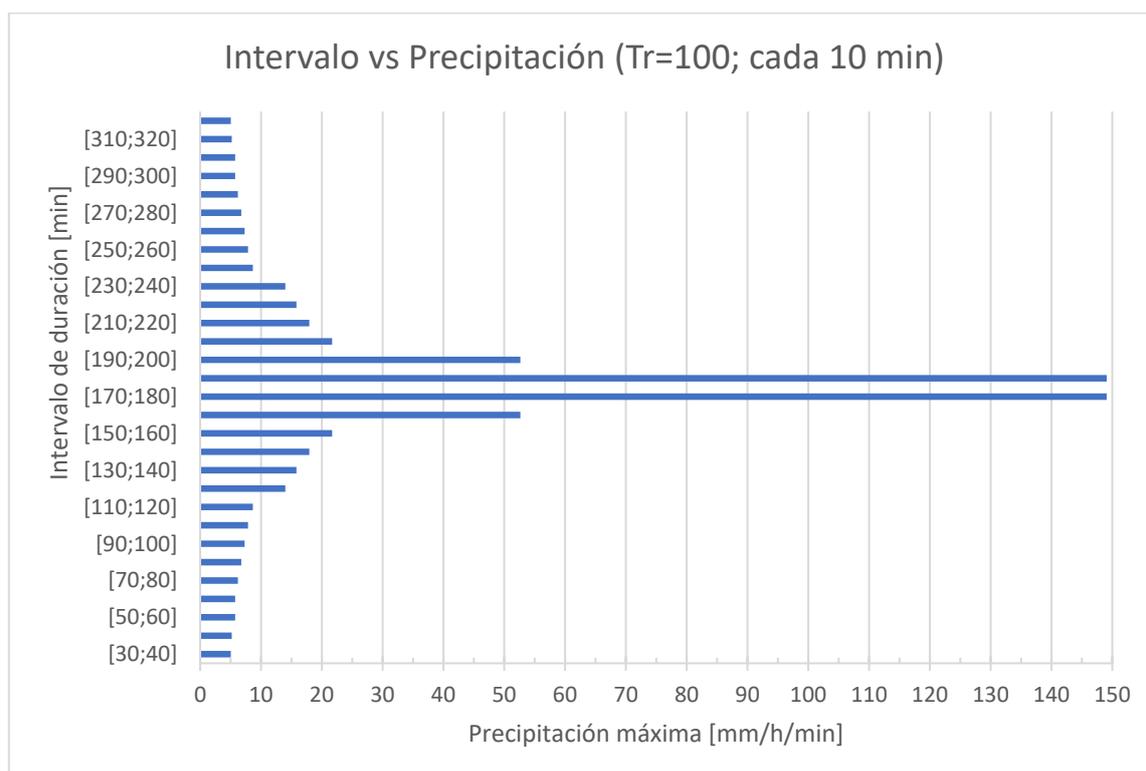


Gráfico 11 Precipitaciones máximas para cada intervalo con un periodo de retorno de 100 años y duración de 10 min [Canales & Fienco, 2022]

Basado en los resultados de la estación artificial creada con las máximas precipitaciones de las estaciones existentes más cercanas la zona de estudio. Se comparó con respecto a dichas estaciones y se encontró hasta un 95% de similitud; por lo cual se aceptó la estación para el estudio de generación de escorrentía.

Adicionalmente, debido a la gran extensión del área de estudio fue necesario realizar una reducción de aproximadamente 6%, debido a que las nubes generadoras de precipitación no se extenderán sobre el área absoluta de la subcuenca, (WMO, 1973). En el Gráfico 12 se muestra el descenso de la precipitación por la aplicación un factor de reducción de área (ARF) de 94%.

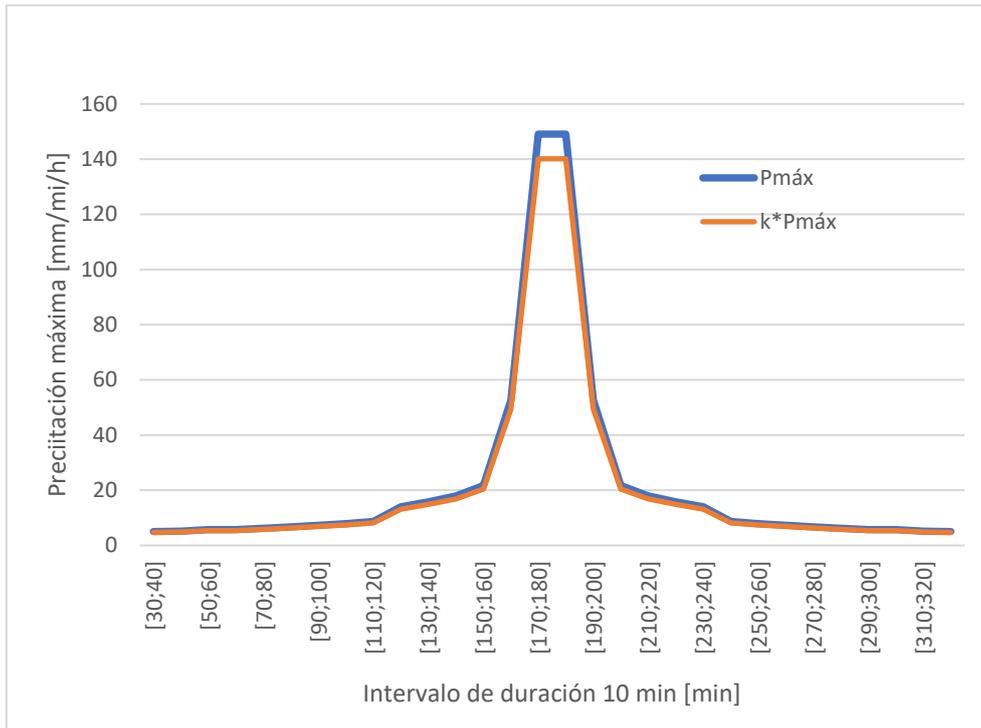


Gráfico 12 Precipitaciones máximas [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.9. Estimación de la evapotranspiración

Con la finalidad de aproximar las pérdidas hídricas por la evaporación y transpiración de la vegetación se consideró la máxima posible en el año. A través de los mapas temáticos presentados por Portilla (2018), fue posible emplear la estimación de Hargreaves donde la evapotranspiración real en el año para la zona de estudio es de 1402mm. Eso implica aproximadamente 3.84 mm/día.

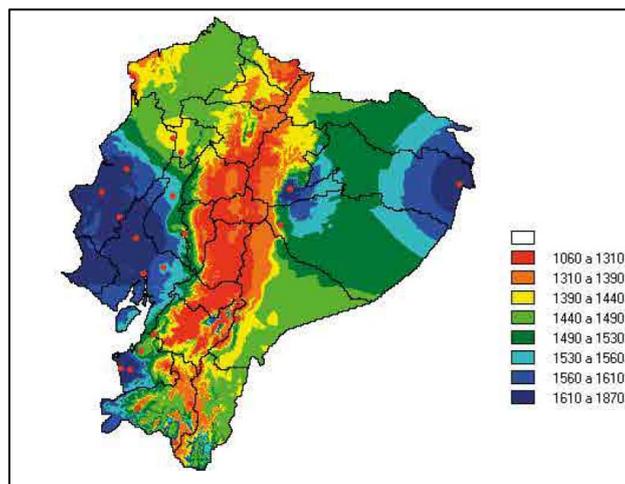


Imagen 21 Mapa temático de evapotranspiración real por el método de Hargreaves (Portilla, 2018)

2.2.3.10. Modelo Lluvia Escorrentía

El modelo lluvia escorrentía se ejecutó con 2 programas: ArcMap para la corrección del DEM, delimitación de la cuenca y generación de la red de ríos. Mientras que en HEC-HMS se aplicó la simulación de la escorrentía directa, para lo cual se corrigieron los valores de la abstracción, evapotranspiración, enrutamiento de la red de ríos y las precipitaciones de la estación artificial para calibrar el modelo.

En la Imagen 22 se detalla los insumos iniciales correspondientes a la preparación de la simulación con un modelo de elevación digital y un ráster de uso y tipo de suelo. Mediante la aplicación de herramientas geoespaciales, se corrigió los datos aberrantes en el modelo de elevación. Posteriormente, se limitó una microcuenca de estudio y se organizó la jerarquía de los ríos en la microcuenca.

También se transformó el ráster de cobertura terrestre y tipo de suelo en formato shapefile, con el propósito de clasificar de acuerdo con comparaciones de coberturas internacionales y tipo de suelo hidrológico de escorrentía. Finalmente, los archivos generados fueron almacenados en una geodatabase local para proceso posterior.

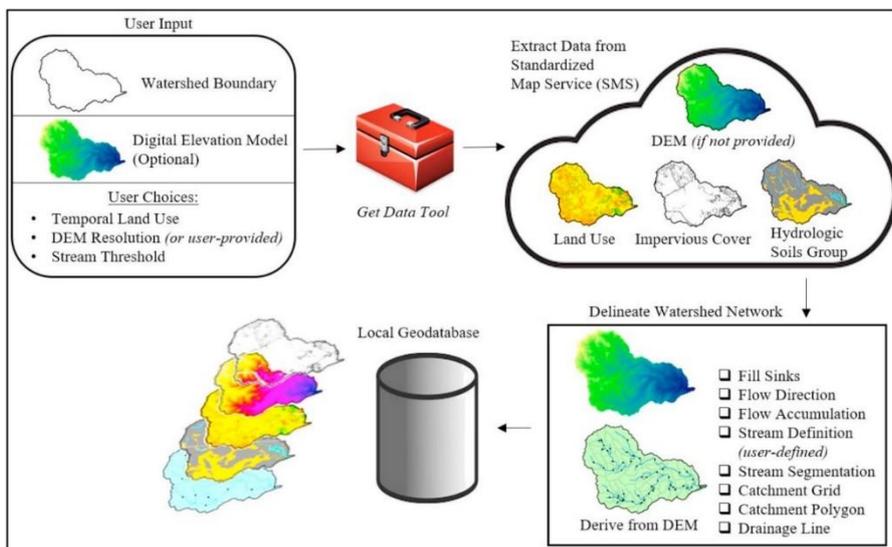


Imagen 22 Proceso de modelamiento en ArcGIS (Castro & Maidment, 2020)

En la Imagen 23 se detalla el proceso de preparación de la microcuenca, como correcciones en la elevación, área de cuenca, coordenadas, longitud de la cuenca y la pendiente en la zona. También se agregó datos como el número CN para calcular las abstracciones (infiltraciones) en la cuenca y se asignó el tiempo de retardo de acuerdo

con la ecuación de Muskingum. Como resultado final se obtuvo un paquete en el formato hms para posterior ser ingresado en el programa HEC HMS.

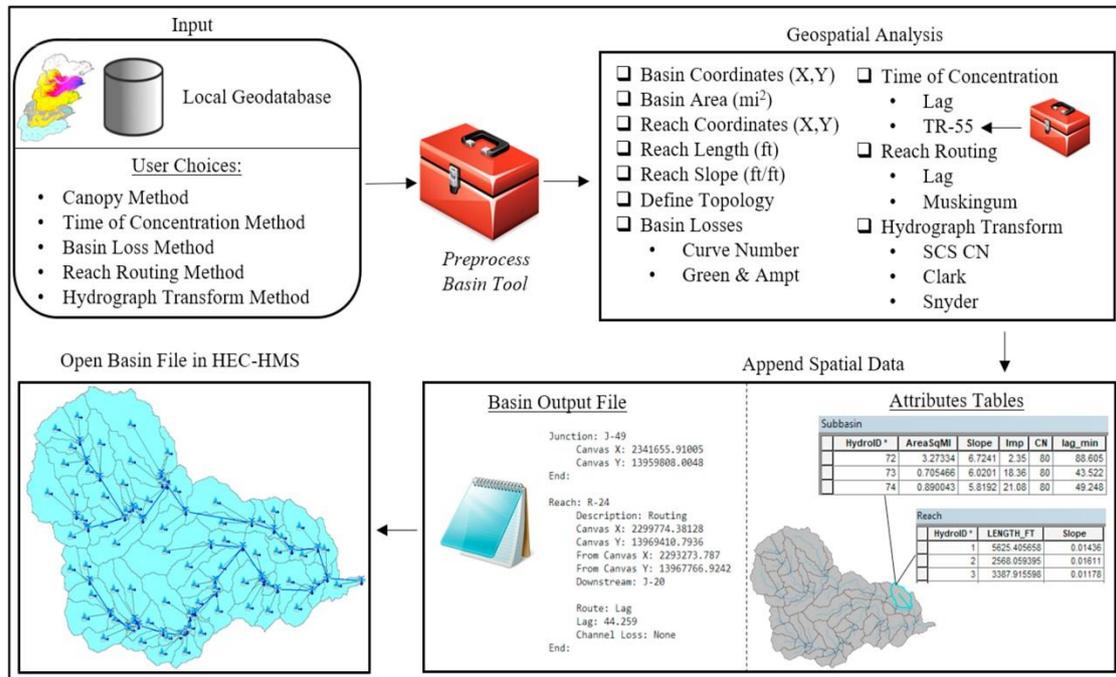


Imagen 23 Proceso de creación de la red de ríos (Castro & Maidment, 2020)

Luego se exportó los datos al programa HEC-HMS, donde fue posible estimar las escorrentías provenientes de precipitaciones efectivas en la cuenca. No obstante, se requirió corregir los parámetros meteorológicos, de suelos y de escorrentía.

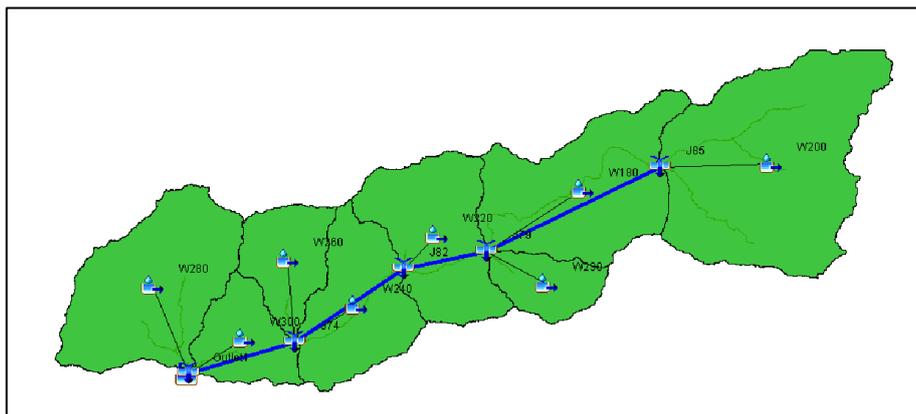


Imagen 24 Representación gráfica del modelo lluvia escorrentía [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.11. Corrección de la abstracción inicial

La capacidad de almacenar agua entre los poros que tiene el suelo reduce la escorrentía inicial hasta que el suelo alcanza el punto de saturación máxima. A este suceso se

denomina abstracción inicial y es posible estimarla como el 20% de la capacidad total de almacenamiento de humedad que posee el suelo (abstracción máxima del suelo).

Al considerar los números de curvas previamente calculados, fue posible obtener el umbral de escorrentía con el uso de la siguiente ecuación (Aristizábal et al., 2012; Mediero, 2021):

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right) \quad (2.4)$$

Donde;

Ia: Es la abstracción inicial (mm)

CN: Número de curva del tipo de suelo

2.2.3.11.1. Calibración de datos de precipitación

El método número de curva del Servicio de Conservación de Suelos especifica el cálculo de la precipitación en exceso (Pe), por medio del registro de datos de precipitaciones. Además, involucra el número de curva, como el parámetro de drenaje de la cuenca (López, 2008; Mediero, 2021; Villón, 2014). La ecuación empleada es la siguiente:

$$Pe = \frac{[CN * (P + 50.8) - 5080]^2}{CN * [CN * (P - 203.2) + 20320]} \quad (2.5)$$

Donde;

Pe: precipitación neta [mm].

P: precipitación registrada [mm]

CN: número de curva.

Para estimar de las pérdidas del modelo la SCS (2011) recomienda un 20% como porcentaje de pérdidas iniciales de la abstracción máxima del suelo (Romero, 2002).

Mientras que, para evaluar el caudal máximo provocado por un suceso de precipitaciones máximas; fue necesario introducir los valores de precipitación representativos de la subcuenca obtenidos a partir de las isoyetas. Por otro lado, el tiempo de análisis a considerarse debe tomar en cuenta que los tránsitos de caudales completen su travesía a lo largo de la subcuenca. Por lo tanto; el tiempo de análisis en la simulación del modelo

fue mayor que la suma del tiempo de precipitación y el tiempo de retardo total de la subcuenca.

2.2.3.11.2. Calibración del tiempo de retardo

El modelo de retardo de Snyder especifica el lapso de tiempo entre el centroide del histograma de precipitación efectiva con el pico de escorrentía directa (Rojo, 2011). De acuerdo con la SCS (1972); el tiempo de retardo es un parámetro que define la duración de la travesía de la precipitación desde el punto de contacto con la superficie hasta el punto de descarga en forma de escorrentía. Y se lo determina en base a:

$$t_{lag} = \frac{2.587L^{0.8} \left[\frac{1000}{CN} - 9 \right]^{0.7}}{1900\sqrt{S}} \quad (2.6)$$

Donde;

t_{lag} : Tiempo de retado, (h)

CN: Número de curva

S: Pendiente del tramo de río (%)

L: Longitud de río (m)

2.2.3.11.3. Ecuación de Muskingum

El modelo de Muskingum simula un almacenamiento en un cauce al combinar dos tipos de modelos de almacenamiento: prismático con un volumen constante en la sección transversal; y de cuña. Esto produce las diferencias entre el caudal de entrada y el caudal de salida (Dorf, 2005; Lynn, 2009; Villón, 2014).

En ausencia de caudales de entrada y salida en una sección, es aplicable el uso de valores empíricos K y X, los cuales se describen en la siguiente ecuación:

$$K = 0.18 \left(\frac{\Delta x}{S^{0.25}} \right)^{0.76} \quad (2.7)$$

Donde:

S: Pendiente máxima de la subcuenca.

Δx : Distancia máxima [Km]

2.2.3.11.4. Método de Evapotranspiración de Hargreaves

De acuerdo con la literatura de Portilla (2018), las temperaturas al igual que la transpiración de la cobertura vegetal en Ecuador son importantes en las pérdidas hídricas de una cuenca, (Hargreaves & Samani, 1985). Por lo tanto, fue necesario evaluar la evapotranspiración calculada por el método de Hargreaves con la finalidad de ajustar el modelo de lluvia escorrentía a la realidad.

$$ET_0 = 0.0135(t_{med} + 17.78)R_s \quad (2.8)$$

Donde:

ET_0 : Evapotranspiración potencial diaria (mm/día)

t_{med} : Temperatura media (°C)

R_s : Radiación solar incidente, convertida en (mm/día)

En tal virtud, se procedió a calibrar el modelo para lo cual fue necesario añadir la pérdida o abstracción de 3.84 mm/día.

2.2.3.11.5. Caudales de descarga

Se completó la información requerida para ajustar los parámetros en el modelo de lluvia-escorrentía. Acorde al punto de descarga definido, se estableció que el caudal máximo estimado es de 118.2 m³/s.

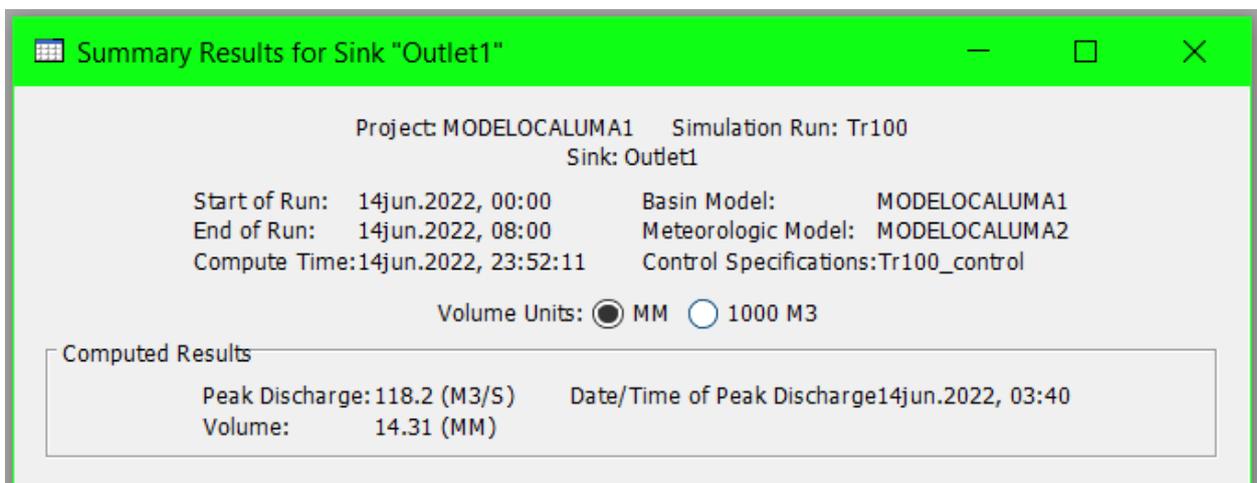


Imagen 25 Resultado de estimación de caudal máximo en punto de descarga. [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.12. Modelo Hidrodinámico

Posterior al análisis de escorrentía se empleó un modelo de elevación digital con resolución de 12.5 cm en “X” y “Y” y perfiles batimétricos. Con el propósito de completar el modelo de flujo uniforme a lo largo de la trayectoria del río en la herramienta HEC-RAS. Cabe recalcar que, los perfiles fueron medidos en sitios estratégicos acorde a las hipótesis iniciales para establecer seguridad y bienestar de los pobladores.

Como fue mencionado con anterioridad, el análisis corresponde a un flujo uniforme unidimensional para una longitud aproximada de 1867m del río. Dicho tramo fue abscisado con un punto de partida a una distancia aproximada de 251m aguas abajo del puente vehicular Charquiyacu hasta el punto de origen del río Charquiyacu, donde los tres afluentes descargan.

No obstante, debido a la presencia de irregularidades, tanto en el fondo del río como en las márgenes, se necesitó corregir las rugosidades en cada una de las abscisas del área de estudio.

Por último, se estimó la socavación general en todo el tramo de estudio y local en los estribos del puente. Donde se evaluó el impacto erosivo que amenaza a las viviendas aledañas a las riberas del afluente; además se comprobó las hipótesis iniciales del estudio respecto a la seguridad en las viviendas del sector retiros de Charquiyacu y en sectores intermedios del tramo de estudio.

2.2.3.12.1. Definición ruta del río

En secciones previas del capítulo se identificó la red de principal del río Charquiyacu que se encuentra en la microcuenca de estudio. Dicha ruta fue empleada para generar el modelo hidrodinámico. Este último es complementado para generar las secciones transversales con: (i) modelo de elevación digital y (ii) registros batimétricos de las secciones críticas del cauce. Las secciones trasversales pueden ser consideradas como abscisas a lo largo del cauce analizado.

2.2.3.12.2. Creación de márgenes y secciones transversales

Mediante el análisis en la topografía y el DEM se estableció un control en las márgenes del río, donde se pudo discretizar el tramo acorde con la Imagen 26. Allí se implantó las secciones dispuestas perpendicularmente a lo largo del perfil longitudinal del río. De igual manera, se encontró la existencia de secciones donde se evidenció cambios en la dirección, reducciones o ampliaciones del ancho del río.

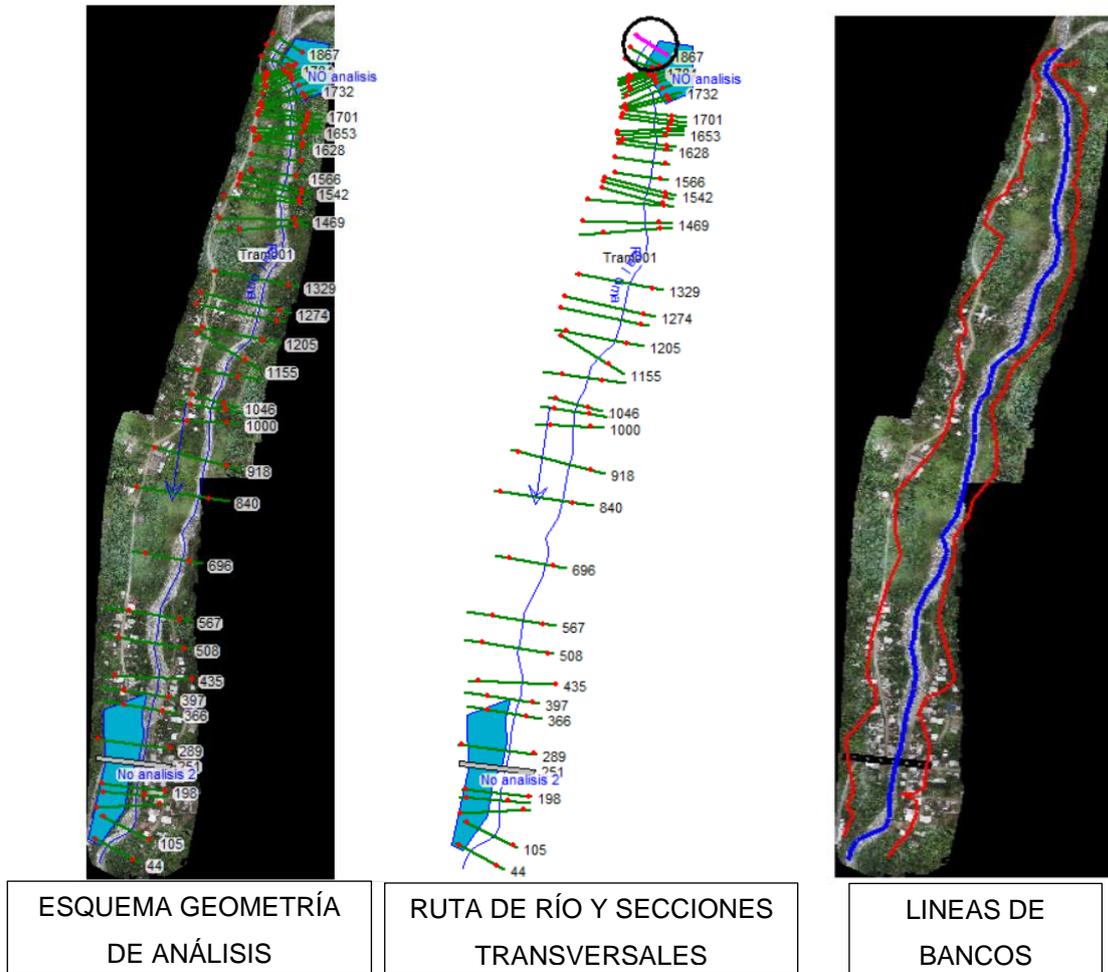


Imagen 26 Discretización del tramo de análisis río Caluma. [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.12.3. Adición obstrucciones en el cauce del río

El puente de Charquiyacu posee una geometría de 9.5m de ancho y 19.5m de largo, con una altura libre de 3.5m, considerada desde la cota máxima de fondo del canal hasta la cota del inferior de las vigas el puente.

Dicho puente está conformado por vigas simplemente apoyadas a los extremos, con estribos dispuestos en un ángulo de 0° respecto a trayectoria del río en la abscisa 0+251

Km (es decir, no esviado). Debido a la presencia de esta obra de paso, fue necesario calibrar el modelo para considerar la obstrucción que provoca el puente.

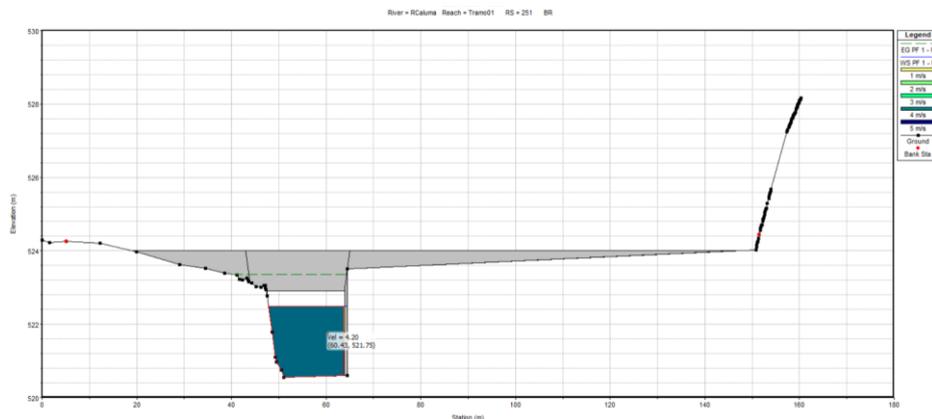


Imagen 27 Calibración de obstrucción provocada por el puente en la Abscisa 0+251Km del tramo del río Caluma. [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.12.4. Corrección en el análisis de las secciones geométricas del río

Para la corrección geométrica de las secciones del río se identificó algunos de los factores que afectan el modelo como: cobertura vegetal mayores a 3m de altura, rocas con diámetros mayores a 1.5m y viviendas ubicadas a distancias menores de 20m de las orillas del río.

2.2.3.12.5. Correcciones en la ortofoto

El modelo de elevación digital presentó depresiones en el terreno que no son representativas de la zona de estudio, estas fueron corregidas por medio de la extensión de área mayor en la que se elevó la cota para el análisis.

Como ejemplo, se muestra en la Imagen 28, (el perfil 1+797km) donde se evidenció irregularidades tanto en el fondo del río como en la ribera izquierda, donde presentó una notable depresión en el terreno natural. Esto no representa la topografía del terreno, puesto que implica una acumulación de grandes cantidades de agua en dicha zona. Por ello, se requirió la exclusión de dichas áreas en las que el análisis no resultaba representativo para la estimación del comportamiento del flujo.

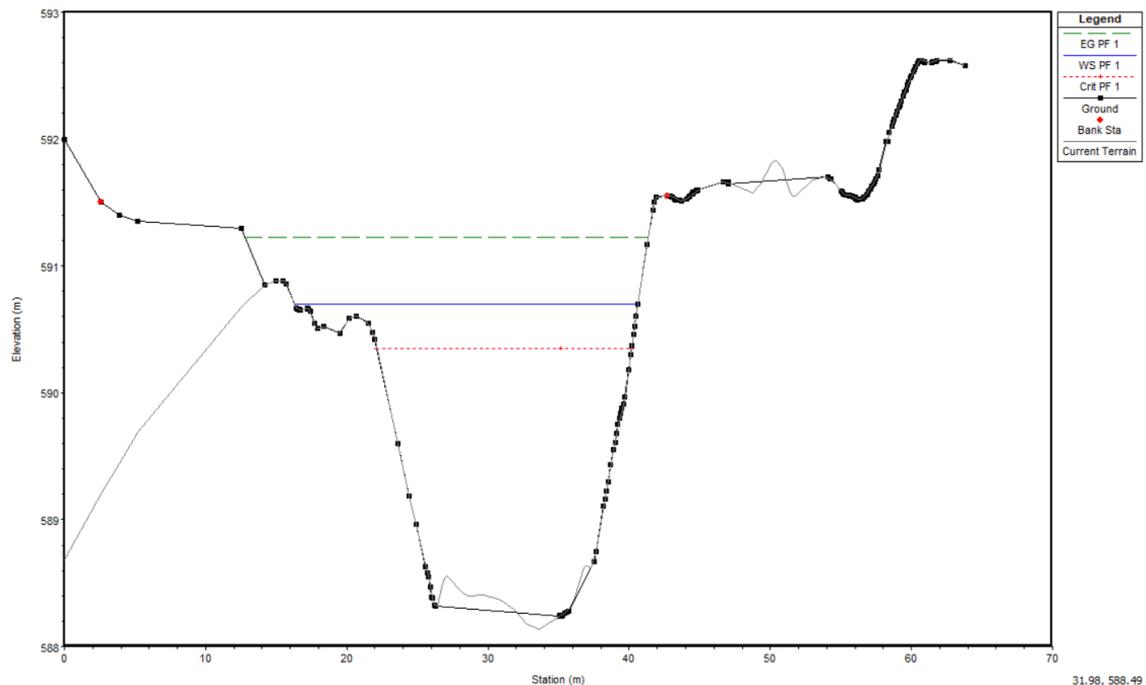


Imagen 28 Perfil de sección transversal 1+797Km del tramo 1. [Canales & Fienco, 2022]

2.2.3.12.6. Corrección por las rugosidades del río

Para describir el comportamiento hidráulico de canales es necesario establecer los factores que inciden directamente sobre las secciones del canal. Uno de ellos es la rugosidad presente en el perímetro de las secciones a lo largo de la trayectoria del río. (Fischenich, 2000; Riaño, 2019)

El cálculo de los coeficientes de corrección por rugosidad del cauce se seleccionó mediante 2 metodologías diferentes en el centro del cauce y en las riberas. Para el centro del cauce se estimó un valor de rugosidad según la literatura de (Barnes, 1967), la cual estandariza valores de rugosidad que pueden ser adaptados a otros afluentes tomando en cuenta los valores y consideraciones detallada en cada tramo de río.

Para las riberas de cauce se utilizó tablas de valores experimentales con la finalidad de establecer cada uno de los coeficientes involucrados en el cálculo. Dichas tablas se detallan en la literatura (Chow et al., 1994). A continuación, se describe la fórmula de corrección y se especifica cada una de las variables:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5 \quad (2.9)$$

n_0 = Corrección por forma del canal

n_1 = Corrección por efecto de la rugosidad superficial

n_2 = Corrección por forma y el tamaño de la sección transversal.

n_3 = Corrección considerando las obstrucciones del afluente

n_4 = Corrección por consideración de vegetación y condiciones de flujo

m_5 = Corrección por efectos del meandro en el canal

Para ejemplificar se toma a consideración la sección 1+793Km:



Imagen 29 Fotografía de zona de estudio del perfil 1+797Km [Canales & Fienco, 2022].

$n_0 = 0.065$; $n_1 = 0.050$; $n_2 = 0.033$; $n_3 = 0.025$; $n_4 = 0.040$; $m_5 = 1.062$

Por lo tanto:

$$n_{1+793Km(izq)} = (0.065 + 0.050 + 0.033 + 0.025 + 0.040)(1.062) = 0.157$$

El mismo procedimiento se siguió para las márgenes, y el centro de cada una de las secciones establecidas.

2.2.3.12.7. Resultados de análisis de flujo unidimensional

Se estableció las condiciones de contorno del tramo de análisis. Como caudal de ingreso se introdujo en la primera sección el valor de 118.2 m³/s, proveniente del modelo lluvia

escorrentía, mientras que para la sección final del tramo se utilizó la pendiente de fondo del río.

Finalmente, para cada una de las secciones transversales se obtuvo los niveles de elevación del agua, así como sus perfiles de velocidades, el tirante normal del agua y los niveles críticos. A continuación, se muestran los perfiles de mayor relevancia para el estudio en la Imagen 30.



Imagen 30 Vista en planta de la contracción en el cause Retiros de Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]

Perfil 1+793km (Retiros Charquiyacu):

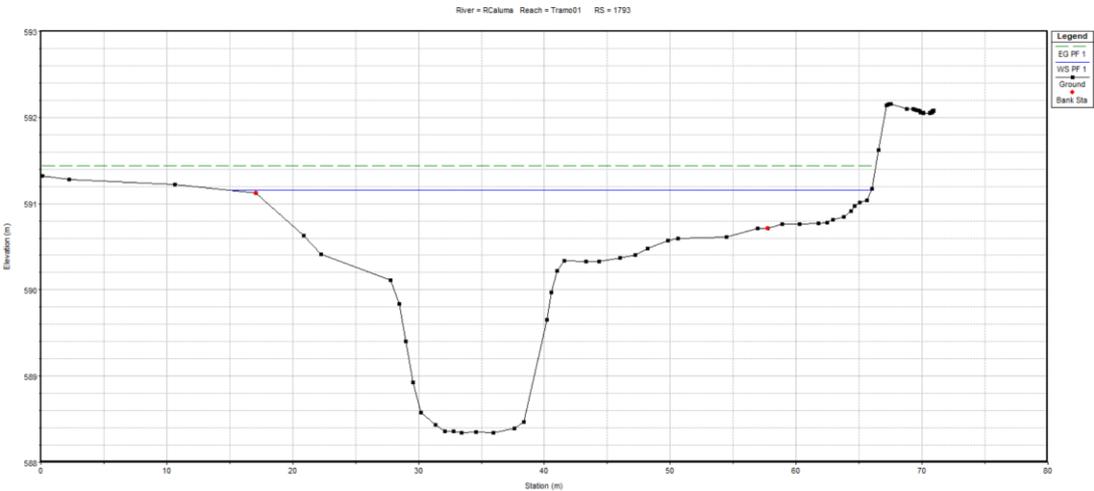


Imagen 31 Elevación de niveles de agua del perfil transversal 1+790Km para un periodo de retorno de 100 años [Canales & Fienco, 2022]

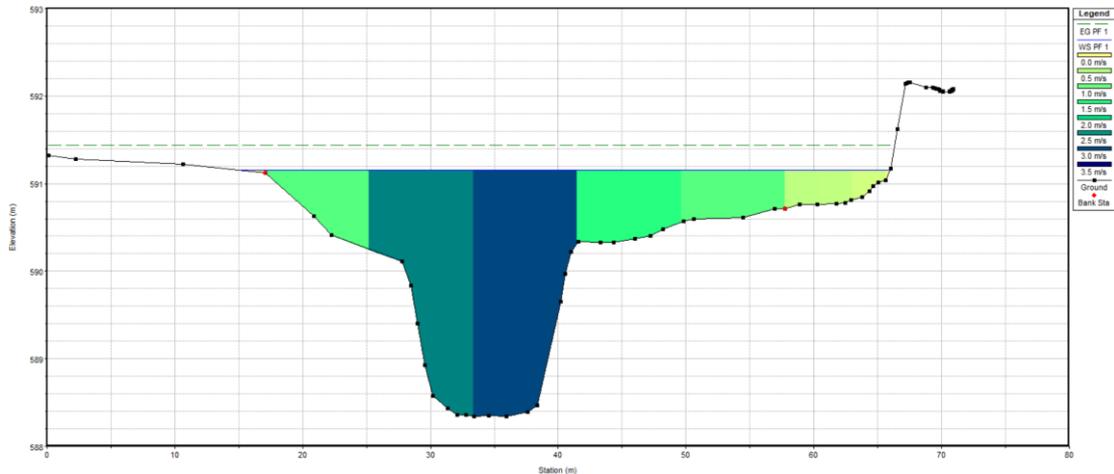


Imagen 32 Distribución de velocidades en sección transversal 1+790Km para un periodo de retorno de 100 años [Canales & Fienco, 2022]

En la Imagen 31 se evidenció la brusca contracción en el cauce, a través de un incremento de velocidades abrupto aguas abajo del perfil. Esto puede producir una socavación extrema en la margen derecha y fondo del río.

Por otro lado, en la Imagen 31 e Imagen 32 se demostró un desborde en la margen derecha, que concuerda con lo reportado por moradores del sector de Retiros de Charquiyacu. Cabe recalcar que, la sección en esta zona tiene una contracción crítica, en el cual existen viviendas entre las estaciones 45 y 60 aproximadamente 10 m aguas abajo.

En cuanto a la distribución de la velocidad se encontró que la máxima es 3.5 m/s en el fonde del río, mientras que en la margen desbordada es de 1.5 a 2 m/s. Por lo cual, es indispensable controlar el nivel y velocidades en cada sección y emplear una metodología apropiada para las voladuras de material rocoso, excavación, movimiento de tierras.



Imagen 33 Vista en planta abscisa 1+046Km; viviendas amenazadas por la socavación en la margen derecha. [Canales & Fienco, 2022]

Perfil 1+046km tramo medio, zona de riesgo en viviendas por socavación.

El cambio de dirección en el río incrementa las velocidades hacia el margen derecho del río. A través de la Imagen 33 se identificó la tendencia a producir socavación. Es así que, fue pertinente evaluar la distribución de velocidades y niveles de agua en dicho tramo.

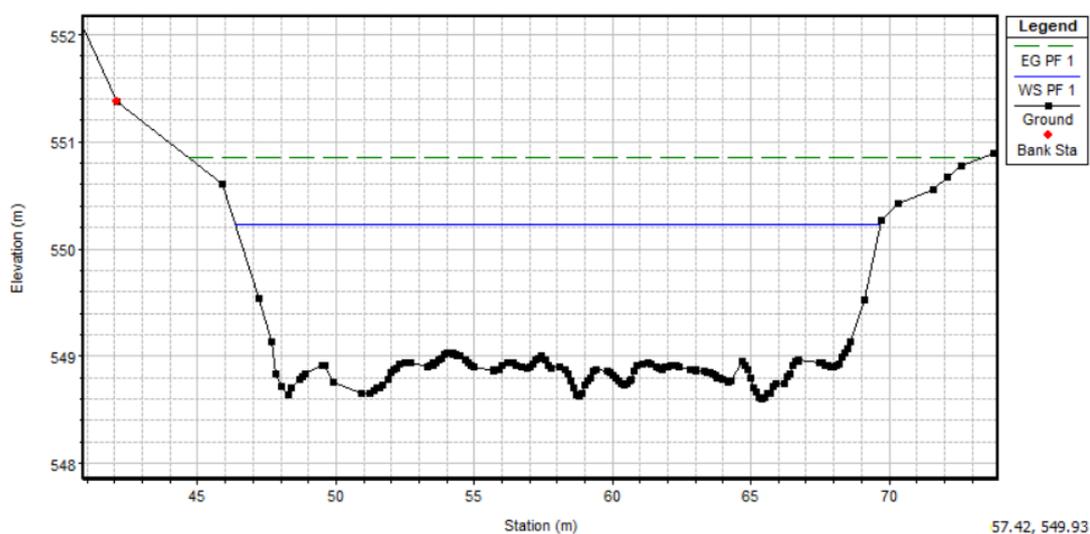


Imagen 34 Elevación de niveles de agua del perfil transversal 1+046Km para un periodo de retorno de 100 años [Canales & Fienco, 2022]

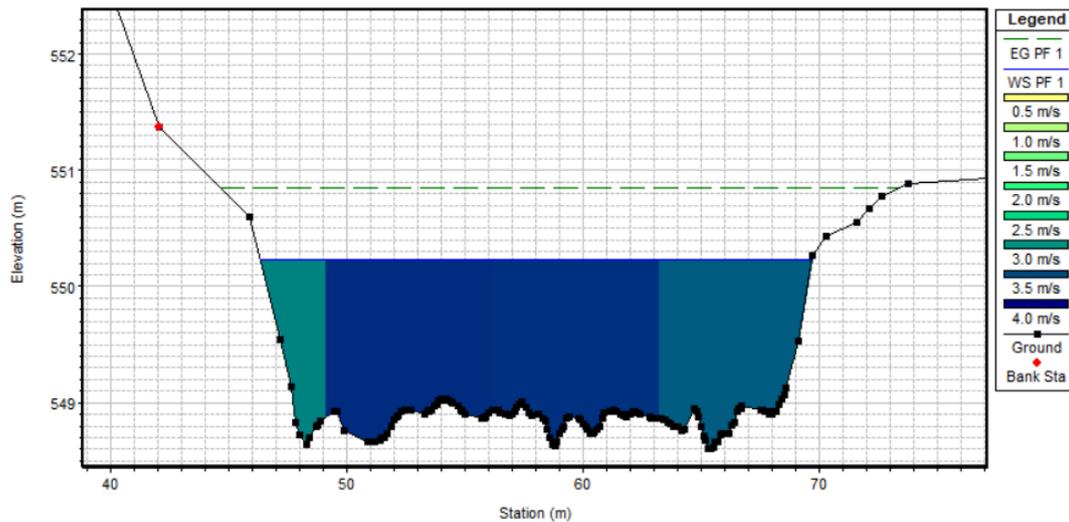


Imagen 35 Distribución de velocidades en sección transversal 1+046Km para un periodo de retorno de 100 años [Canales & Fienco, 2022]

El perfil de velocidades permitió corroborar la hipótesis de que se producirían velocidades máximas en el margen derecho del río. En contraparte, los niveles estimados del caudal no sobrepasan las cotas de los taludes existentes del terreno.

2.2.3.12.8. Metodología y métodos de análisis de socavación

Para evaluar la profundidad de socavación en los puntos de principal interés, se verificó el tipo de movimiento de partículas de la sección mediante los criterios de (Breusers & Raudkivi, 1971). Se determinó la velocidad de socavación en los puntos críticos, mediante los siguientes límites:

Si, $V < 0.5V_s$; no existe socavación

Si, $0.5V_s < V < V_s$, socavación limpia

Si, $V_s < V$, socavación de fondo móvil

Donde;

V: es la velocidad máxima del fondo del canal en el punto de interés;

V_s : es la velocidad de socavación

Para estimar la velocidad y profundidad de socavación general se empleó el método de Lischvan-Lebediev (1971), para suelos no cohesivos homogéneos. (Schreider et al., 2001)

Profundidad de socavación general:

$$H_s = \left(\frac{\alpha H_o^{\frac{5}{3}}}{0.68 d_m^{0.28} \lambda \varphi (H_s^x)} \right)^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde;

H_o : Es el tirante inicial del punto de análisis (m)

α : es el coeficiente de distribución de gasto; $\alpha = \frac{S_o^{0.5}}{n_{corregido}}$. Para la pendiente de fondo con el Manning de la sección corregido.

d_m : diámetro medio del material granular (mm)

λ : coeficiente de periodo de retorno; $\lambda = 0.0973 \log(T) + 0.79$. Considerando T como periodo de retorno de 100 años.

φ : coeficiente de material en suspensión(ton/m³); $\varphi = 1.51 \gamma_{mez} - 0.54$. Para gravedad específica del material granular mezclado.

x : exponente de variación del diámetro de material.

Para $x = -0.0089 \log^2 d_m - 0.041 \log d_m + 0.395$

Mientras que la velocidad crítica de socavación es:

$$V_s = 0.68 d_m^{0.28} \lambda \varphi (H_s^x)$$

A continuación, se muestra el perfil de socavación obtenido de la sección 1+040Km, el cual presenta un caudal de 118.2 m³/s con un período de retorno de 100 años, además con la consideración de los datos de material de fondo y márgenes obtenidos de los ensayos realizados. Se observa que existe una amenaza a las viviendas del sector. Por otro lado, se comprobó que el tipo movimiento de material es fondo móvil, ya que la velocidad de socavación es menor a la presente en la sección, y en las inmediatas superior e inferior.

Cabe recalcar que para la margen derecha se determinó una profundidad de socavación total de 2.1 m, mientras que en la margen izquierda fue 2.45 m y en el centro del cauce fue de 3.34 m.

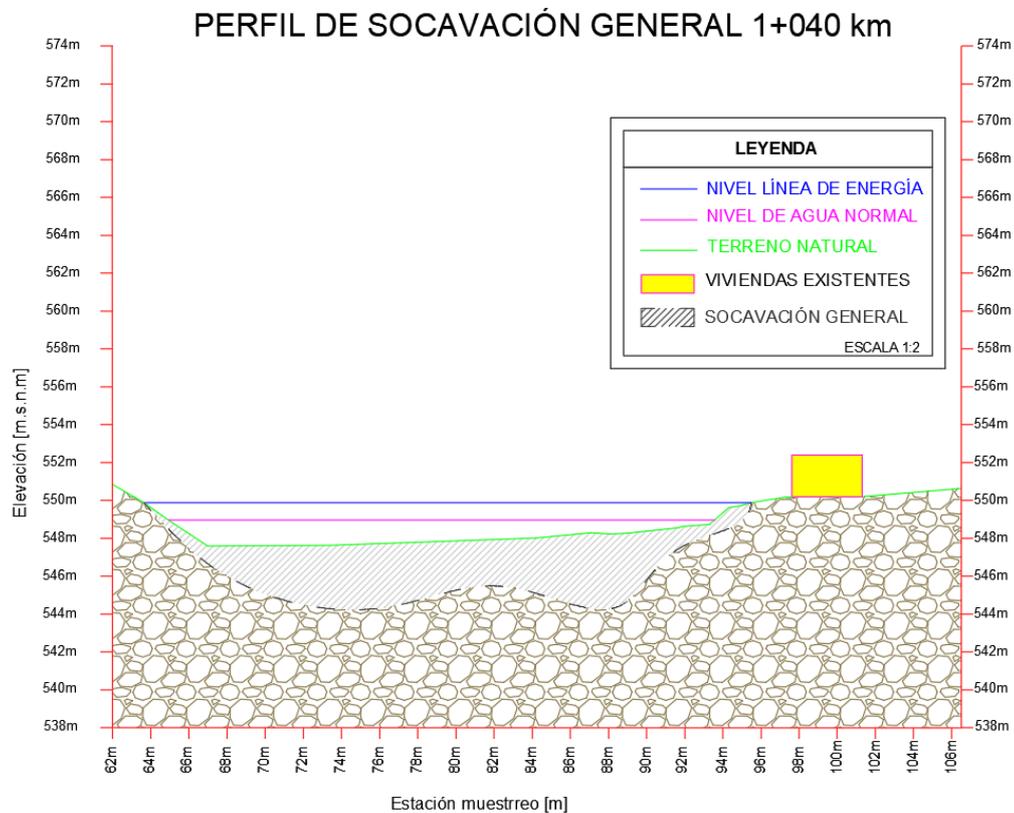


Imagen 36 Socavación general 1+040Km para un periodo de retorno de 100 años y $Q=118.2m^3/s$ [Canales & Fienco, 2022]

Por otro lado, al analizar la sección del puente, se encontró que la distribución de velocidades varía desde los 3 a los 4.4 m/s. No obstante velocidad de socavación para las márgenes y centro son menores a 1.48 m/s. Por lo cual, se definió que el tipo de movimiento de material fue de fondo móvil.

Mediante el método de Hire se estimó la socavación provocada por los estribos con taludes, dispuestos a un ángulo de 90° respecto a la trayectoria del río.

$$Y_{Sl} = 4 * Y_3 * K_{a1} * K_{a2} * F\tau_3^{0.53}$$

Donde:

Y_3 : Es el tirante aguas arriba y a corta distancia del puente (m)

K_{a1} : Coeficiente de forma de estribo, (Melville, 1992; FHWA, 2001)

K_{a2} : Coeficiente por corrección de inclinación del puente; $K_{a2} = \left(\frac{90^\circ}{\theta}\right)^{0.13}$

θ : es el ángulo de inclinación del puente ($^\circ$)

F_{r3} : El número de Froude, aguas arriba y a corte distancia del puente.

Por otro lado, para estimar la socavación general en el centro y márgenes del puente se aplicó también la metodología de Lischtvan-Lebediev. El resultado del perfil de socavación se muestra en la Imagen 37.

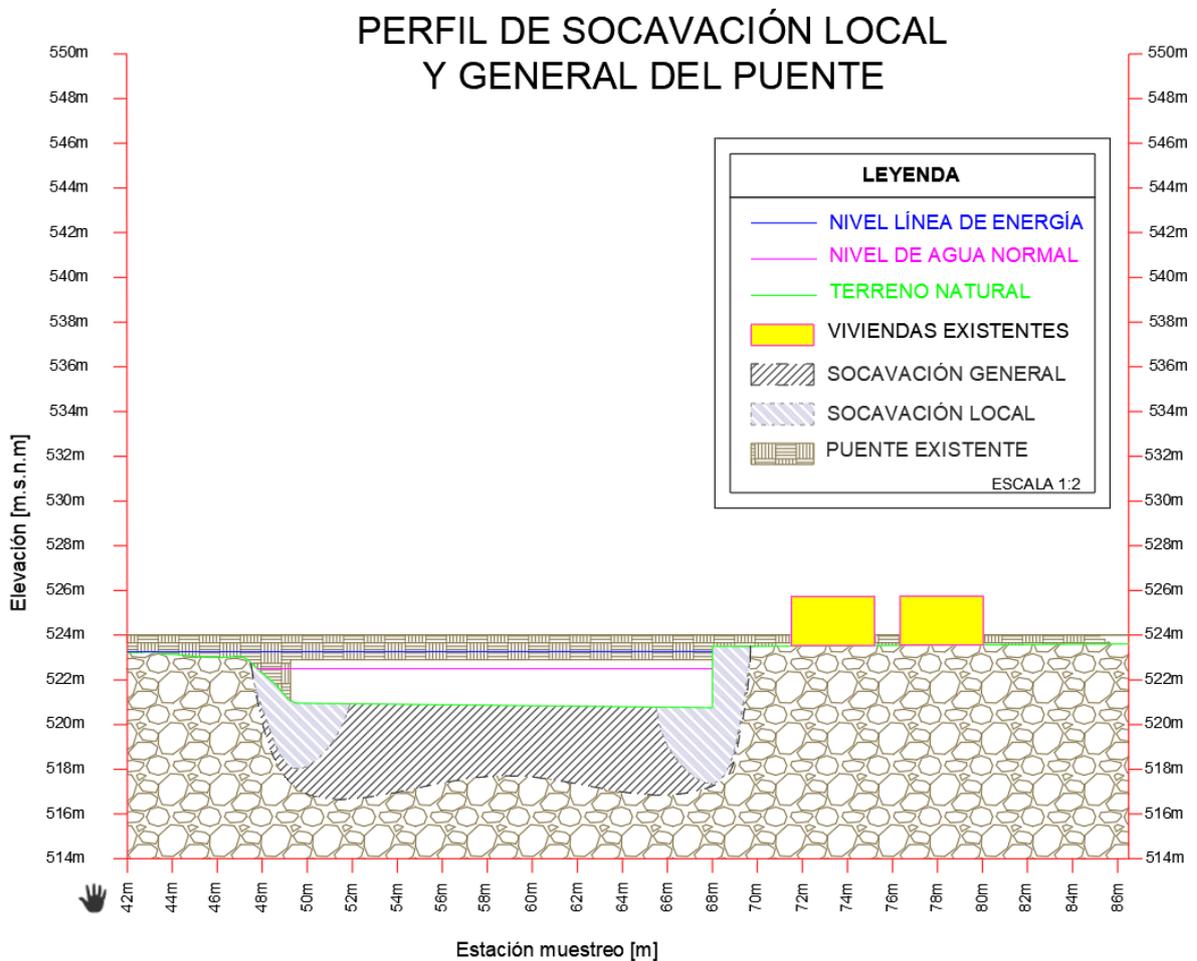


Imagen 37 Socavación general y local del puente para periodo de retorno de 100 años y $Q=118.2\text{m}^3/\text{s}$ [Canales & Fienco, 2022]

Los cálculos de las estimaciones de socavación para cada uno de los puntos se las encontrará en la sección de apéndice A9.

2.2.3.13. Rectificación el cauce mediante voladura con micro retardo en el sector de Retiros de Charquiyacu

Se encontró en la literatura y en el mercado la Goma-2 Eco para el uso de explosivos en minería de cielos abiertos y en voladura de material rocoso (Muñoz, 2011; Sanz & Santamaría, 1993). Consiste en aplicar un retardante en la mecha que actúa como relé o temporizador, que sincronizada con más cargas de explosivos proporciona la energía necesaria para la fractura de la roca.

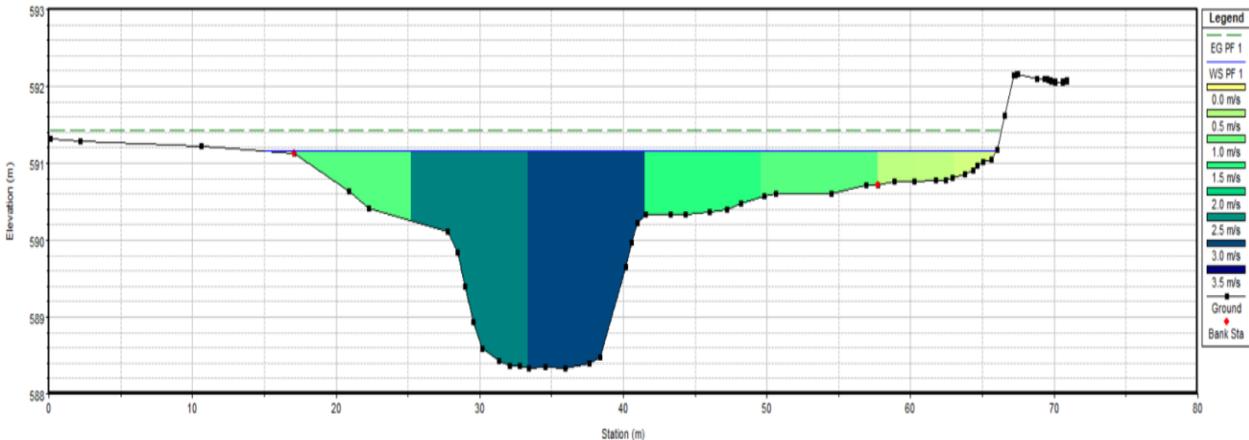


Imagen 38 Nivel y velocidades de la sección 1+793km; sector Retiros de Charquiyacu para periodo de retorno de 100 años y $Q=118.2m^3/s$ [Canales & Fienco, 2022]

En la Imagen 38 se visualiza la geometría actual de la sección 1+793 Km donde se produce un estrangulamiento por la roca existente entre las estaciones 37 hasta a la 45. Mientras que al evaluar el comportamiento dinámico del agua se encontró que el nivel sobrepasa las alturas de la roca, lo que produce el aumento de velocidades aguas abajo. Esta situación pondría en peligro las viviendas ubicadas a aproximadamente 15 m de la roca hacia aguas abajo. Por lo cual, se debe ejecutarse la voladura de la roca considerando la geometría óptima en la sección.

2.2.3.14. Análisis geotécnico

2.2.3.14.1. Caracterización geológica geotécnica

La población de Charquiyacu y el río del mismo nombre se encuentran emplazados sobre un batolito ígneo de granodiorita perteneciente a la edad cenozoica. Dicha estructura geológica de grandes dimensiones determina que gran parte de la cuenca de drenaje de interés, este incluida, en tanto que en los entornos (en las partes más altas de la cordillera de Los Andes) también está presente la Formación ígnea Macuchi.

Los materiales rocosos que se visualizan en el cauce son en un alto porcentaje granodioritas (del batolito) y algunas en menor cantidad son andesitas (Formación Macuchi). Todos estos materiales son de gran dureza, resistencia y de densidades superiores a 2900 Kg/m^3 , por lo que pueden ser procesados y utilizados ya que son los mejores materiales pétreos para la construcción.

Se puede diferenciar dos tipos de depósitos de materiales. En el cauce actual se tienen rocas redondeadas muy grandes, grandes, medianas, boleos y arenas medias; por lo que se denomina **depósito aluvial actual** ya que es arrastrado por los caudales. Evidentemente los cuerpos rocosos más grandes sólo pueden ser movilizados en las grandes avenidas y en algunos sitios, se observa enormes y pesados bloques que aparentan estar fijados o anclados al fondo del cauce. Los bloques de tamaños menores que un metro pueden ser movilizados por las crecientes y pueden impactar los taludes de las riberas y también construcciones como el puente vial.

Bajo y a los costados del depósito aluvial actual, se tiene el **depósito aluvial antiguo** que es un paquete de materiales pétreos consolidados. Lo que se tienen desde los bordes del río hacia los lados se encuentra más consolidado por la presencia de suelos que actúan como cementantes, debido a la meteorización se tiene inclusive capas de suelo superficiales sobre los paquetes rocosos consolidados. Ver Imagen 39.

PERFIL GEOLÓGICO TRANSVERSAL AL CAUCE

Abscisa 1+769

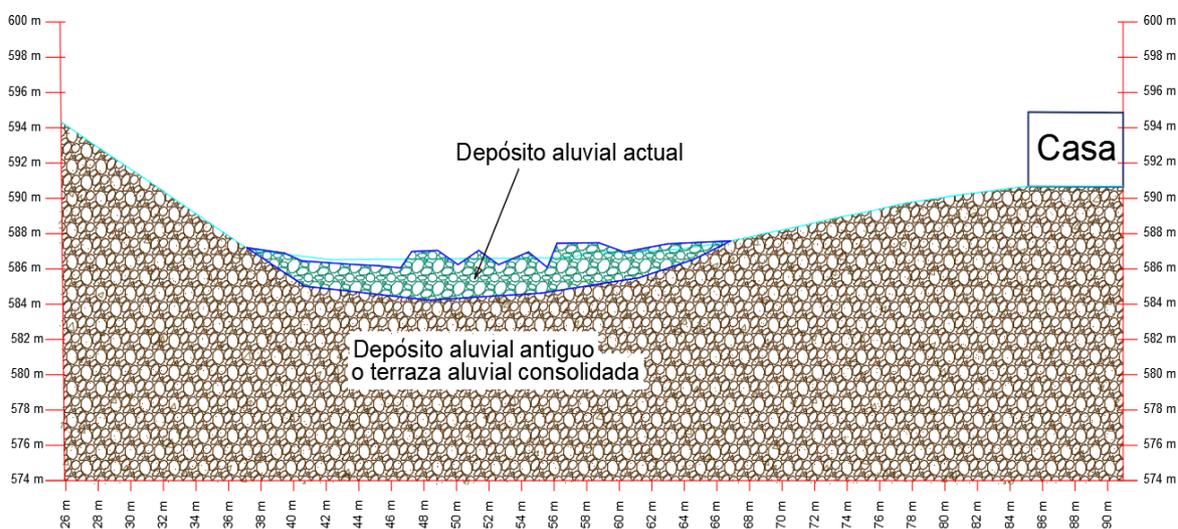


Imagen 39 Perfil geológico transversal de río Charquiycu. El batolito ígneo se encuentra a mayor profundidad (Chávez, 2022)

La terraza aluvial consolidada puede ser erosionada por los caudales cuando existe una tendencia de cambio de cauce. Bajo la terraza aluvial consolidada se debe tener el macizo rocoso ígneo de roca granodiorita.

2.2.3.14.2. Datos sísmicos

Según la NEC-2015, Ecuador está dividido en 6 zonas sísmicas basados en el factor Z. El cuál es la representación de la aceleración máxima en roca que se producirá ante un movimiento sísmico, en función de la gravedad (g).

De acuerdo con la cercanía que presenta el sector de Charquiycu con las poblaciones registradas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015) se seleccionó un valor de z igual a 0.35g

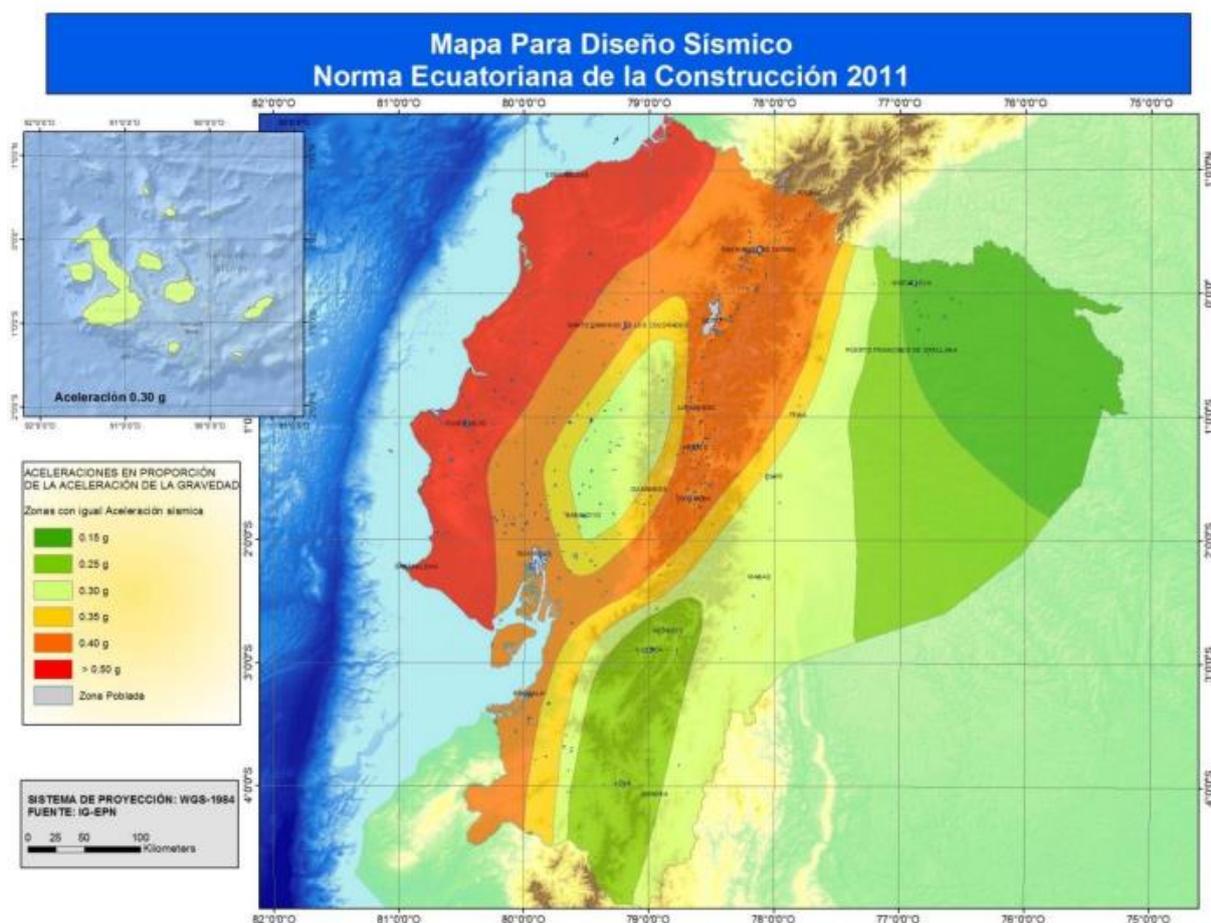


Imagen 40 Mapa de zonas sísmicas para diseño y valor del factor de zona Z (NEC, 2015)

Con el valor Z definido, se fijó la zona sísmica y caracterización de peligro sísmico que se encuentra categorizado Charquiyaquí. Para lo cual el sitio de estudio pertenece a una zona sísmica clasificada grado IV con una peligrosidad sísmica alta.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Imagen 41 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada (NEC, 2015)

2.2.3.14.3. Parámetros geológicos

Acorde con las características de toda la cuenca Caluma, la cual tiene estratificación variada se seleccionó un tipo de suelo tipo D. No obstante, en el sector de Charquiyacu, debido a la presencia de un gran macizo rocoso que es parte de un intrusivo ígneo, la clasificación del perfil resulta tipo B. Para simular una condición crítica, se asume la clasificación tipo D para el diseño sísmico.

2.2.3.14.4. Coeficiente de ampliación de suelo en la zona de periodo cortó

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F	Clasificación de los perfiles de suelo y la sección					

Imagen 42 Tipo de suelo y Factores de sitio F_a (NEC, 2015)

Para la verificación del sistema de anclajes continuos inyectados para el diseño de los estribos del puente y el diseño del muro se selecciona un coeficiente de ampliación de suelo de $F_a=1.25$ (D y IV).

2.2.3.14.5. Diseño sísmico a largo plazo

Para el diseño sísmico se considera las recomendaciones de Mononobe-Okabe, según las especificaciones de la NEC. Este análisis de demanda sísmica horizontal (k_h) se define con la siguiente ecuación:

$$a_{max} = Z * F_a \quad (2.10)$$

$$a_{max} = 0.35 * 1.25 = 0.438g$$

$$k_h = 0.60 * \frac{a_{max}}{g} \quad (2.11)$$

$$k_h = 0.60 * \frac{0.438g}{g} = 0.263$$

$$k_v = 0.30 * k_h \quad (2.12)$$

$$k_v = 0.079$$

2.2.3.14.6. Factores de Seguridad

Los factores de seguridad descritos en el NEC para diseños geotécnicos y de cimentaciones aseguran diseños geotécnicos funcionales en las construcciones nacionales. El diseño de un muro tipo cantiléver y el diseño de los estribos requiere la revisión de su propia estabilidad interna.

Además, se debe asegurar externamente su estabilidad mediante el control de deslizamientos en su base, control de volcamiento, análisis de capacidad portante, control de asentamientos y análisis de la estabilidad global del sistema. Para ello, se necesita el cumplimiento de los factores de seguridad detallados en la

Para ello, se empleó los factores de seguridad de la sección detallados en Imagen 43 e Imagen 44

CONDICIÓN	CONSTRUCCIÓN	ESTÁTICO	SISMO	PSEUDO ESTÁTICO
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de:				
Momento Resistente/Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≤ 1/6	≤ 1/6	Diseño	≤ 1/4
Capacidad Portante				
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00

Imagen 43 Factores de seguridad indirectos mínimos (NEC, 2015)

CONDICIÓN	F.S.I.M. ADMISIBLE
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño pseudo estático	1.5

Imagen 44 Factores de seguridad indirectos mínimos. Capacidad de carga (NEC, 2015)

2.2.3.14.7. Análisis de estabilidad de taludes

Para la verificación del muro con anclajes continuos inyectados y los estribos con anclajes continuos inyectados se empleó el software GEO5. Ambos diseños se verificaron con el programa adecuado de construcción tanto para volcamiento como para deslizamiento. Además, se aplicó un reforzamiento para que el dimensionamiento sea satisfactorio. Por último, se empleó diversos métodos para comprobación de la estabilidad global de los diseños, los cuales fueron: Bishop (1955), Fellenius (1927), Spencer (1967), Janbu (1954), Morgenstern-Price (1965).

Debido a la estratificación de la zona de Charquiyacu las verificaciones de volcamiento y deslizamiento resultaron en 56% y 25%. Dichos porcentajes están por debajo del 100%, el cual representa la máxima capacidad con la cual se está diseñado el muro. Por parte, del análisis de estabilidad se pudo evidenciar que el sistema de anclajes continuos inyectados sumado con la estratificación de la zona garantiza un valor superior al factor de seguridad permitido $FS=1$ para análisis de estabilización de taludes infinitos (GEO, 1984).

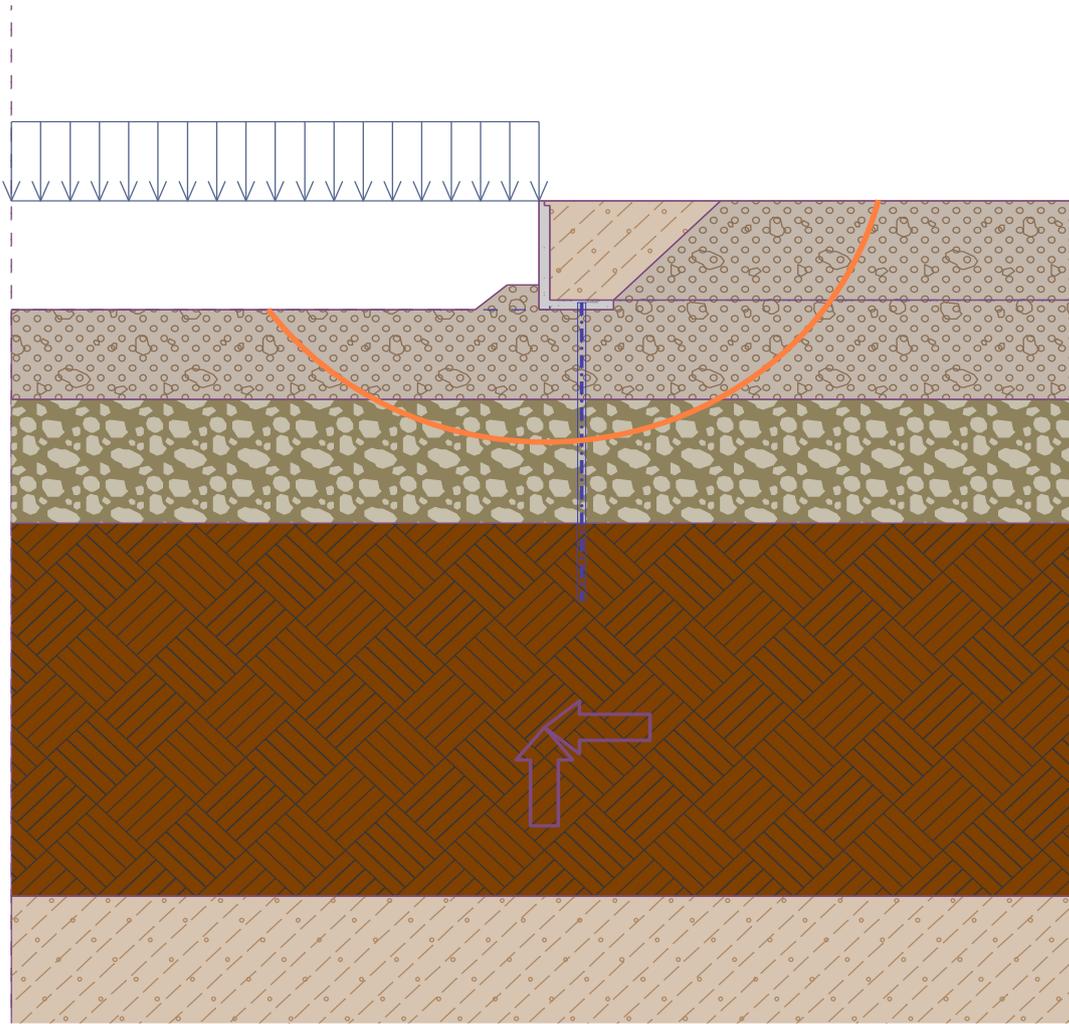


Imagen 45 Diseño de muro con anclaje continuos inyectados [Canales & Fienco, 20022]

Para la verificación del diseño del sistema de anclajes continuos inyectados en los estribos de la propuesta del nuevo puente también se utilizó el software GEO5. Los resultados mostraron que implementar un sistema de anclajes continuos inyectados en los estribos del puente minimiza las posibles fallas existentes tanto por vuelco como por deslizamiento. Asimismo, el análisis de estabilización global reflejó un factor de seguridad superior a lo establecido por las normas nacionales e internacionales.

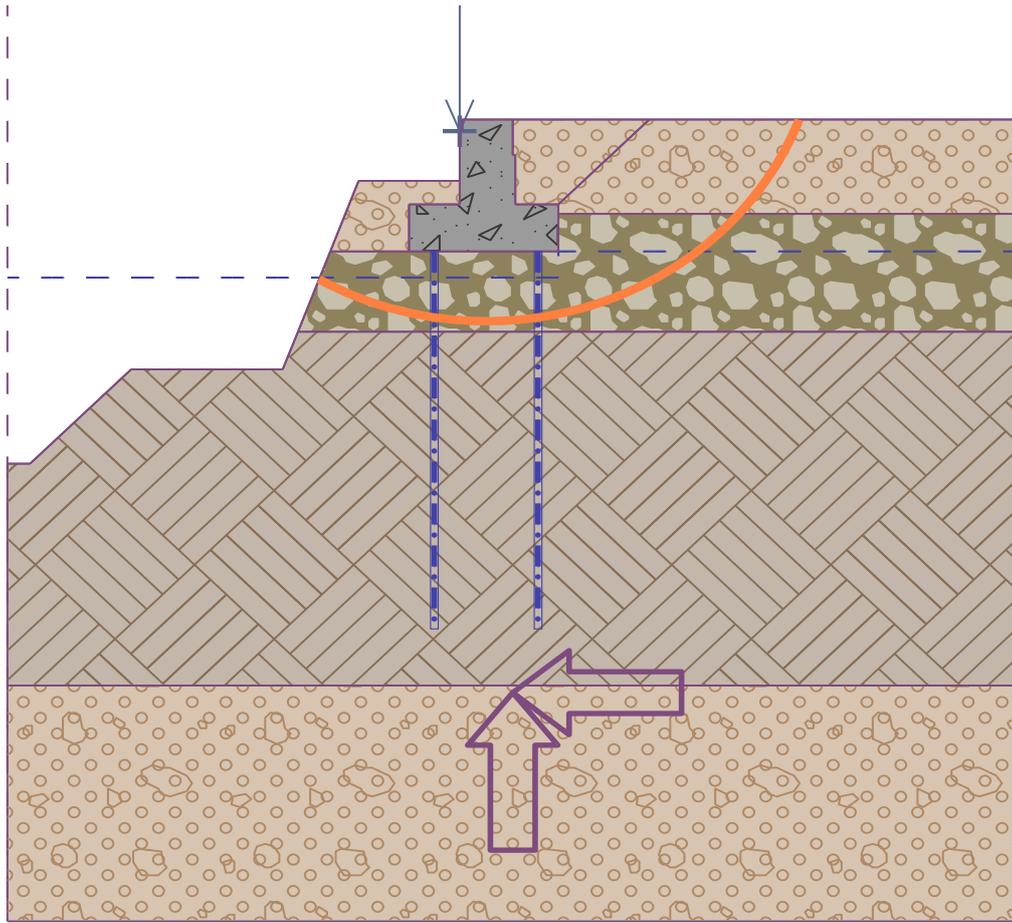


Imagen 46 Diseño de estribos con anclaje continuo inyectados [Canales & Fienco, 2022]

El diseño de cada uno de los elementos de contención será detallado de mejor manera en el siguiente capítulo.

2.2.3.15. Metodología LRFD para puentes

Las consideraciones de diseño para la propuesta del nuevo puente vehicular en Charquiyacu están fundamentadas en la normativa AASHTO LRFD 2017. El diseño geotécnico fue contemplado al modelo ASD. Los factores de seguridad fueron los establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción Geotecnia y Cimentaciones.

2.2.3.15.1. Diseño de Losa

La losa del puente se diseñó bajo los criterios de la AASHTO LRFD 2017. Tanto el método de los estados límites de resistencia como los cálculos se muestran en el Apéndice A1.

2.2.3.15.2. Voladizo del tablero

Los cálculos correspondientes al voladizo del tablero correspondientes a los extremos laterales del puente se ejecutaron para cumplir con los requerimientos del AASHTO LRFD 2017. Su desarrollo se muestra en el Apéndice A2.

2.2.3.15.3. Diseño de viga de acero bajo esfuerzo a flexión

El diseño de la viga a flexión, propiedades geométricas y el acero de refuerzo que garanticen el cumplimiento de los requisitos mínimos acorde a la AASHTO LRFD 2017, se encuentran en el apéndice A3

2.2.3.15.4. Diseño de viga de acero bajo esfuerzo de corte

La verificación del cumplimiento de las vigas al estar sometidas a un esfuerzo cortante se detalla en el apéndice A4.

2.2.3.15.5. Verificación de estados límites de servicio

La comprobación del funcionamiento de las vigas según los estados de elasticidad y plasticidad en el refuerzo de acero se muestra en el apéndice A5.

2.2.3.15.6. Diseño de estribos

El diseño y comprobación del funcionamiento de los estribos acorde con la norma AASHTO LRFD 2017, lo cual comprende las fuerzas externas de los estribos y el refuerzo de acero se detallan en el apéndice A6

2.2.3.15.7. Asentamiento

El cálculo del asentamiento que experimentara cada estribo se especifica en el apéndice A7

2.2.3.15.8. Estabilización de Taludes.

Los resultados obtenidos posterior al análisis de estabilización de taludes en el programa GE05, los cuales estuvieron establecidos bajo los factores de seguridad NEC Geotecnia y Cimentaciones se detalla en el apéndice A8.

2.3. Análisis de alternativas

De acuerdo con las necesidades del cliente se propuso las siguientes alternativas que serán evaluadas y seleccionadas acorde al grado de afinidad y factibilidad que represente:

A) Alternativa A

Rectificación geométrica de secciones en sectores críticos del cauce.

Esta opción consiste en corregir secciones del cauce, en las cuales se evidencia un estrangulamiento del río. Mediante trabajos de maquinaria se proyecta remediar las afectaciones provocadas por las invasiones de viviendas en la margen superior. Pero una consecuencia de esta alternativa implica el desalojo y reubicación de las viviendas que se encuentran en el área de invasión. El impacto ambiental considerado conlleva a una modificación de la sinuosidad y caudal del río.

B) Alternativa B

Tratamiento de consolidación a las riberas del río por sistemas de anclajes continuos inyectados.

Al aplicar un tratamiento de consolidación a las riberas permite minimizar las socavaciones provocadas por la dinámica fluvial presente en el río. Los factores de evaluación que destacan son: la seguridad para los pobladores, la vida útil de la propuesta, y el reducido mantenimiento. Sin embargo, la estimación de costo inicial es alta.

C) Alternativa C

Tratamiento de consolidación en las riberas del afluente por sistemas de anclajes continuos inyectados y rectificación geométrica de secciones en sectores críticos del cauce.

Es resultado de la combinación de las alternativas anteriores. Se pretende modificar la geometría del cauce en las zonas de donde se evidencie un estrangulamiento. Sin embargo, al aplicar el tratamiento de consolidación por inyecciones de hormigón, no sería necesario el desalojo y reubicación de los pobladores invasores de la margen superior del río. Además, el período de vida útil de la obra permitirá que el avance erosivo anual sea mínimo.

2.4. Selección de alternativas

Para seleccionar la alternativa se recurrió a la evaluación de cada una de las alternativas propuestas en una matriz. Sus criterios representan los ejes de dirección conforme a los requerimientos del cliente, de forma técnica, económica, segura, y de menor impacto ambiental.

2.4.1. Selección de alternativa de solución por el método de Likert

El método permite evaluar en base a criterios establecidos, la factibilidad en el desarrollo de una solución mediante el uso de preguntas sencillas que pueden ser respondidas en un rango de respuestas (Maurer & Pierce 1998).

Tabla 9 Parámetros de evaluación para alternativas. [Canales & Fienco, 2022]

Escala de Likert	
Calificación	Ponderación
Muy negativo	1
Negativo	2
Neutro	3
Positivo	4
Muy positivo	5

Tabla 10 Matriz de evaluación de alternativas. [Canales & Fienco, 2022]

Criterios	Puntaje	Alternativas		
		A	B	C
Seguridad	5	2	4	5
Tiempo de ejecución	5	4	4	2
Efectividad	5	2	3	5
Costo	5	4	3	1
Mantenimiento	5	2	3	5

Grado de innovación	5	1	3	4
Menor impacto ambiental	5	2	3	5
Beneficio a la comunidad	5	2	3	5
Menor uso de recursos no renovables	5	3	3	5
Vida útil	5	2	3	5
Total	50	2	29	37

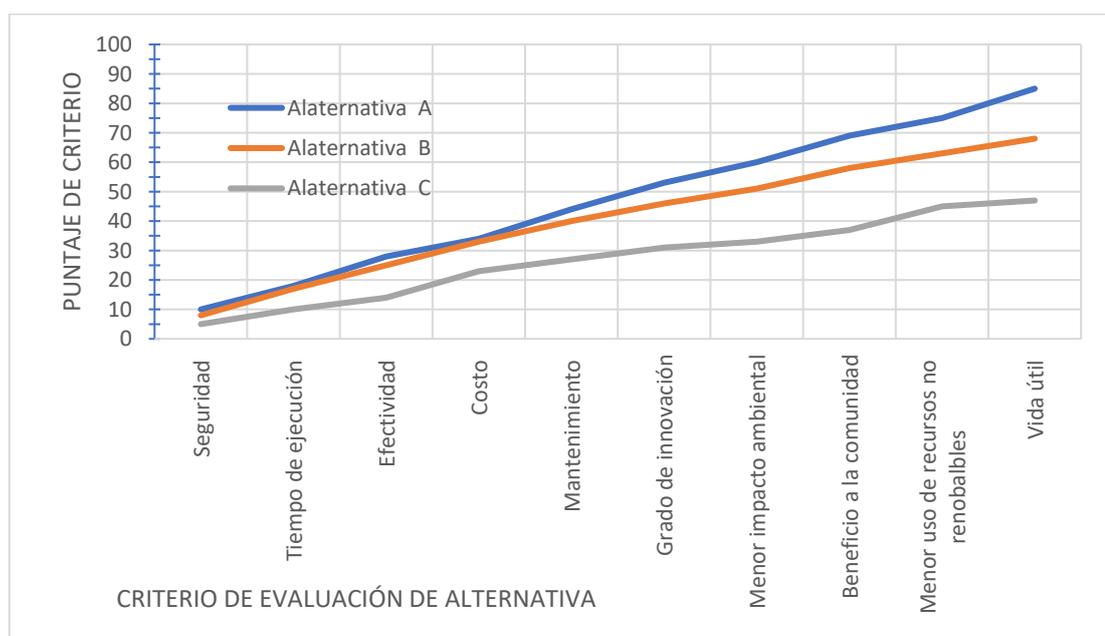


Gráfico 13 Criterios de evaluación de las alternativas [Canales & Fienco, 2022]

2.4.2. Criterios de evaluación de alternativa

Se estableció 5 criterios para la evaluación de las alternativas de solución. A cada criterio se le asignó un peso de evaluación, en este caso se priorizó la economía, seguridad y el impacto ambiental.

En la Tabla 11 se muestra el detalle de la evaluación de la solución. Además, especifica algunos de las restricciones que conlleva la aplicación de esta alternativa. En este caso, la solución se ve limitada con respecto al mantenimiento y el carácter social, porque se debe desalojar a los habitantes asentados en la margen derecha del afluente.

Tabla 11 Criterios de evaluación para alternativa A [Canales & Fienco, 2022]

Criterio de Alternativa A									
No	Criterio	Peso %	Escala					Porcentaje de valor	Restricciones
			1	2	3	4	5		
1	Economía	35%					X	28%	1.- Mantenimiento frecuente para el control de desplazamiento de los márgenes del río en los puntos críticos. 2.- Costos constantes por equipos, maquinarias y mano de obra calificada. 3.- Reubicación de viviendas situadas en puntos críticos donde se requiere realizar la rehabilitación del río.
2	Vida útil	10%		X				4%	1.- Mantenimiento frecuente. 2.- Periodos de diseño muy cortos
3	Seguridad	20%			X			12%	1.- Amenaza frecuente al bienestar de las personas que habitan en las riberas del río.
4	Impacto ambiental	20%		X				8%	1.- Contaminación frecuente por el movimiento de tierras en el cauce del río. 2.- Modificación de la sinuosidad del río.

							3.- Afectación de ecosistemas y habitades existentes en el río
5	Impacto social	15%			X	12%	1.-Reubicación de grupos familiares en asentados en la margen superior del río.
Totales		100 %				64%	

La

Tabla 12 especifica el porcentaje de valor asignado y las restricciones en la aplicación de esta alternativa. Se destacó el factor económico debido a la inversión inicial y los estudios previos que se deben efectuar.

Tabla 12 Criterios de evaluación para alternativa B [Canales & Fienco, 2022]

Criterio de Alternativa B									
Número	Criterio	Peso %	Escala					Porcentaje de valor	Restricciones
			1	2	3	4	5		
1	Economía	35%			X		21%	1.- Costos iniciales altos. 2.- Estudios geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos especializados.	
2	Vida útil	10%				X	8%	1.- No existe control de la sinuosidad del río. 2.- Desgaste de estructura por bajo mantenimiento de las márgenes del río	

3	Seguridad	20%				X	16%	
4	Impacto ambiental	20%			X		12%	1.- Requiere rehabilitación de zonas afectadas por la construcción. 2.- Uso de grandes cantidades de recursos no renovables.
5	Impacto social	15%			X		12%	Oposición de la comunidad a la construcción de soluciones técnicas no tradicionales.
Totales		100%					69%	

Por último, la Tabla 13 señala la alternativa con el mejor porcentaje de valor. Esta opción al ser una combinación de las dos anteriores soluciona las restricciones en el criterio de vida útil y en el impacto social. Pero aun así posee limitaciones en el factor económico e impacto ambiental, debido al efecto en el medio ambiente de la zona. Aun así, es una solución factible con poco mantenimiento y alta durabilidad.

Tabla 13 Criterios de evaluación para alternativa C [Canales & Fienco, 2022]

Criterio de Alternativa C									
Número	Criterio	Peso %	Escala					Porcentaje de valor	Restricciones
			1	2	3	4	5		
1	Economía	35%			X			21%	1.- Costos iniciales altos. 2.- Estudios geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos especializados.
2	Vida útil	10%					X	10%	
3	Seguridad	20%				X		16%	
4	Impacto ambiental	20%			X			12%	1.- Requiere rehabilitación de zonas afectadas por la construcción.

							2.- Uso de grandes cantidades de recursos no renovables.
5	Impacto social	15%				X	Oposición de la comunidad a la construcción de soluciones técnicas no tradicionales.
Totales		100%				74%	

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO Y ESPECIFICACIONES

Considerando la alternativa seleccionada “Tratamiento de consolidación en las riberas del afluente por sistema de anclajes continuos inyectados y rectificación geométrica de secciones en sectores críticos del cauce”, se plantea la aplicación de soluciones en 3 zonas críticas identificadas previamente:

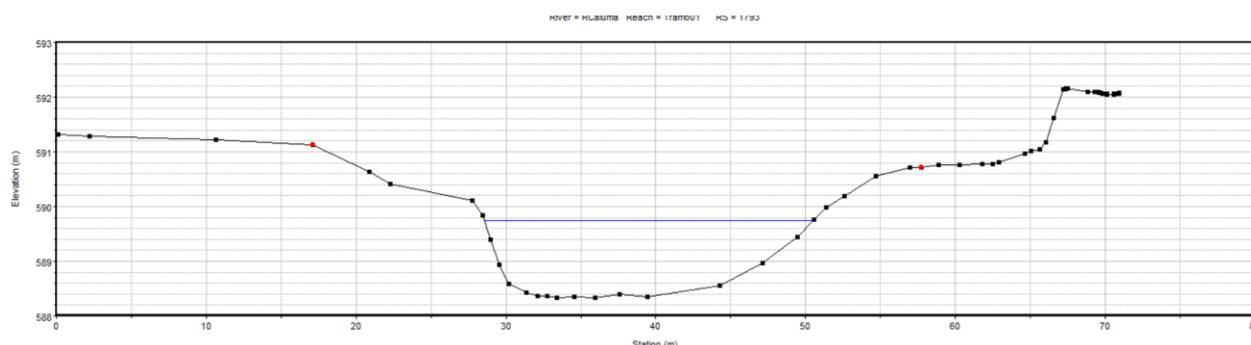
- Rectificación geométrica del cauce con voladura de roca en el sector de Retiros de Charquiyacu.
- Diseño de muro con un sistema de anclajes continuos inyectados.
- Diseño de un puente vehicular en la comunidad de Charquiyacu con una luz mayor y con anclajes continuos inyectados en los estribos de este.

3.1. Rectificación del cauce en Retiros de Charquiyacu.

Para solucionar el estrangulamiento que existen en el sector de Retiro de Charquiyacu, se propone eliminar un promontorio rocoso de un tamaño considerable que afecta al cauce del río. Al aplicar una excavación por voladura, se prevé el desalojo de aproximadamente 32.56 m³

Para determinar el actuar dinámico del río en la sección en la que se propone ampliar, se estimó que el cauce contará con un ancho de 23m de ancho para la sección 1+793Km. Por otra parte, la altura promedio del agua será de 1.40m, para lo cual se considera un caudal de 118.2m³/s. Al ampliar la sección, se estimó que las velocidades se redujeron al 60% respecto a las iniciales.

Finalmente, se determinó la sección óptima presentada en la siguiente Imagen 47:



3.2. Diseños de muro con sistema de anclajes continuos inyectados

El muro propuesto para las múltiples funciones establecidas contempla la siguiente geometría en su diseño: una altura de 2.70 m, ancho de la zapata de 1.40 m, con espesores de 0.20 m y una longitud de 15 m. Con se ha mencionado con anterioridad los muros estarán ubicados entre las abscisas 1+031 km hasta 1+046 km con respecto al abscisaje establecido.

Se consideró una lechada de hormigón bombeada a presión alrededor de las barras de acero, esto permitirá una trabazón entre el estrato rocoso del suelo y el material cementante de resistencia de 280 kg/cm².

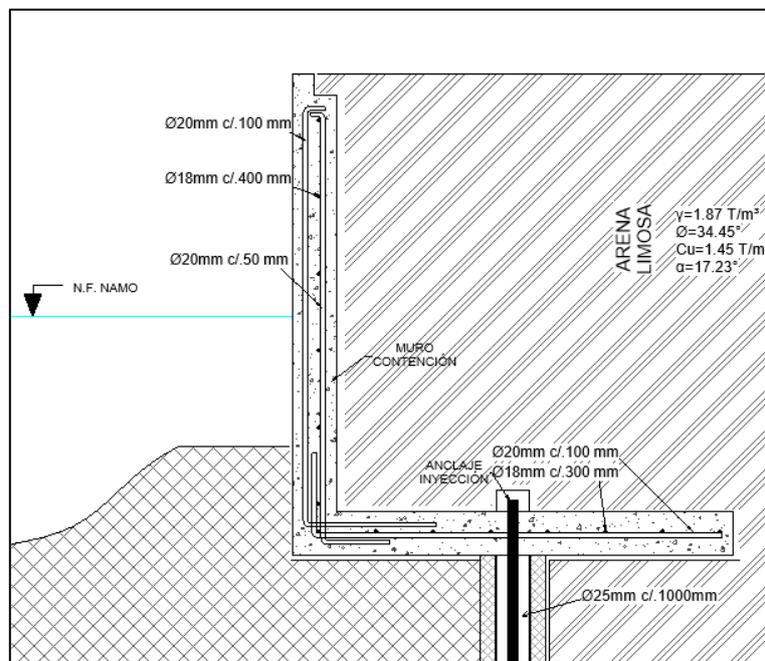


Imagen 48 Diseño de muro de protección con anclaje continuo inyectado [Canales & Fienco, 2022]

3.2.1. Verificación del muro sin sistema de anclajes continuos inyectados

La verificación del diseño de muro se realizó en el software GEO5. Primero se analizó el muro sin el sistema de anclaje, a continuación, se describe su respectivo análisis. En la Imagen 49 se detalló las fuerzas actuantes registradas en el diseño del muro, también la verificación ante vuelco y deslizamiento. Allí es posible apreciar que en dichas condiciones el muro es susceptible a volcamiento, pues el valor sobrepasa la capacidad

que el muro puede soportar (109.8%). Por esta razón se necesitó diseñar e implementar un sistema con anclajes continuos inyectados.

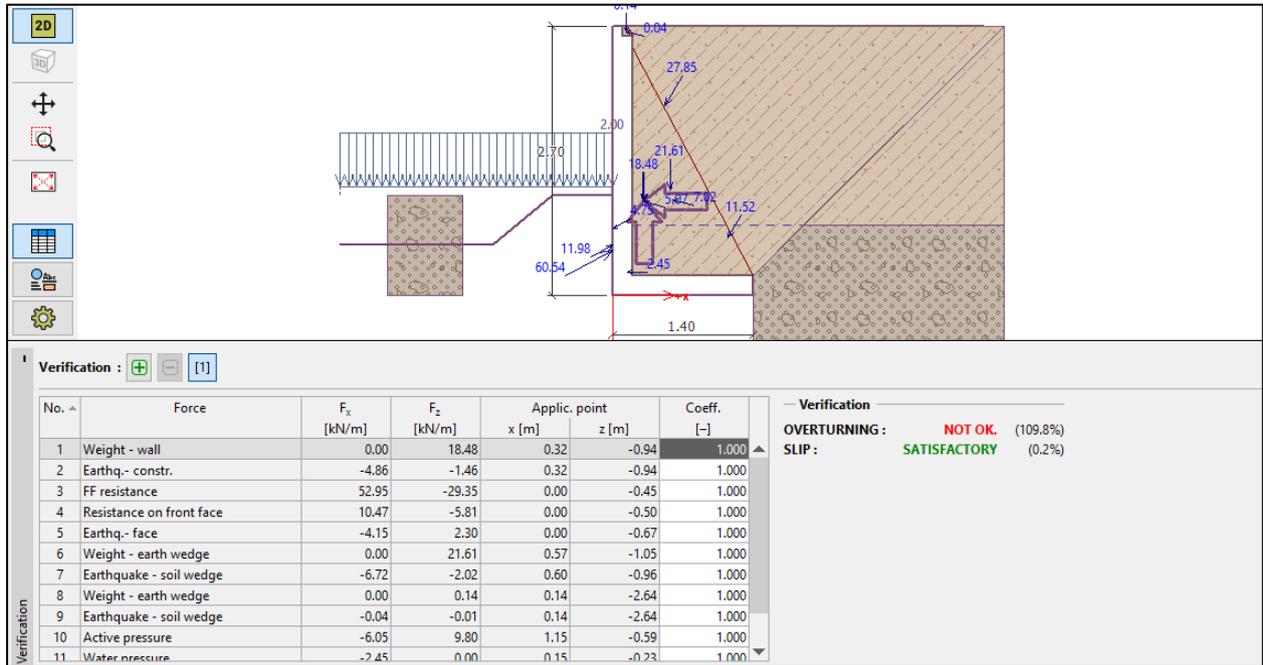


Imagen 49 Resultados de las fuerzas actuantes en el muro sin anclajes [Canales & Fienco, 2022]

El muro sin el sistema de anclajes continuos inyectados falla por volcamiento lo cual se mostró reflejado en el factor de seguridad de calculado de 2.73 debajo de lo permitido que es 3 según con la NEC (2015), lo que indicó que el momento resistente es menor que el actuante o solicitante.

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 40.58 \text{ kNm/m}$

Overtuning moment $M_{OVR} = 14.85 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 2.73 < 3.00

Wall for overturning is NOT SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 31.87 \text{ kN/m}$

Active horizontal force $H_{act} = -25.44 \text{ kN/m}$

Safety factor = 1000.00 > 1.50

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is NOT SATISFACTORY

Imagen 50 Verificación completa de muro en GEO5 [Canales & Fienco, 2022]

Para el análisis de estabilidad global los métodos seleccionados resultaron en un factor de seguridad superior al admisible según la norma nacional NEC (2015) e internacionales. Con el propósito de corregir y garantizar el funcionamiento del muro, se consideró implementar un sistema de anclaje continuo inyectado en la zapata de este.

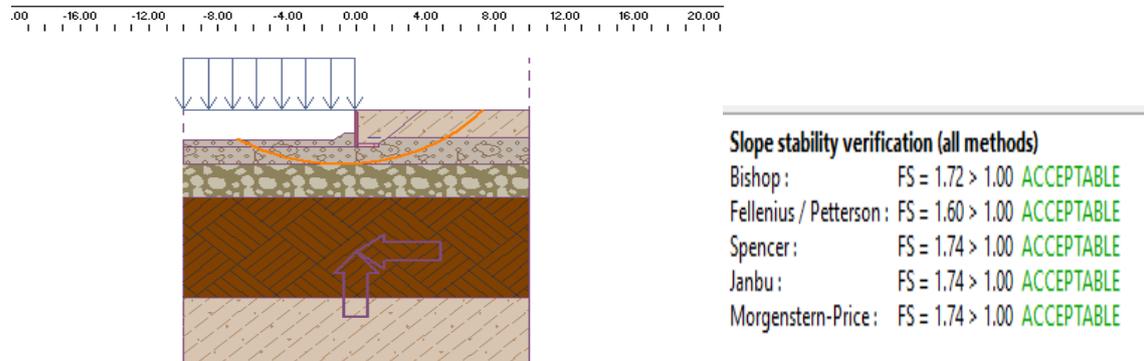


Imagen 51 Resultados de estabilidad de talud global [Canales & Fienco, 2022]

3.2.2. Verificación del muro con sistema de anclajes continuos inyectados

Para solucionar el riesgo a un volcamiento analizado con anterioridad se añadió anclajes continuos inyectados en la zapata del muro, con un diámetro de perforación de 150 mm mediante un taladro de perforación rotacional.

En el refuerzo de acero se utilizó varillas de acero corrugado de 25 mm, con una resistencia de fluencia de 420 MPa, el recubrimiento de lechada de concreto tiene una resistencia de 28 MPa.

La profundidad de perforación para el anclaje se estimó en 6 metros por debajo de la zapata del muro, hasta llegar a uno de los macizos rocos. A continuación, se detalla los resultados de la verificación del muro con anclajes continuos inyectados.

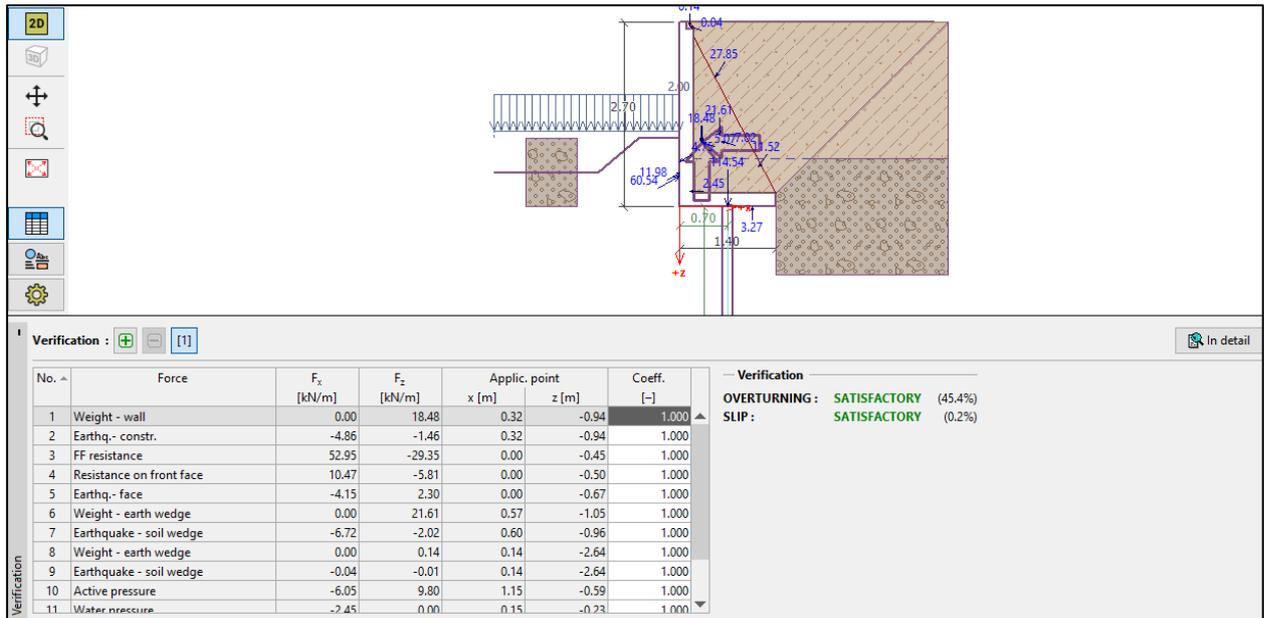


Imagen 52 Resultados de las fuerzas actuantes en el muro con anclajes [Canales & Fienco, 2022]

En la Imagen 52 muestran las fuerzas que interactúan en el muro y la comprobación satisfactoria de los criterios de volcamiento y deslizamiento, pues el sistema de anclajes continuos inyectados imposibilita que el muro presente dichas fallas. Para el análisis por volcamiento, el muro actuó a un 45.4 % de su capacidad antes que ocurra el evento, mientras que para el deslizamiento solo actúa al 0.2% de su capacidad máxima.

Verification of complete wall

Check for overturning stability
 Resisting moment $M_{RES} = 120.75 \text{ kNm/m}$
 Overturning moment $M_{OVR} = 18.28 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 6.61 > 3.00
 Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
 Resisting horizontal force $H_{RES} = 93.69 \text{ kN/m}$
 Active horizontal force $H_{ACT} = -25.44 \text{ kN/m}$

Safety factor = 1000.00 > 1.50
 Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Imagen 53 Verificación completa del muro con anclaje continuos inyectados en GEO5 [Canales & Fienco, 2022]

La Imagen 53 se detalló la comprobación interna del muro ante vuelco y deslizamiento en el programa, mediante la comparación de los momentos resistente y los momentos actuantes que se originan. Los factores de seguridad generados en el análisis fueron

superiores a los establecidos por la NEC Geotecnia y Cimentación con un 3.80 para vuelco y 1000 para el deslizamiento.

En el análisis de la capacidad de carga del suelo de fundación los resultados calculados reflejaron el funcionamiento del muro de manera satisfactoria. Para excentricidad el muro solo actúa a un 2.8 % y para fundaciones del suelo a 25.1%, la descripción de los resultados se presenta en el apéndice C.

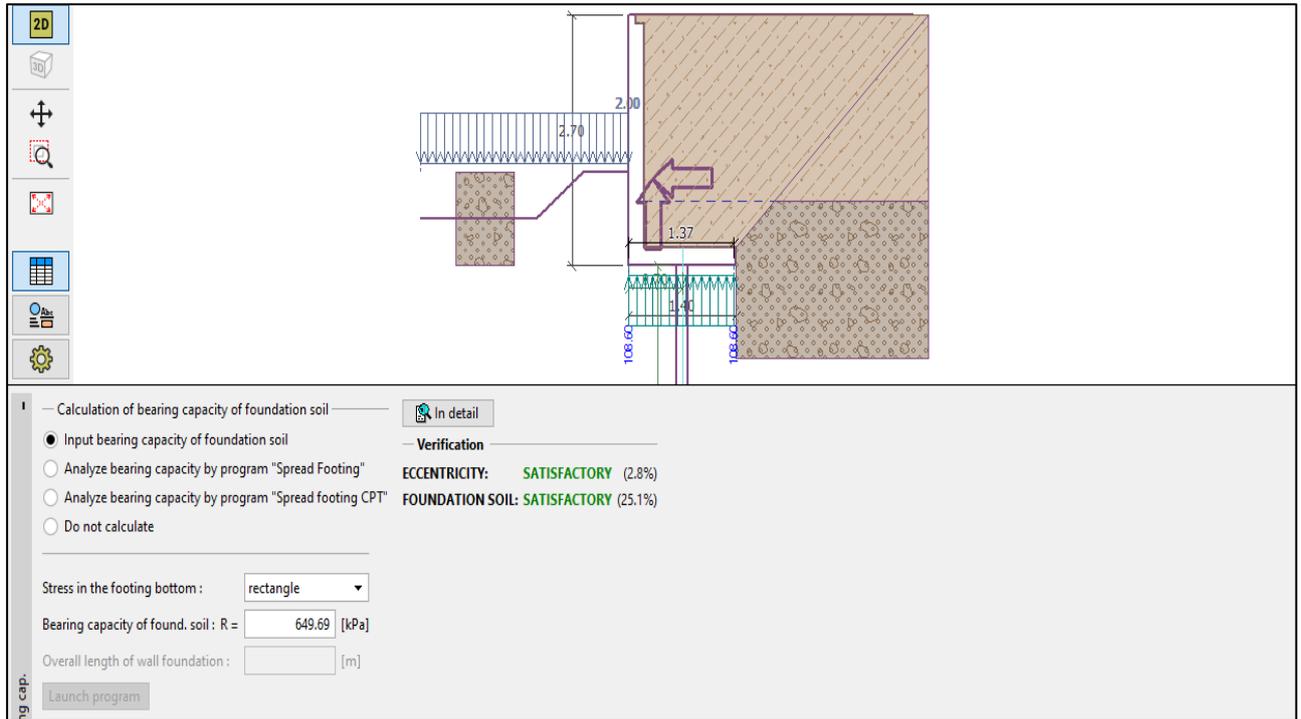


Imagen 54 Resultados de la capacidad de carga del suelo de fundación [Canales & Fienco, 2022]

Design load acting at the center of footing bottom					
No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	1.96	149.19	-25.44	0.009	108.60

Service load acting at the center of footing bottom			
No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	1.96	149.19	-25.44

Verification of foundation soil
Stress in the footing bottom : rectangle

Eccentricity verification
Max. eccentricity of normal force $e = 0.009$
Maximum allowable eccentricity $e_{allow} = 0.333$
Eccentricity of the normal force is **SATISFACTORY**

Verification of bearing capacity
Max. stress at footing bottom $\sigma = 108.60$ kPa
Bearing capacity of foundation soil $R_d = 649.69$ kPa
Safety factor = $5.98 > 1.50$
Bearing capacity of foundation soil is **SATISFACTORY**

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

Imagen 55 Detalle de los cálculos de la capacidad de carga del suelo de fundación [Canales & Fienco,2022]

Por último, se emprendió el análisis de estabilidad global del muro con anclaje continuo inyectado simulado por 5 métodos de diferentes, mediante el cual se afirmó la eficiencia del muro ante fallas globales. Como se ha comprobado en los análisis realizados, la estructura de muros anclados podrá resguardar el bienestar de los pobladores de la comunidad de Charquiyacu cercana al río. Pues el factor de seguridad obtenido de la envolvente de falla ronda entre los valores de 2.41 y 2.73. Los métodos empleados fueron: Bishop (1955), Fellenius (1927), Spencer (1967), Janbu (1954), Morgenstern-Price (1965).

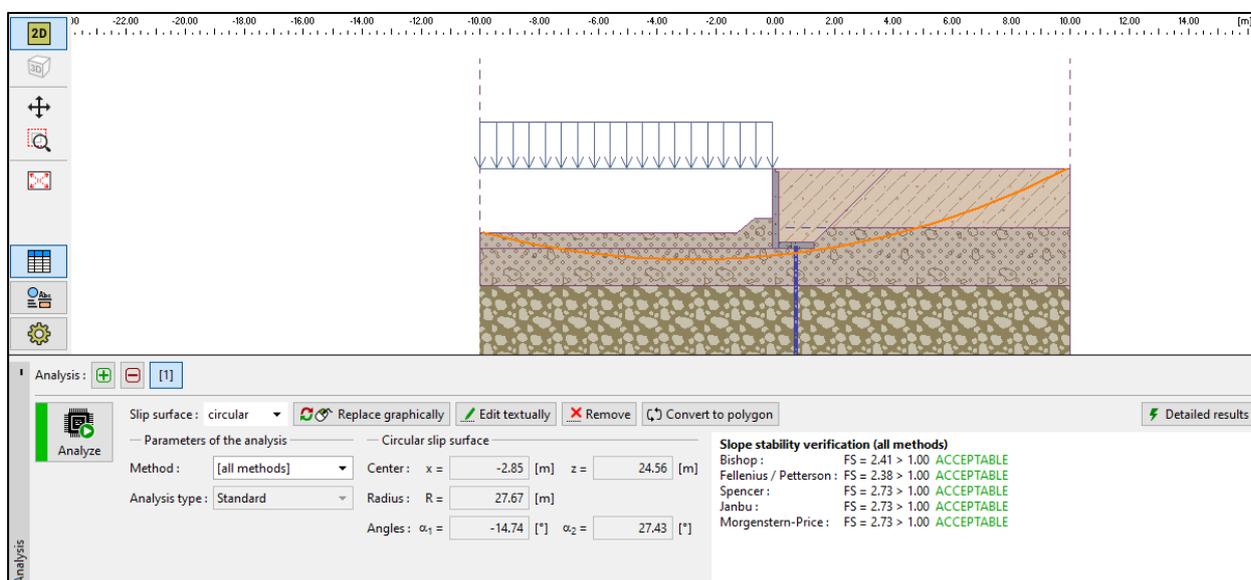


Imagen 56 Resultado de estabilización global del muro con anclajes continuos inyectados [Canales & Fienco, 2022]

3.3. Diseño del nuevo puente vial en Chaquiyacu con una ampliación de la luz y estribos con sistema de anclajes continuos inyectados.

Basado en los resultados obtenidos en el análisis del caudal máximo para un periodo de retorno de 100 años y en consideración con la geometría actual del puente, se determinó el nivel de aguas en la sección utilizado la herramienta HEC-RAS. Como se muestra en la Imagen 37, fue posible observar que la altura libre estimada bajo el puente hasta la superficie de agua es aproximadamente de 40cm. Tal como fue previsto en las hipótesis iniciales que fueron sustentadas en evidencia fotográfica.

Se consideró el caudal previamente estimado para establecer la propuesta de diseño del nuevo puente, que consistió en incrementar la luz actual a 25m, para dos carriles de servicio (uno por sentido). Por otro lado, al tratarse de un río con arrastre de palizada, fue necesario un gálibo libre no menor a 2.5m recomendado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016).

Adicional, la velocidad de diseño vial no debe ser mayor a 70km/H acorde con la AASTHO. Cabe recalcar que la cota de la rasante del puente se localiza a 524m.s.n.m. y el terreno natural se sitúa a una cota promedio de 518.5 m.s.n.m.

3.3.1. Definición de accesos

Se definió la ubicación del puente mediante la Imagen 57, donde la longitud de puente se incrementó 1m hacia la margen derecha, mientras que hacia la margen izquierda se aumentó a 3.5m.



Imagen 57 Control de accesos hacia el puente Charquiyacu. [Canales & Fienco, 2022]

3.3.2. Dispositivos de protección

Fue indispensable considerar la seguridad por lo que se implementó barandas de seguridad que satisfacen los criterios de seguridad de la AASTHO, para una velocidad máxima de 70km/h.

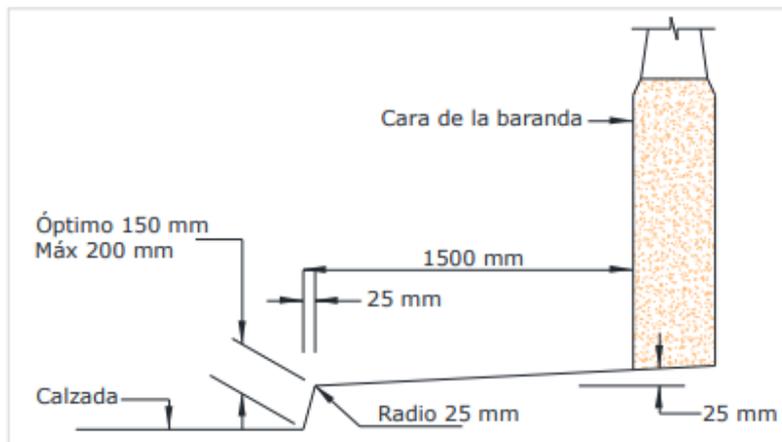


Imagen 58 Sección típica de baranda de seguridad [13.7.1.1-1 AASTHO]

3.3.3. Estado límite

Se definió el estado límite del puente acorde a las disposiciones dadas en la sección 1.3.2 AASTHO. En el apéndice A se detalla de manera minuciosa los cálculos realizados. Por otra parte, que las consideraciones sísmicas son las mismas que para el estribo, detalladas en el capítulo anterior.

3.3.4. Consideraciones para el diseño

3.3.4.1. Análisis estructural de la superestructura

3.3.4.1.1. Análisis estructural del tablero:

Se modeló estructuralmente la losa del puente como una viga continua simplemente apoyada, cada 2.5m. Se consideró 1 m como ancho unitario, y las cargas muertas presentadas en la Tabla 14.

Tabla 14 Cargas muertas de la losa. [Canales & Fienco, 2022]

CARGA	CANTIDAD (Kgf)
Peso de la losa	396
Peso de la losa en voladizo	528
Peso capa de rodadura e=7.5cm	180
Peso de la barrera	464.28
Carga muerta total	1568.28

Por otra parte, para la carga viva se estableció como carga viva de diseño a el camión estándar HS20 acorde con las dispersiones de la AASTHO. El camión tiene una carga total por eje (P) igual a 7393 kgf.



Imagen 59 Carga de camión de diseño en interacción con la losa del puente. [Canales & Fienco, 2022]

El momento máximo puede ocurrir en diferentes ubicaciones del camión en la losa. Debido a esto, se varió para hallar el máximo momento producido por la carga viva. Como se muestra en la imagen de Imagen 60.

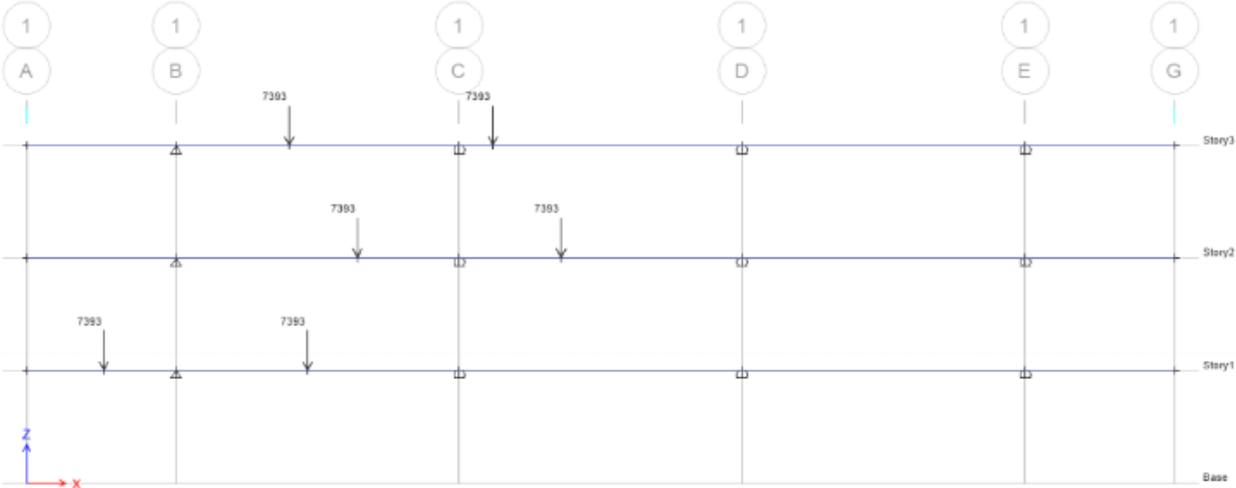


Imagen 60 Variación de posición del camión de diseño HS20 en la losa. [Canales & Fienco, 2022]

La resistencia y pesos específicos de los materiales utilizados se describen en la Tabla 15. Las demás consideraciones diseño y cálculos son presentadas en la sección de cálculos en el apéndice A.

Tabla 15 Pesos y resistencia de los materiales. [Canales & Fienco, 2022]

Material	Peso específico	Resistencia
Acero de refuerzo	7850 kg/m ³	f _y =4200kg/cm ²

Hormigón	2400kg/m ³	f _c =280kg/cm ²
Concreto asfáltico	2350kg/m ³	F _{rt} =120kg/cm ²

3.3.4.1.2. Análisis estructural de la viga.

Para el diseño de la viga se consideró una longitud espacio libre entre apoyos de 25 m de longitud. Las cargas del peso propio, de la losa, barandas y capa de rodadura son consideradas como cargas muertas, mientras para las cargas vivas se definió dos tipos de camiones de diseño: el HS20-40, y el tipo Tándem, de acuerdo con lo estipulado por la AASHTO.

Bajo el sistema de combinaciones de cargas se determinó que el momento máximo fue de 712 tonf-m presente en las vigas del puente. Esto incluye los factores de carga mencionados en la sección 3.4.1-2.1 de la AASTHO.

3.3.4.2. Diseño de viga

3.3.4.2.1. Diseño a flexión

EL resultado del diseño por flexión de la viga, la geometría y refuerzos son mostrados en la Imagen 61. Se resalta que la sección fue evaluada respecto a los límites de resistencia última. Por lo que se obtuvo una resistencia nominal a flexión de 721 tonf-m. Por lo cual el diseño es viable, con un 1.24% de resistencia a momento adicional a lo requerido por las cargas impuestas.

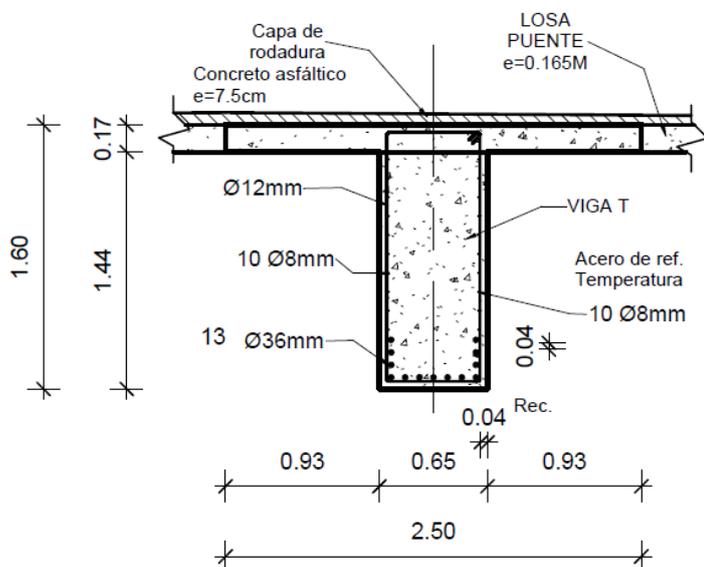


Imagen 61 Sección viga TEE [Canales & Fienco, 2022]

La sección cumple satisfactoriamente con los estados límites de resistencia, fatiga, y las deflexiones se encuentran bajo los parámetros máximos y mínimos establecidos en la normativa.

3.3.4.2.2. Diseño por corte

Del diseño geométrico de la viga establecido previamente, se determinó la resistencia por corte de la viga. Para ello, se adoptó el refuerzo necesario para soportar las cargas impuesta por peso propio de los elementos, cargas del tablero, y las cargas vivas proporcionadas de los vehículos de diseño adoptados.

Tabla 16 Diseño por corte de viga del puente. [Canales & Fienco. 2022]

	DISTANCIA A LO LARGO DEL TRAMO DE LA VIGA (%L=25m)						
Tipo de corte	0.00	0.065	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
VDC (kg)	47554.03	41328.11	38043.22	28532.42	19021.61	9510.81	0.00
VDW (kg)	5606.25	4872.26	4485.00	3363.75	2242.50	1121.25	0.00
VcamiónD*gv*IM (kg)	32974.29	30550.57	29271.78	25569.26	21866.75	18164.23	14461.72
Vcarril*gv (kg)	10355.87	9044.43	8388.26	6627.76	5074.38	3728.11	2588.97
V(LL+IM) (kg)	43330.17	39595.00	37660.04	32197.02	26941.13	21892.35	17050.69
Vu (kg)	143679.70	128259.77	120186.59	97055.93	74287.73	51881.99	29838.70
Vu/Ø (kg)	159644.11	142510.86	133540.65	107839.93	82541.93	57646.66	33154.11
Vc (kg)	100441.46	100441.46	100441.46	100441.46	100441.46	100441.46	100441.46
Vs=Vu/Ø-Vc (kg)	59202.65	42069.40	33099.19	7398.47	-17899.53	-42794.80	-67287.35
Scal (cm)	22.50	31.66	40.24	180.03	-74.41	-31.12	-19.79
S admit (cm)	20.00	30.00	30.00	45.00	45.00	45.00	45.00

Debido a la geometría de la viga, las secciones del puente no fueron requerido grandes cantidades de refuerzo al corte como se muestra en la Tabla 16. Las resistencias, separaciones y cuantías fueron comprobadas satisfactoriamente acorde a los límites máximos y mínimos de la normativa. En la Imagen 62 se detalla el refuerzo al corte de la sección diseñada.

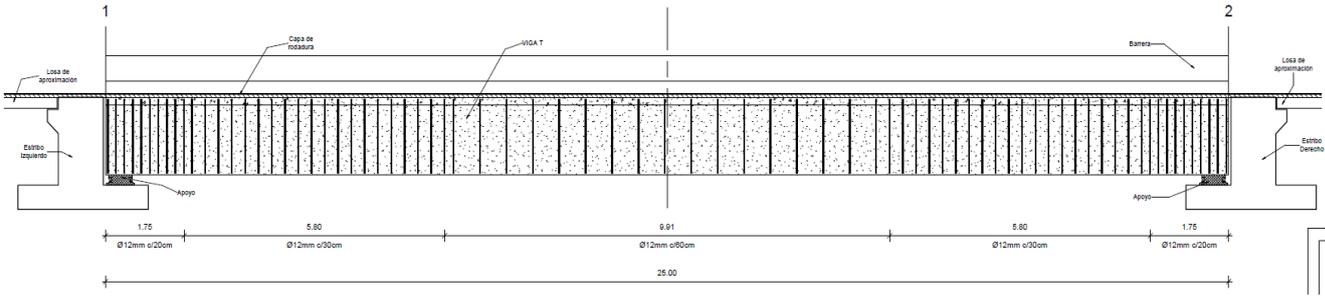


Imagen 62 Sección longitudinal de la viga y detalle de armadura de refuerzo al corte [Canales & Fienco, 2022]

3.3.4.3. Diseño de apoyos

El diseño de los apoyos se muestra en la sección de apéndices tal se especificó en el apartado del capítulo 2. Se obtuvo un apoyo con dimensiones de 65cm x30cm x 6cm, con placas de acero de espesor de 6.25mm, distribuidas de forma uniforme verticalmente en el cuerpo del apoyo. (Imagen 63)

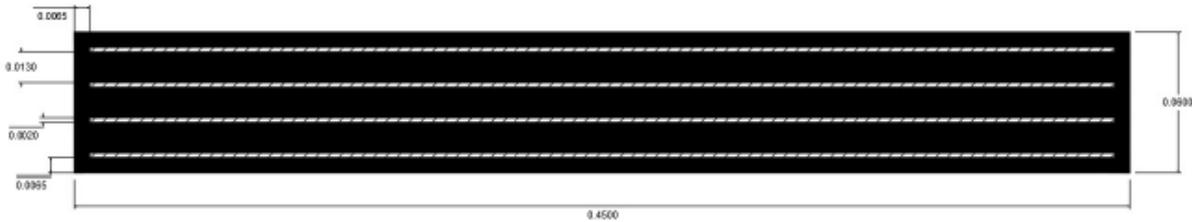


Imagen 63 Dimensiones apoyo elastómero [Zúñiga & Toledo, 2020]

No obstante, los apoyos simulan el comportamiento elástico de un resorte. Por tanto, las rigideces de los apoyos diseñados corresponden a los presentados en la Tabla 17.

Tabla 17 Rigidez del apoyo elastómero. [Canales & Fienco, 2022]

Rigidez horizontal (Kh)	4473.62KN/mm
Rigidez Vertical (Kv)	1752929.44KN/mm

Cabe recalcar que la relación de rigideces excede en 391 veces la vertical respecto a la horizontal. Esta característica es la que permite que la superestructura del puente se comporte como un cuerpo rígido, de esta manera se disminuye el efecto de las cargas sísmicas.

3.3.4.4. Diseño de Estribos

Para el diseño de los estribos se consideró estribos tipo “flotantes”, porque este tipo de anclaje se adapta a la propuesta del nuevo puente vehicular para Charquiyacu. La geometría no es invasiva en el cause, por lo que no generará socavaciones en donde se situaría uno convencional.

La propuesta a diseñar requiere una mayor luz, tal como se ha visto las condiciones del sector son limitadas por parte de espacio de construcción. Construir un estribo con dimensiones mayores ocasionaría afectaciones a las viviendas cercanas, debido al desalojo del material la estabilidad de las viviendas cercanas a la carretera se vería afectada. La geometría seleccionada para este diseño corresponde a las medidas de la Imagen 64.

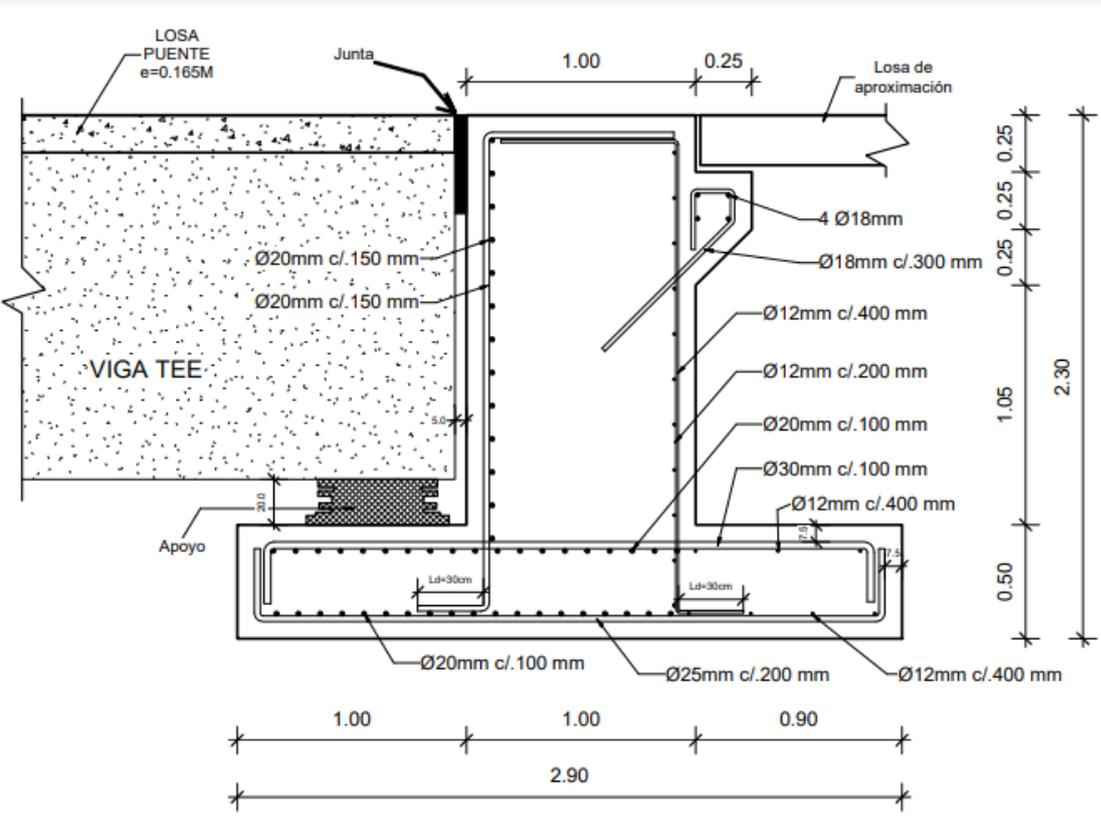


Imagen 64 Geometría de los estribos tipo flotante [Canales & Fienco, 2022]

Para el cálculo del reforzamiento de los estribos fue necesario establecer algunos valores de cargas que serán transmitidos por la superestructura del puente y por la presión que ejerce el suelo a los estribos. A continuación, se detalla las fuerzas que interactúan con los estribos.

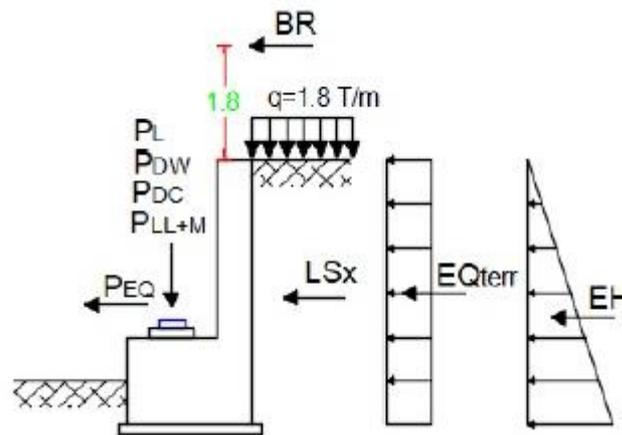


Imagen 65 Diagrama de fuerzas actuantes en los estribos [Canales & Fienco, 2022]

Tabla 18 Fuerzas actuantes en el estribo [Canales & Fienco, 2022]

Cargas Actuantes por la Superestructura	
Peso de la capa de rodadura (P_{DW})	431.25 kgf/m
Carga vertical vehicular y peatonal (P_{LL})	948.34 kgf/m
Peso permanente de la Superestructura (P_{DC})	3228.6 kgf/m
Peso de la Losa (P_L)	709 kgf/m
Fuerzas actuantes Horizontales	
Empuje de sobrecarga (LS_x)	1.805 tonf
Empuje fuerza de frenado (BR)	0.232 tonf
Fuerza activa estática de relleno (EQ)	2.036 tonf/m
Fuerza activa dinámica de relleno (EH)	0.629 tonf/m

Por último, luego del cálculo de la capacidad de carga de los estribos se vio que la presión actuante de la base en función de estado límite de resistencia no supera la capacidad última que aporta el suelo hacia los estribos:

$$q_R < 0.45 * q_u$$

$$0.954 \frac{kg}{cm^2} < 2.85 \frac{kg}{cm^2}$$

Los detalles del diseño se presentan en el anexo A6.

3.3.4.5. Análisis y comprobación de los estribos con sistema de anclajes continuos inyectados

El diseño de los estribos con anclaje continuos inyectados fue verificado en el software GEO5, para constatar la eficiencia de la solución. Como primer caso de estudio se analizó el diseño del estribo sin la existencia del sistema de anclajes. El resultado es adecuado, pues el estribo trabaja en perfectas condiciones.

Debido a las cargas que soportarán los estribos fue necesario considerar la inyección a altas presiones de una lechada de hormigón con resistencia de 280 kg/cm². Esta permitirá que el material cementante se unifique firmemente a los estratos de roca con alta resistencia.

En la Imagen 66 se evidenció la capacidad con la cual trabaja el estribo ante vuelco y deslizamiento, los cuales fueron 13.4% y 2.7% respectivamente. Para considerar que el estribo no sea afectado luego de la etapa de entrega, se añadió un sistema de anclajes continuos inyectados para reforzar el diseño del puente en sus cimientos.

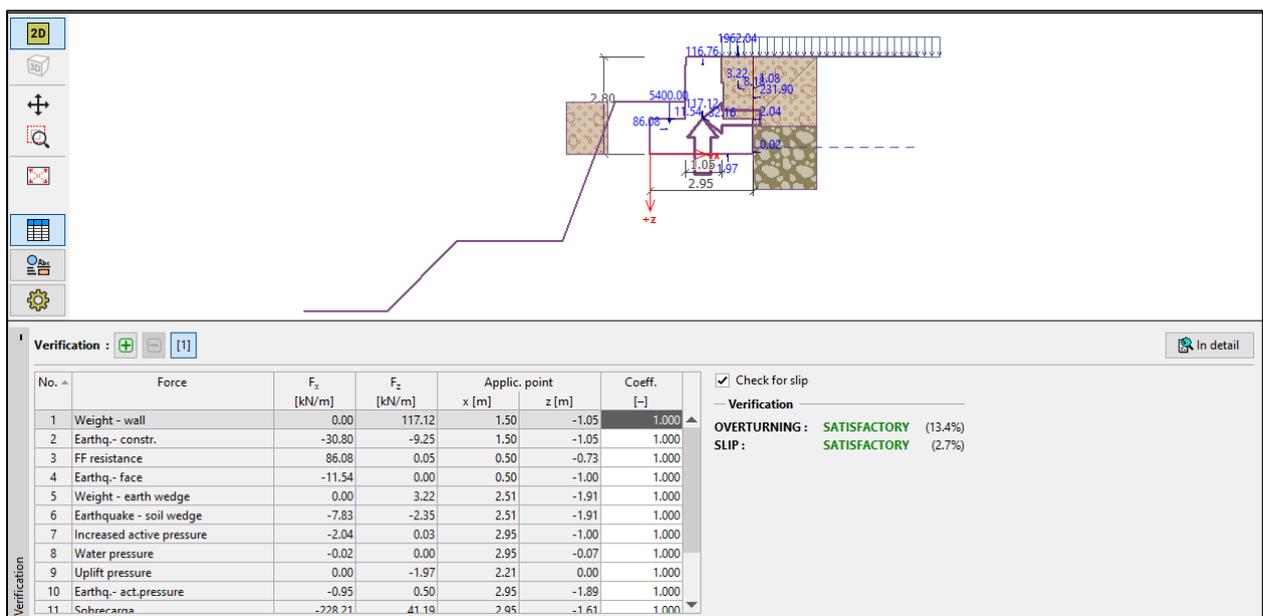


Imagen 66 Fuerzas actuantes en el estribo sin anclaje [Canales & Fienco, 2022]

Para el sistema de anclajes continuos inyectados se estableció 2 por columna a una separación de 1.75m entre ellos. Mientras que el distanciamiento entre columna se definió una separación de 1.0 m entre perforación. El diámetro de las perforaciones es de 150 mm, con un acero de refuerzo de 25mm de diámetro. La profundidad de las perforaciones será de 8 m hasta intersectar el estrato rocoso presente en la zona.

En la Imagen 67 se puede evidenciar los resultados de la verificación de la fuerza actuante, donde se observa que no existe un resultado de una valoración en la capacidad de vuelco y deslizamiento. Al implementar el sistema de anclaje se minimiza la existencia de los fallos antes mencionados.

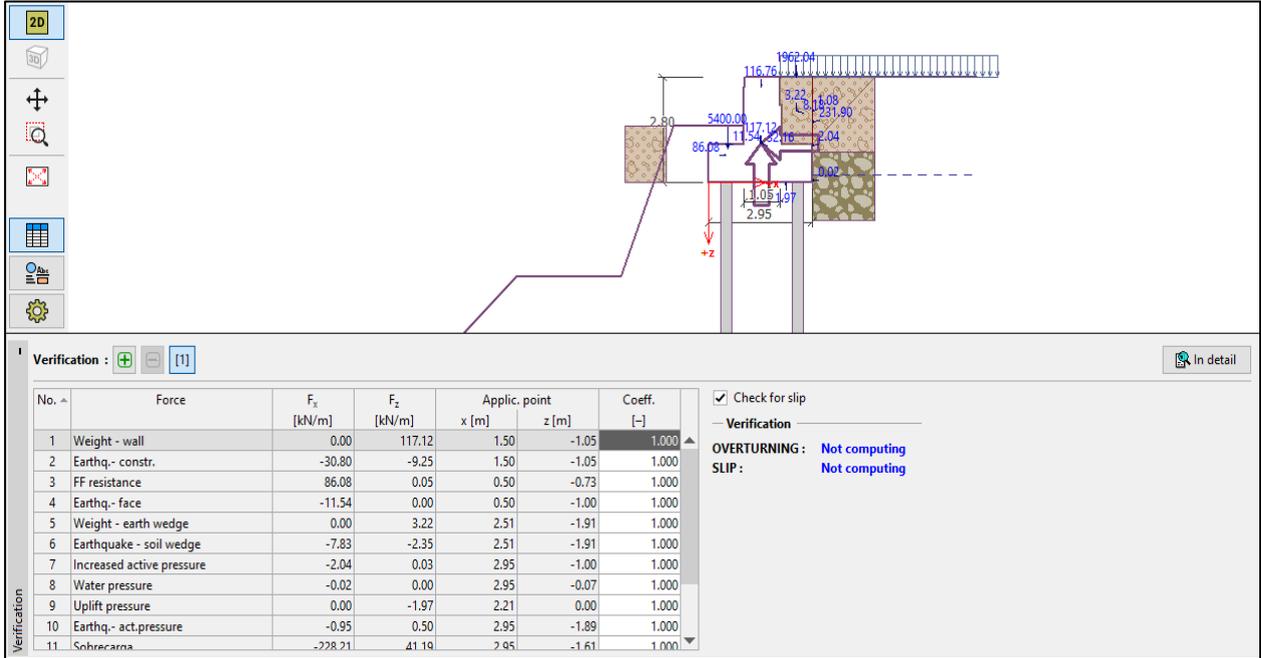


Imagen 67 Fuerzas actuantes en el estribo sin anclaje [Canales & Fienco, 2022]

Abutment check
 Verification for slip has not been performed.
 Overall check - ABUTMENT is SATISFACTORY

Imagen 68 Chequeo del diseño de estribos con anclajes continuos inyectados [Canales & Fienco, 2022]

En el análisis de comprobación de estabilidad global se obtuvo resultados favorables, pues el factor de seguridad calculado es superior al admisible en las normativas nacionales e internacionales. Tal como se puede apreciar en la Imagen 69 los factores de seguridad resultado de la comprobación destacan ser superiores al factor mínimo

recomendado para estabilización de taludes infinitos el cual es 1. La envolvente de falla está situada en suelo rocoso, sumado a esto el sistema de anclaje continuos inyectados reduce la probabilidad de un deslizamiento global del muro.

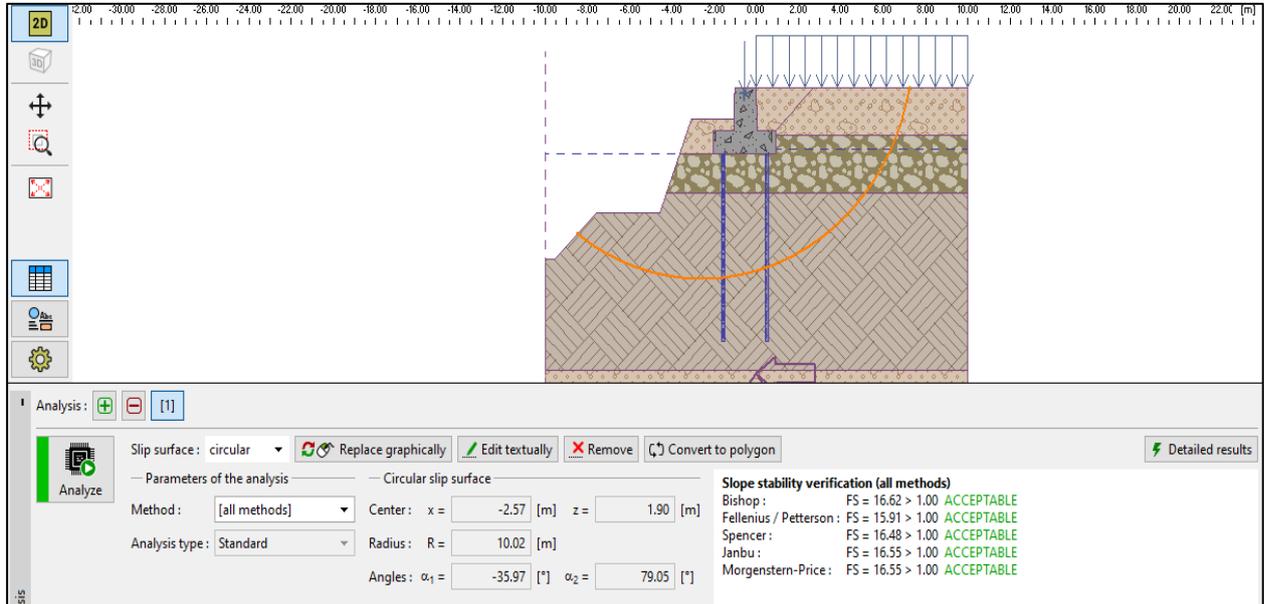


Imagen 69 Resultado de estabilización global de estribos con anclajes continuos inyectados [Canales & Fienco, 2022]

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Objetivos

4.1.1. Objetivo General

Evaluar el impacto ambiental contemplado en el proyecto “Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu”, mediante un análisis de los factores o criterios ambientales que inciden sobre la construcción del proyecto, y de esta manera minimizar las afectaciones en el sitio de la obra civil.

4.1.2. Objetivo Específicos

- Recolectar información referente a las condiciones humanas y ambientales de la comunidad de Charquiyacu.
- Estimar los impactos ambientales que implica la construcción de la solución.
- Evaluar los criterios de impacto ambiental generados en las actividades constructivas mediante ponderaciones cuantitativas.
- Precisar las medidas de prevención, mitigación y control que permitan aminorar las consecuencias de la construcción y salvaguardar el ecosistema.

4.2. Descripción del proyecto

El presente proyecto contempla el diseño de soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu, cantón Caluma. La misma ha sido afectada por eventos de inundaciones y desbordamiento del río en un tramo de aproximadamente 2 kilómetros, lo que generó pérdidas materiales para los habitantes del sector y los estragos en las riberas debido a las socavaciones generadas.

En el análisis de alternativas del capítulo 2, se planteó tres alternativas de soluciones:

- Alternativa 1: corrección geométrica de secciones en sectores críticos del cauce. Esta alternativa plantea una reconstrucción y ampliación del cauce en secciones donde se ha identificado un estrangulamiento del afluente, el mismo que ocasiona erosiones constantes en las riberas del río.
- Alternativa 2: tratamiento de consolidación a las riberas del río por inyección de hormigón.
Esta alternativa dispone mediante inyecciones de hormigón reforzar secciones del cauce en las cuales presenta erosividad en las riberas, además aplicar una capa de hormigón ciclópeo.
- Alternativa 3: combinación de las soluciones antes mencionadas.
Esta alternativa resulta de la combinación de ambas soluciones. Lo cual implica una corrección del cauce con el propósito de reducir el impacto del afluente con las vegas del río. También contempla reforzar el terreno a través de las inyecciones lechosas de hormigón de manera que las socavaciones no se extiendan a las viviendas cercanas.

Cada una de las soluciones fueron evaluadas en base a 5 parámetros: economía, vida útil, protección a la población contra eventos naturales, impacto ambiental e impacto social. En este capítulo se detalla a profundidad el análisis del impacto ambiental correspondiente a cada alternativa.

Para todas las alternativas se tiene previsto que en la etapa de construcción se desalojara la cobertura vegetal correspondiente a pasto o maleza. Esto debido a todas las actividades de construcción inherentes en cada opción, como por ejemplo el ingreso de maquinaria, la reconstrucción del cauce y/o tratamiento de consolidación.

En la solución de reconstrucción del cauce está contemplado el movimiento de tierra para la ampliación del río y el dragado del material en el fondo del río con el propósito de eliminar los estrangulamientos existentes. Por lo cual se necesita el permiso por parte de las autoridades correspondientes (licenciamiento ambiental).

La ejecución de este proyecto permitirá controlar la erosión que afecta las vegas del río, además de minimizar los efectos de la recurrencia de eventos de desbordamiento del río Charquiyacu, esto permitirá asegurar el bienestar de los habitantes de la comunidad.

El catálogo de Categorización Ambiental Nacional es una herramienta que permite regularizar las actividades que figure un impacto o riesgo ambiental a nivel nacional, su uso es de carácter obligatorio. En este estudio se efectuaron consultas el día 04 de julio del 2022 para constatar las actividades involucradas en el impacto ambiental.

Se identificaron las actividades de impacto ambiental similares para las alternativas de solución. La primera opción, reconstrucción geométrica del cauce, correspondería a una actividad de construcción y operación de obras para dragado de fuentes fluviales de acuerdo con el catálogo de categorización ambiental. Esta actividad requeriría una licencia ambiental, a causa de las intervenciones que se deben realizar al cauce del río Charquiyacu. A continuación, se muestra en la Imagen 70 la consulta realizada.

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE OBRAS PARA DRAGADO DE FUENTES FLUVIALES Y/O DE MAR
Su trámite corresponde a un(a)	LICENCIA AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Se ajusta al proceso de análisis de revisión de la información ingresada dentro de los parámetros de la normativa ambiental vigente, que incluye una socialización o difusión pública del proyecto.
Costo del trámite	Varía en base al valor del proyecto y si existe remoción de cobertura vegetal nativa.

Imagen 70 Descripción de actividad "Construcción y/u operación de obras para dragado de fuentes fluviales y/o de mar" [SIUA, 2022]

Para la propuesta de tratamiento por consolidación con inyecciones no se logró identificar una actividad idéntica en la consulta realizada al catálogo. Por dicho motivo, se decidió adoptar la categoría de actividad de construcciones de infraestructura civil, lo cual solo necesita de un certificado ambiental, tal como se muestra en la Imagen 71 continuación.

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

🔍 Buscar

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Especifique el rango de operación *

Seleccione

Imagen 71 Descripción de actividad " Construcción de Infraestructura Civil" [SIUA, 2022]

Respecto las distribuciones de áreas protegidas se puede observar en Imagen 73 que el proyecto no interfiere ni afecta a ninguna zona protegida el país. Por ello, se considera pertinente los requerimientos del proyecto, pues el impacto generado a la zona será menor a los niveles de contaminación o afectación que muestra Charquiayacu.

MAPA DE ZONAS PROTEGIDAS



Imagen 72 Mapa de zonas protegidas cercanas del proyecto [Canales & Fienco, 2022]

4.3. Línea base ambiental

Con la finalidad de cuantificar el nivel de impacto en el desarrollo del proyecto es indispensable conocer la mayor cantidad de información disponible del sitio de estudio, tanto en factores físicos, biológicos y sociales.

4.3.1. Medio abiótico

4.3.1.1. Ubicación del proyecto

Charquiyacu forma parte de los recintos contemplado en el plan territorial del Cantón Caluma, provincia de Bolívar. Las coordenadas de ubicación de la comunidad son WGS84 Zona 17M (698109.1; 9825108).

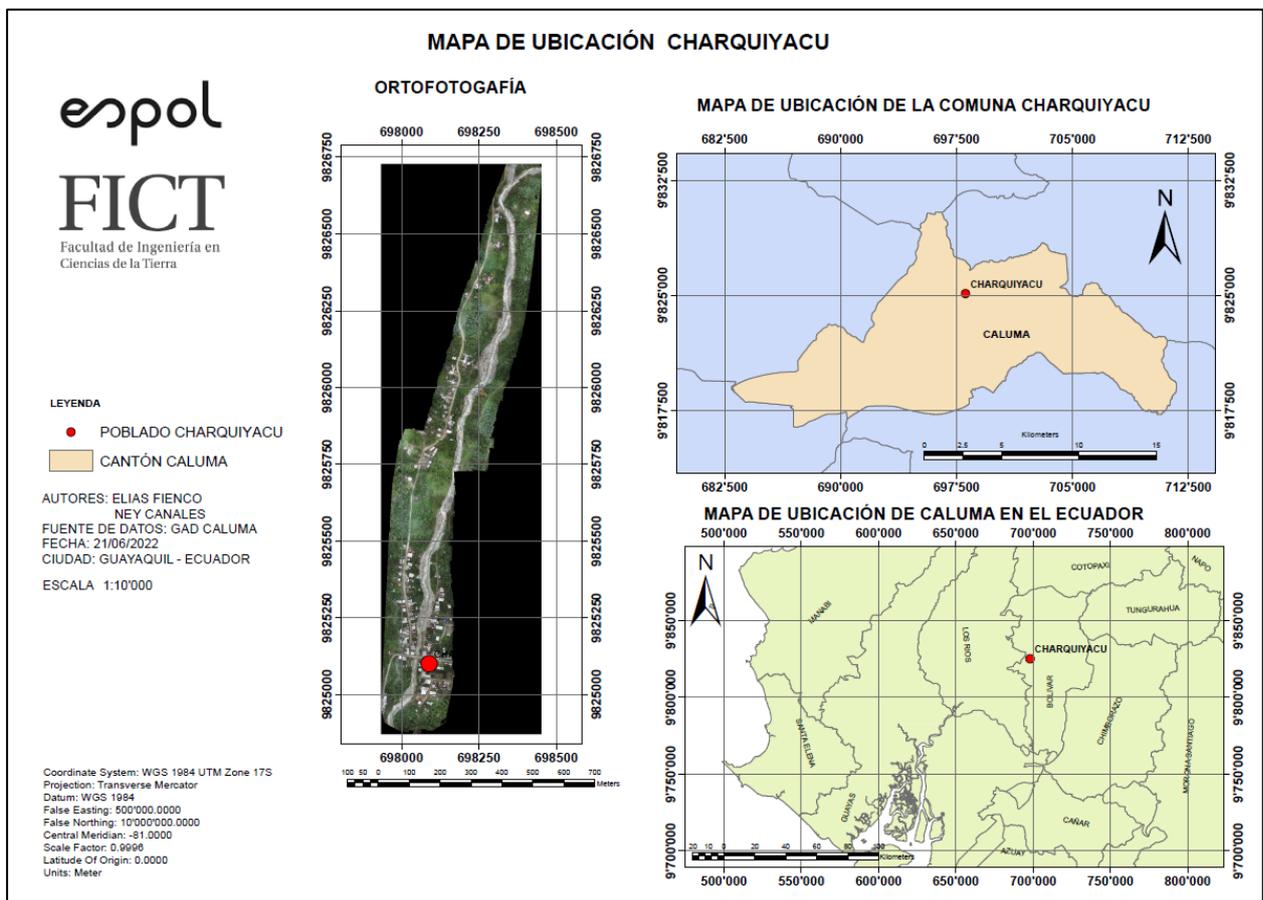


Imagen 73 Mapa de ubicación de Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]

El área de influencia directa comprende aproximadamente 33.41 hectáreas correspondientes desde la zona de retiros de Charquiyacu hasta aguas abajo del puente. Mientras el área de influencia indirecta está estimada en más de 216 hectáreas desde parte del sector Retiros de Charquiyacu hasta el cantón Caluma. Esto contempla las

zonas que utilizan el agua del río para agricultura, ganadería y zona turística en el tramo de descenso del cauce.

No obstante, otra área de influencia indirecta de aproximadamente 4 hectáreas se identificó aguas arriba del punto de Retiros de Charquiyacu. Debido a las actividades de suministro de materiales, equipos y maquinarias por medio de transporte terrestre.

A continuación, se especifica la ubicación y el área comprendido tanto de la zona de influencia directa como la zona de influencia indirecta.

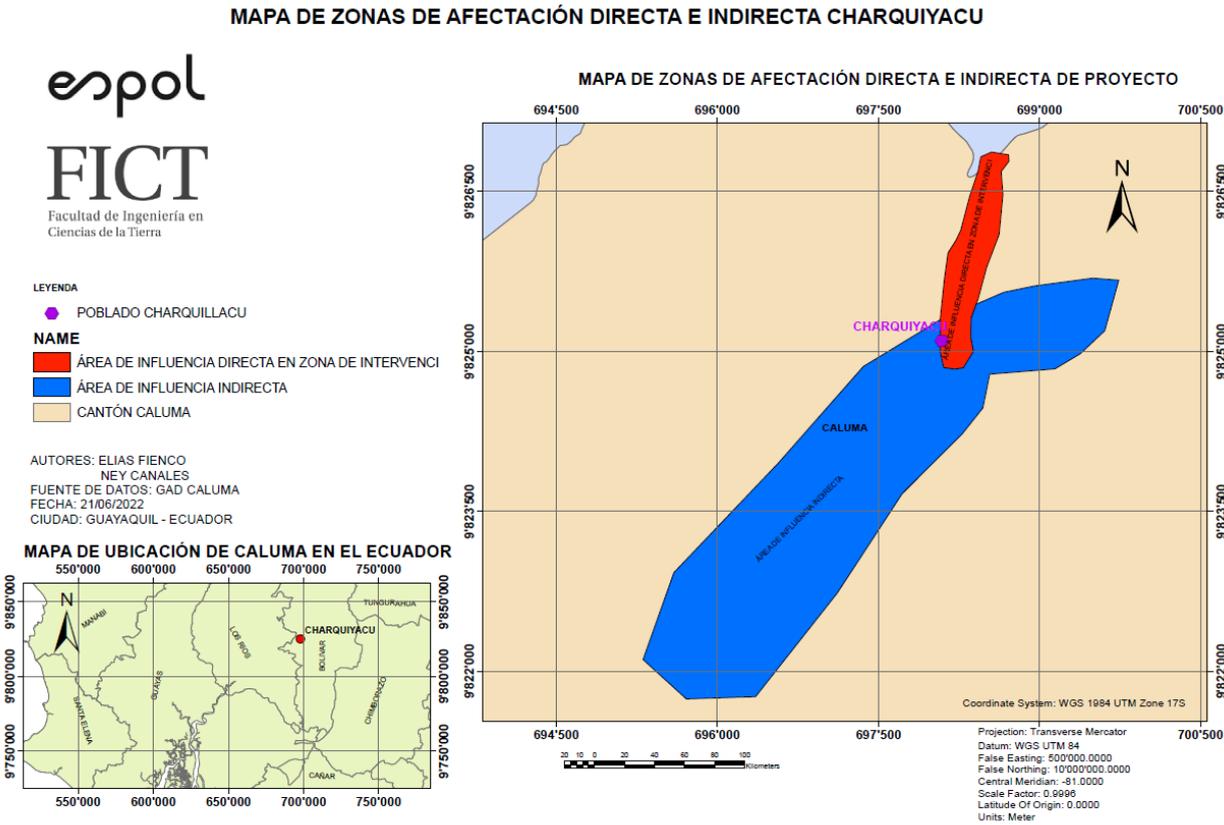


Imagen 74 Mapa de zonas de afectación directa e indirecta del proyecto [Canales & Fienco, 2022]

4.3.1.2. Características de la zona

La zona de Charquiyacu está conformado de pastizales usados para ganadería y zonas agrícolas asentadas en las riberas del río Charquiyacu. Tiene su origen en la comuna de Retiros de Charquiyacu. Este afluente suministra agua para diversos usos al recinto de Charquiyacu a lo largo de un tramo de casi 2 kilómetros de longitud.

4.3.1.3. Uso de suelo

El sector de Charquiyacu presenta el siguiente uso de suelo, en el cual predomina el aquel destinado a la ganadería. A continuación, se muestra a detalle la clasificación de uso de suelo.

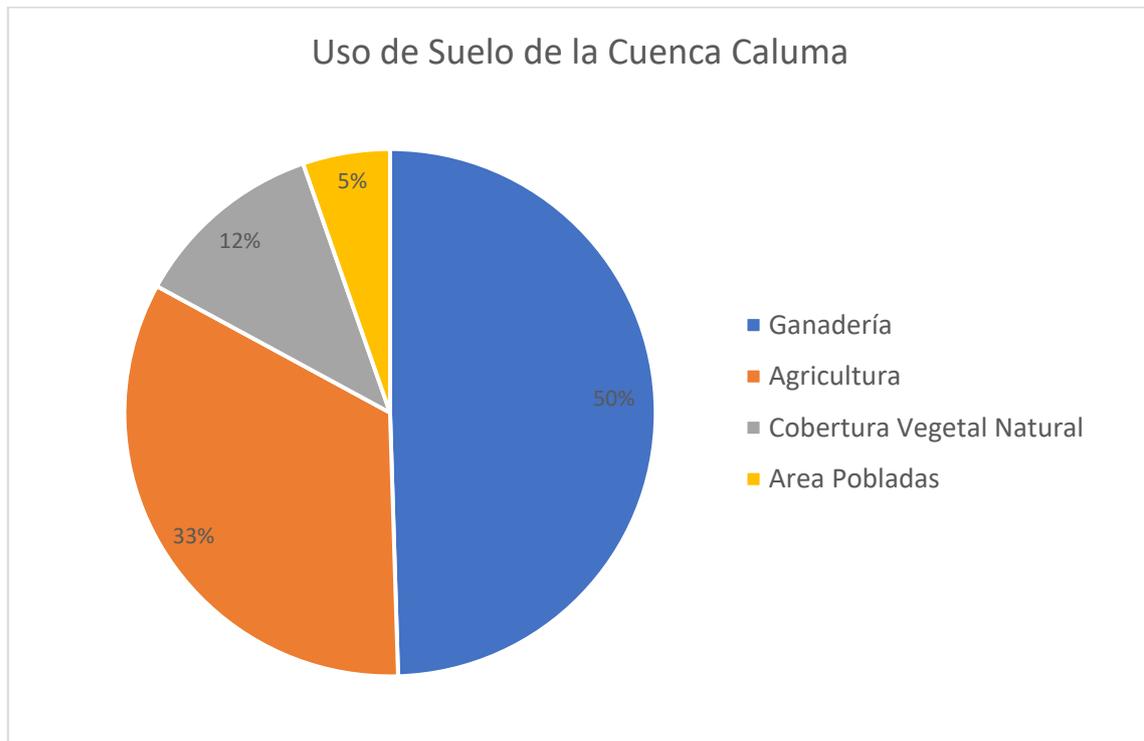


Gráfico 14 Clasificación de uso de suelo de la Cuenca Caluma [Canales & Fienco, 2022]

4.3.1.4. Geomorfología

De acuerdo con el plan de desarrollo y ordenamiento del cantón Caluma, el pueblo de Charquiyacu presenta irregularidades en el relieve, partes del sector posee pendientes entre 40% a 70%. Charquiyacu está ubicado en la parte media de la división de la subcuenca según las ordenanzas de división de la cuenca Caluma (GAD Caluma, 2015).

4.3.1.5. Geología

En la cuenca Caluma se encuentran diversos tipos de suelo, entre ellos se registran suelos arcillosos y limosos, empleados para zonas agrícolas. También existen zonas con presencia de macizo rocoso provenientes de formaciones de la Unidad Macuchi, la cual es una secuencia de arco submarinos (volcano-clástica) (GAD Caluma, 2015).

4.3.1.6. Clima

La estación meteorológica más cercana es la estación Caluma con código M0129 ubicada en la provincia de Bolívar; en el cantón Caluma, cuyas coordenadas geográficas son N: 693861m; E: 9820182m y una altura de 359 msnm. La serie de datos obtenidos va desde los años 1970 al 2015. La información más detallada sobre la estación se expone en la sección 2.2.2.6 de la memoria técnica.

Los meses de junio a noviembre se distingue una época seca con variaciones de 10 a 80 mm. Sin embargo, diciembre a mayo muestra mayores cantidades de precipitación, las cuales pueden llegar hasta los 600mm. A continuación, se detalla un histograma de frecuencias de las precipitaciones promedio mensuales.

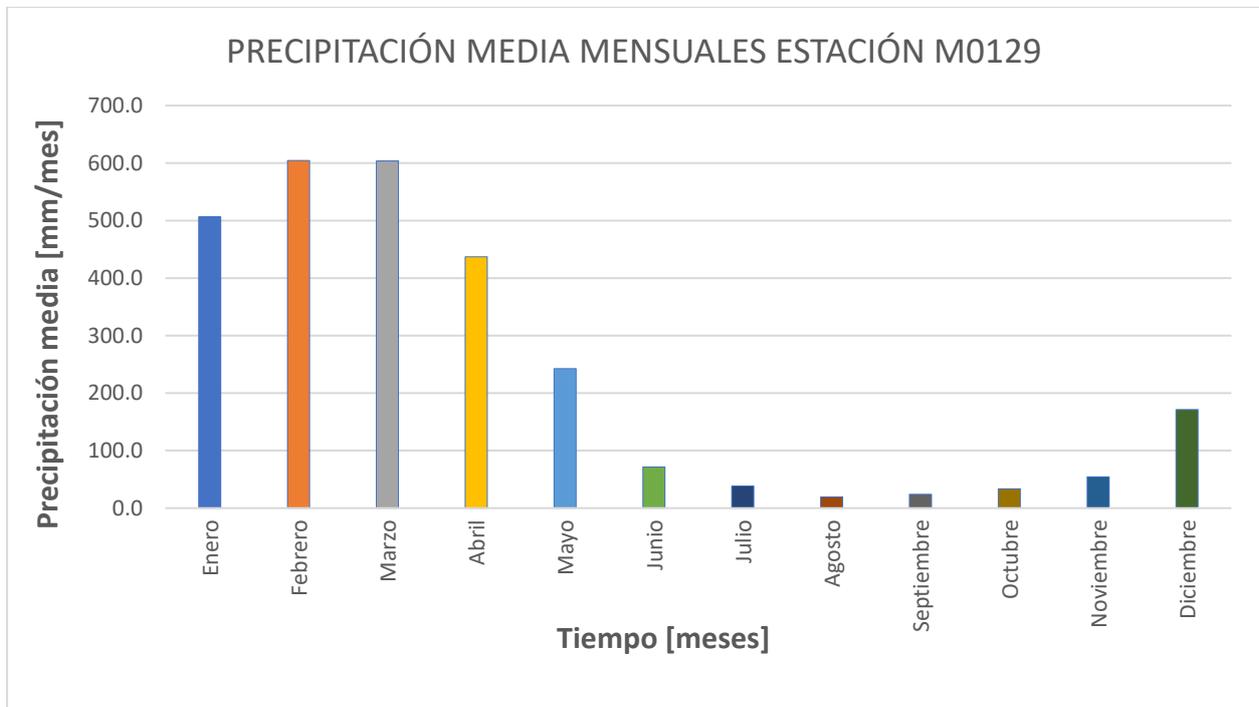


Gráfico 15 Precipitaciones medias mensuales de la estación Caluma (M0129) [Canales & Fienco, 2022]

Mientras que las tendencias de temperatura fluctúan desde los 22°C a los 25°C como se muestra en la siguiente gráfica:

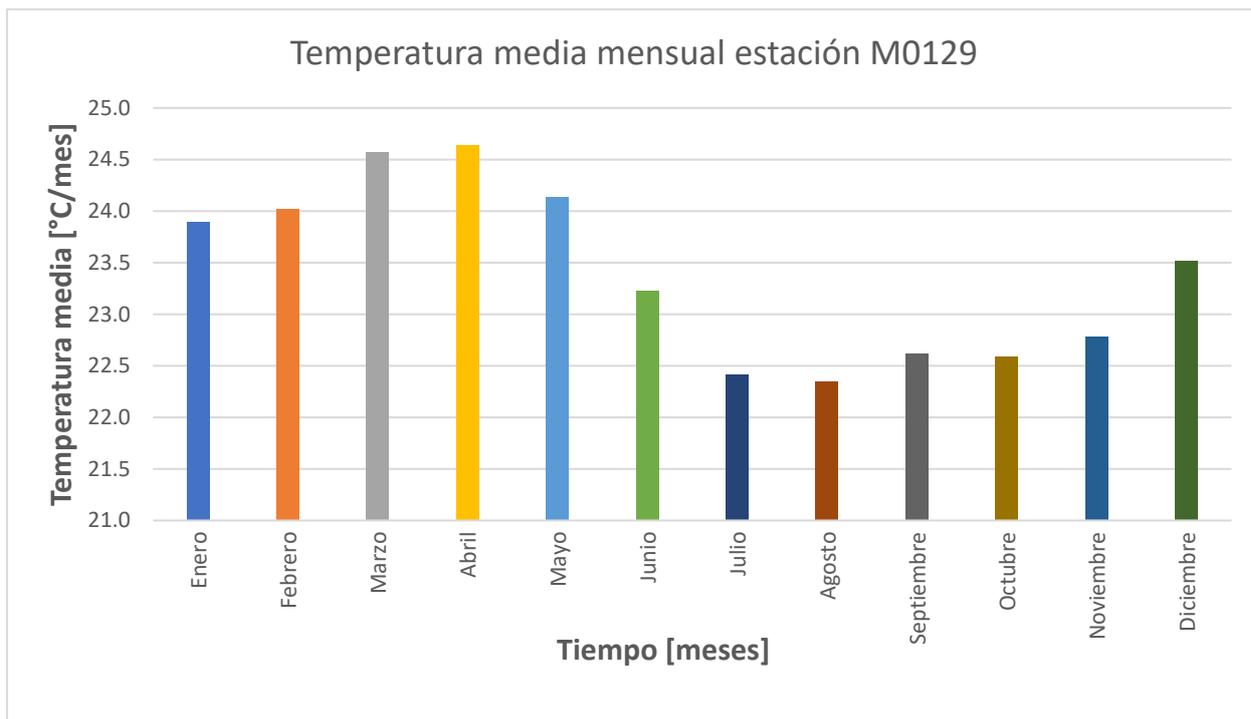


Gráfico 16 Temperatura media mensual de la estación Caluma (M0129) [Canales & Fienco, 2022]

4.3.2. Medio Biótico

4.3.2.1. Flora y Fauna

Según lo especificado en el plan de desarrollo territorial del cantón Caluma, la cuenca Caluma registra las siguientes especies de flora: vegetación arbórea, bosque natural, vegetación tupida epífitas, helechos arbóreos, caoba, laurel, cedrillo, copal y caoba. Por parte de la fauna existen peces como: bocachico, ratón, campeche, tilapia, etc. Además, cerca del cauce se puede encontrar tortolillas azules y mamíferos como conejos, guantas, monos (GAD Caluma, 2015).

Se detalló en el apartado de ubicación del proyecto que la zona a intervenir no representa una amenaza notable para la flora y fauna del recinto. Esto se afirma porque existe predominio de zonas de pastizales y vegetación natural previamente modificadas por las actividades humanas. Se estima una intervención de la cobertura vegetal a ser retiradas de aproximadamente 4 hectáreas, la cual no corresponde a un área protegida, de acuerdo con la clasificación de áreas protegidas del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATSE).

4.3.2.2. Medio social-económico

4.3.2.3. Demografía

De acuerdo con los datos registrados en el censo de población 2010, el cantón Caluma tiene una población de 13129 habitantes, un porcentaje de 7.15% de la población de Bolívar. Dicha población se divide para zona urbana y zona rural con 6269 y 6860 habitantes, respectivamente. El recinto Charquiyacu cuenta con aproximadamente 3339 hab. según los datos poblacionales registrados en el Ministerio de Salud.

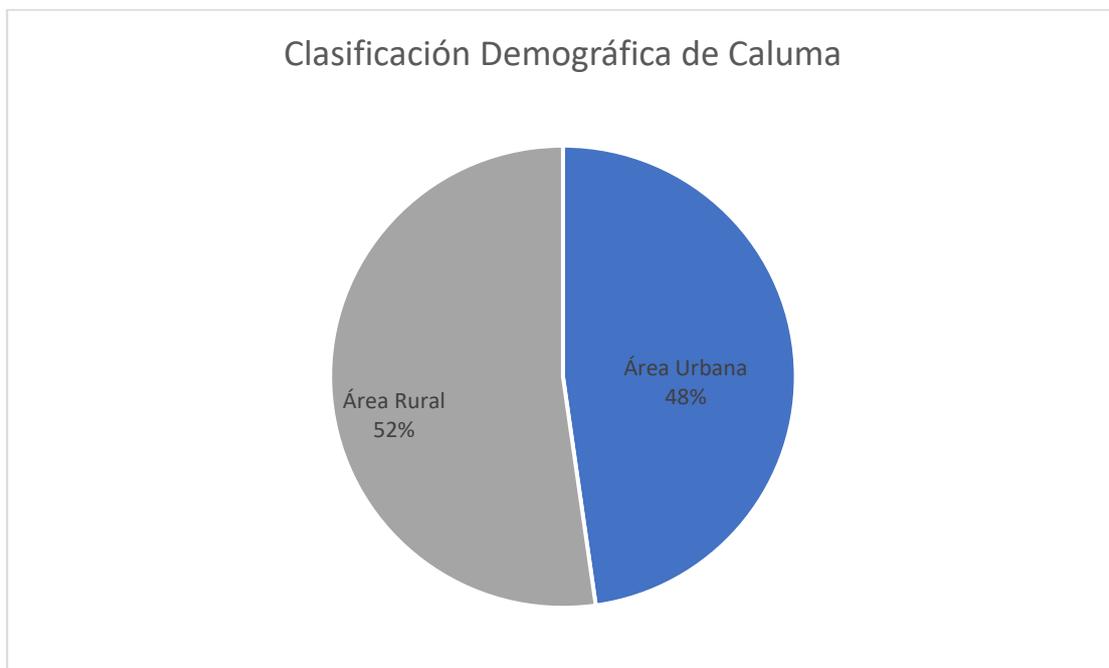


Gráfico 17 Clasificación demográfica de Caluma [Canales & Fienco, 2022]

4.3.2.4. Actividades económicas

Entre las actividades económicas que se registran con mayor productividad en Caluma están la ganadería, la agricultura y la pesca. A continuación, se detalla un registro de actividades en la localidad:

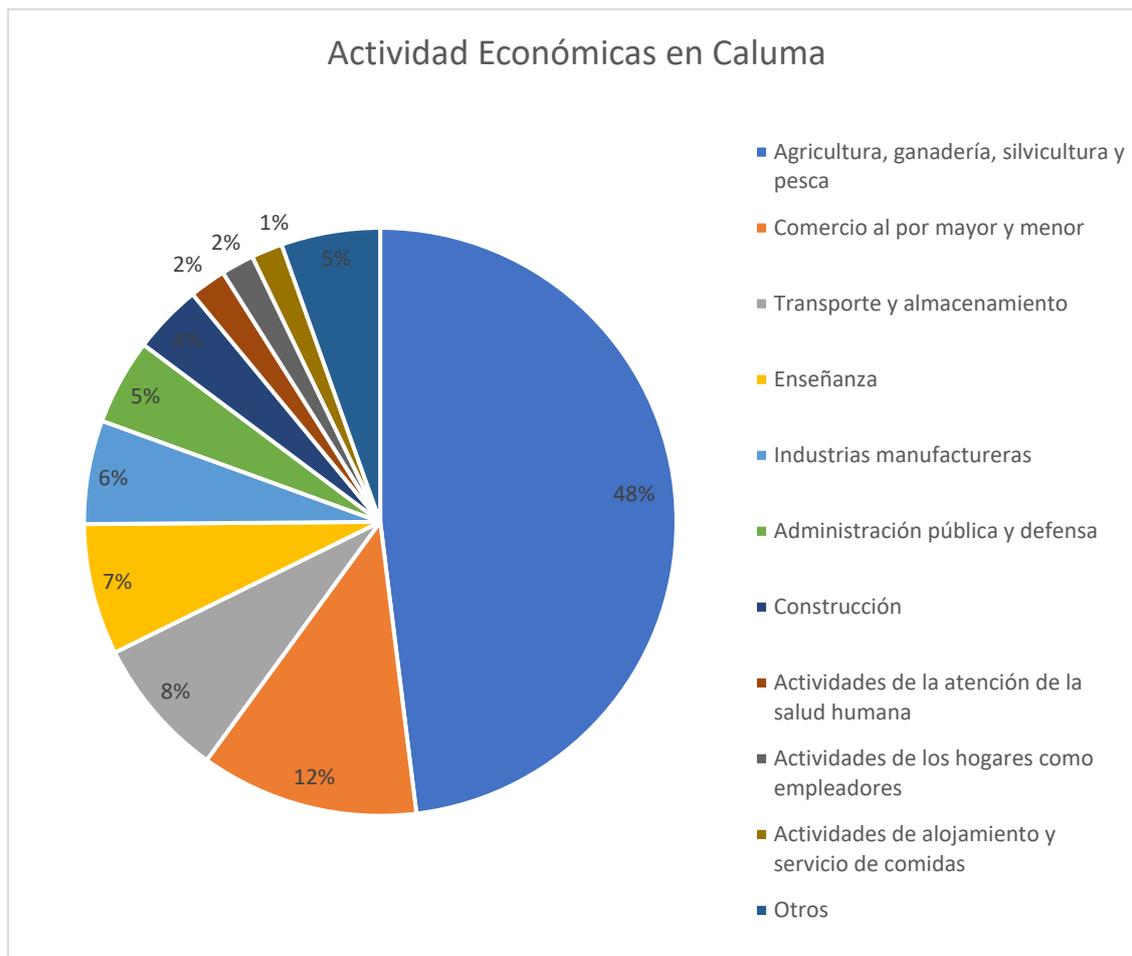


Imagen 75 Actividades económicas en Caluma [Canales & Fienco, 2022]

4.3.2.5. Servicios básicos

El recinto de Charquiyacu cuenta con servicios de abastecimiento de agua de consumo humano mediante una distribución agua entubada de pozo, por otro lado, el suministro de energía eléctrica es proporcionado por la red nacional.

Cabe mencionar que no existe sistema de recolección de aguas residuales en el sector. Como resultado, las aguas negras y grises son descargadas directamente al afluente, esto genera una carga contaminante importante hacia el río Charquiyacu.

Por parte de servicios de salud, el sector cuenta con un centro de salud tipo A, con servicio de consulta de medicina general, odontología y salud mental.



Imagen 76 Centro de Salud Charquiyacu [Google MAPS, 2021]

4.3.2.6. Áreas de préstamo

Para el desarrollo de este proyecto se definió como área de préstamo directo el material dragado del río en la reconstrucción geométrica. La obtención de los demás materiales como el agregado grueso, hormigón, y otros materiales de construcción será vía proveedores en la ciudad de Caluma, dado que la magnitud del proyecto no es considerable.

4.3.2.7. Vías de acceso

Las vías de acceso identificadas en la fase de construcción del proyecto son la vía Caluma- Charquiyacu y la vía Charquiyacu- Guaranda. Ambas vías de tráfico medio se implementan como transporte público y mercantil entre los cantones y recintos antes mencionado. Para ello, se contempla la creación de un plan vial que permita gestionar el tráfico generado por las actividades constructivas en el sitio. A continuación, se presentan las vías de acceso del proyecto.

MAPA DE VÍAS DE ACCESO

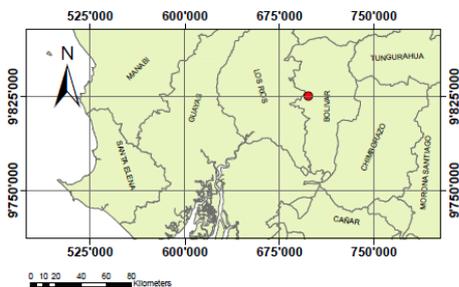
espol

FICT
Facultad de Ingeniería en
Ciencias de la Tierra

SIMBOLOGÍA

- VÍAS TERRESTRES
- POBLADO CHARQUIYACU
- CANTÓN CALUMA

MAPA DE UBICACIÓN DE CALUMA EN EL ECUADOR



MAPA DE VÍAS DE ACCESO AL POBLADO CHARQUIYACU

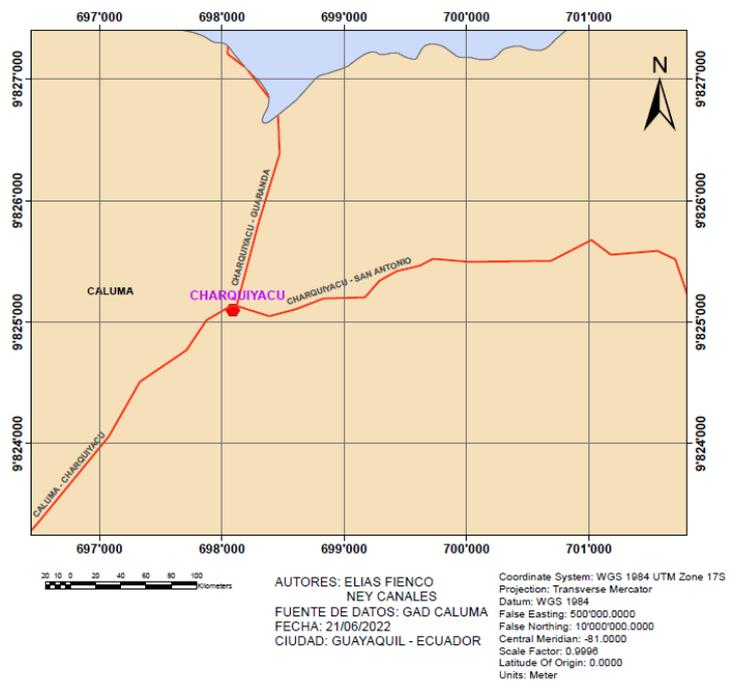


Imagen 77 Mapa de vías de acceso del proyecto [Canales & Fienco, 2022]

4.3.2.8. Cultura

La comunidad de Charquiycu se caracteriza principalmente por su asentamiento de las viviendas en las riberas del río; la mala distribución territorial representa un riesgo a sus habitantes.

Continuamente se ha construido muros de gaviones, los cuales son destruidos en las crecientes posteriores. La falta de criterio técnico debido a la ausencia de profesionales capacitados para la toma de decisiones ha llegado a constituir una idiosincrasia, donde los habitantes no toman acción hacia la mejora continua de su comunidad.

4.4. Actividades del proyecto

A continuación, se detalla las actividades involucradas en cada una de las fases de este proyecto “Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos crítico del río Caluma en la comunidad de Charquiycu”. Estas contemplan la producción de afectaciones ambientales. Debido a que este proyecto pretende implementar una solución nueva, se estableció las siguientes fases: construcción, operación y abandono/cierre.

- Fase de construcción

La fase constructiva involucra la adecuación de los lugares en lo que se va a realizar el proyecto, tanto en el terreno como en los caminos de ingreso de la maquinaria. Se prepara las instalaciones de uso del personal, sitios de trabajo para reconstrucción del cauce mediante un dragado y el tratamiento de consolidación en las riberas del río.

- Fase de operación

En los procesos operativos se evidencia el funcionamiento de la propuesta. Por otra parte, el mantenimiento se establece para la limpieza de las riberas del cauce con el propósito de evitar la acumulación de palizada y el crecimiento de plantas.

- Fase de cierre

En la etapa de cierre se ha identificado alteraciones en el uso de suelo debido al tratamiento planteado. Desde luego, se desarrolla a partir de la modificación en las velocidades del cauce lo que a su vez ha provocado la acumulación de sedimentos y/o palizadas en las riberas; y la existencia de un aporte contaminante debido al hormigón inyectado en la zona.

A continuación, se describen las fases del proyecto con las actividades y acciones ambientales.

Tabla 19 Acciones ambientales del proyecto [Canales & Fienco, 2022]

Fases	Código	Actividades	Acción Ambiental
Construcción	A0 1	Desbroce, limpieza y nivelación del terreno.	Generación de fuente de empleo
			Alteración de la cubierta terrestre
			Generación de polvo / Contaminación al aire
			Generación de contaminación auditiva
			Generación de escombros y/o residuos
	A0 2	Instalación de campamento	Alteración de la cubierta terrestre
			Generación de contaminación auditiva
	A0 3	Dragado de río	Dragado de cuerpos de agua
			Generación de polvo / Contaminación al aire
			Control del río y modificación del caudal
			Generación de contaminación auditiva
			Generación de empelo
	A0 4	Señalización vías de acceso	Manejo y control del tráfico
			Modificación al paisaje
	A0 5	Construcción de estructura de consolidación	Control de la erosión, cultivos en terraza o bancadas
			Generación de polvo / Contaminación al aire
			Generación de contaminación auditiva
			Generación de tráfico en vías de acceso
			Afectación a las propiedades del suelo
			Afectación a al uso de suelo por voladuras y perforaciones
Control del río y modificación del caudal			
Operación	A0 6	Mantenimiento de la obra	Generación de contaminación auditiva
			Generación de escombros y/o residuos
			Generación de polvo / Contaminación al aire
			Afectación al paisaje
			Modificación de los niveles del agua del río

Cierre y abandono	y	A07	Cierre de la infraestructura	Alteración del uso de suelo
				Afectación a las actividades económicas del sector
				Alteración de la a la productividad agrícola
				Generación de escombros y/o residuos

4.5. Identificación de impactos ambientales

Para la identificación del impacto ambiental basado en las actividades establecidas en el apartado. En el siguiente gráfico se muestra la estructura de la matriz causa-efecto, donde las filas representan los elementos ambientales y las columnas son las acciones que pueden ocasionar un efecto ambiental.

Tabla 20 Matriz de identificación en donde se producen los impactos ambientales [Canales & Fienco, 2022]

IDENTIFICACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES		Alteración de la cubierta terrestre	Control del río y modificación del caudal	Voladuras y perforaciones	Desmontes y rellenos	Excavaciones superficiales	Ganaderías y pastoreo	Control de la erosión, cultivos en terraza o bancadas	Control de polvo	Control de contaminación auditiva	Actuaciones sobre el paisaje	Dragado de cuerpos	Tratamiento de residuos	Afectación a la actividades económicas del sector	Manejo y control del tráfico	
		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	Calidad de Suelos	X		X	X	X	X						
AGUA	Calidad de Agua			X				X			X	X		X		
PROCESOS	Inundaciones			X							X			X		
	Erosión		X	X		X			X			X				
	Contaminación		X				X			X	X		X	X		
USOS DEL TERRITORIO	Tráfico						X				X				X	X
	Agricultura		X					X		X			X	X		
	Paisajes		X										X	X		X
	Estético		X				X			X	X	X			X	
FACTORES CULTURALES	NIVEL CULTURAL		Salud y seguridad							X	X			X		X
		C. Empleo	X	X	X	X	X					X	X	X	X	
	INFRAESTRUCTURAS	Estructuras	X	X		X				X	X	X		X	X	X

Mediante esta matriz se pudo identificar las relaciones existentes entre los factores ambientales con las acciones de causa de un posible efecto ambiental. De la matriz se puede resaltar que calidad del suelo y la infraestructura son las que presentan mayor relación, debido al propósito del proyecto el cual es mitigar la socavación.

También se puede notar que la calidad de agua es otro factor de gran importancia. Tal situación toma lugar porque las modificaciones previstas en la geometría del cauce darán como resultado un aumento de la sedimentación o acumulación de palizada y efectos en las actividades la agricultura. Como resultado, se producía la contaminación prevista en el proceso constructivo.

4.6. Valoración de impactos ambientales

4.6.1. Metodología de valoración de impacto

4.6.1.1. Valoración de índice de importancia

Entre la forma de valoración cualitativa están la valoración simple establecida por (Garmendia et al., 2005), la cual considera un criterio de valoración entre 1 y 8.

Tabla 21 Valores asignados a las características de cada Impacto (Garmendia et al., 2005)

CARACTERÍSTICAS	PARAMETROS	PONDERACIÓN
SIGNO	Impacto Beneficioso	+
	Impacto Perjudiciales	-
EXTENSIÓN (E)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
PERSISTENCIA (P)	Temporal	1
	Permanente	3
RECUPERABILIDAD (Rc)	Recuperable	1
	Irrecuperable	3

ACUMULACIÓN (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
	Sinérgico	5
INTENSIDAD (In)	Baja	1
	Media	4
	Alta	8
REVERSIBILIDAD (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3

La fórmula de valoración cualitativa se describe a continuación:

$$Im = \pm(A + E + In + P + Rv + Rc) \quad (4.1)$$

En la cual Im representa el índice de importancia, el cual requiere una normalización para la comparación entre los impactos y las alternativas.

Normalizar los valores permite establecer una escala de importancia calculada al emplear la siguiente fórmula:

$$I_{N1} = \pm \frac{|Im| - \text{mínimo}}{\text{máximo} - \text{mínimo}} \quad (4.2)$$

Una vez empleado la normalización del valor, dicho valor se multiplica por el valor de 10 para normalizar la importancia respetando el signo que se estableció con anterioridad.

4.6.1.1.1. Valoración de índice total de Impacto

López (2013) plantea los factores y valores establecidos para el cálculo del índice de impacto, a continuación, se detalla las características sus respectivos valores.

Tabla 22 Valores asignados a las características de cada impacto (López, 2013)

CARACTERÍSTICAS	PARAMETROS	PONDERACIÓN
SIGNO	Beneficioso	+
	Perjudiciales	-
EXTENSIÓN (E)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
DISTRIBUCIÓN (D)	Puntual	0.5

	Continua	1
Oportunidades (O)	Oportunas	1
	Inoportunas	2
TEMPORALIDAD (T)	Infrecuentes	0.5
	Frecuentes	1
	Permanentes	2
REVERSIBILIDAD (R)	Reversible	1
	Irreversible	2
MAGNITUD(M)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3

Para el cálculo del impacto total se emplea la siguiente fórmula

$$IT = ((M \times T + O) + (E \times D)) \times R \times S \quad (4.3)$$

4.6.1.1.2. Valoración de Cualitativa de Impacto ambiental

La valoración cualitativa de (Tito, 2020) permite establecer el índice de importancia de la solución, el rango de valoración designada se encuentra entre valores del 1 al 10.

La fórmula de valoración establecida por este autor indica lo siguiente:

$$Imp = We \times E + Wd \times D + Wr \times R \quad (4.4)$$

$$IA = \pm \sqrt{Imp \times |Mag|} \quad (4.5)$$

Donde:

Imp: Valoración de importancia ambiental.

E: Valoración de Extensión.

We: Peso de Extensión.

D: Valoración de Duración.

Wd: Peso de duración.

R: Valor de Reversibilidad.

Wr: Peso de Reversibilidad.

IA: Valoración de Impacto Ambiental.

Mag: Valores de Magnitud.

Las escalas de valoración establecida resultante se presentan a continuación:

Tabla 23 Escala de valoración cualitativa [Tito, 2020]

Magnitud	Puntaje
Alteración mínima al factor ambiental	[1 - 2.5]
Alteración considerable al factor ambiental	5
Alteración elevada al factor ambiental	(7.5 - 10]

Tabla 24 Escala de valoración cualitativa [Tito, 2020]

Calificación del Impacto Ambiental	Valor del índice de impacto ambiental (IA)
Altamente significativo	$ IA \geq 6,5$
Significativo	$6,5 > IA \geq 4,5$
Despreciable	$ IA < 4,5$
Benéfico	$IA \geq 0$

A continuación, se explica como ejemplo el proceso de valoración de impacto ambiental para la actividad “Dragado de Cuerpos” en cuanto al factor “Calidad de agua”. Los otros impactos producidos por el resto de las actividades de la obra se los ha valorado mediante el mismo procedimiento; de hecho, no se consideró necesario describirlos con mas en el texto.

- Acción ambiental: Dragado de Cuerpos
- Elemento afectado: Agua
- Fase: Construcción

Es esta fase de construcción la que plantea la modificación de la geometría de ciertos sectores, además del reforzamiento para minimizar la erosión en las riberas del río.

Valoraciones según (Garmendia et al, 2005)

- Signo: negativo (-)

El dragado del material permitirá eliminar las reducciones del cauce y minimizar la erosión. La calidad del agua se verá afectada debido a la resuspensión de sedimentos que resultará en un aumento de la carga contaminante.

- Extensión (E): Parcial 2

Los trabajos de dragado se realizarán en diversos puntos a lo largo de un tramo de estudio de casi 2 kilómetros en el borde de la ribera derecha en dirección del flujo del río.

- Intensidad (In): Media 4

Se ha establecido una afectación con una intensidad media debido que el río ya presenta una alta carga contaminante resultado de las descargas de agua residuales por parte de los moradores del sector en las riberas del río.

- Persistencia (P): Permanente 3

Como se ha establecido la acción de dragado del cuerpo se considera persistencia permanente ya que sus efectos seguirán hasta posterior al cierre de la obra.

- Reversibilidad (Rv): Reversible 1

La afectación del grado se considera reversible. Se ha estimado que en algún momento el río se restaura, porque los sectores han sido modificados por la maquinaria, ya sea por el mismo transporte de sedimentos o repercusión de avenidas no registradas.

- Recuperabilidad (Rc): Irrecuperable 3

Las afectaciones y/o modificaciones al cauce pueden ser reversibles, pero no recuperables. Debido a que no se podría dar una reconstrucción similar al 100% del estado actual en que se encuentra ni de manera natural, ni tampoco por intervención de la mano del hombre.

- Acumulación (A): Simple 1

Se estima una acumulación de impacto simple pues bien esto posiblemente aumentará la carga contaminante, el impacto generado no equipará la contaminación proveniente de otros factores.

Valoración factores del impacto según López (2013)

- Signo: negativo (-)

El dragado del material permitirá eliminar las reducciones del cauce y minimizar la erosión. La calidad del agua se verá afectada debido a la re-suspensión de sedimentos que resultará en un aumento de la carga contaminante.

- Extensión (E): Parcial 2

Los trabajos de dragado se realizarán en diversos puntos a lo largo de un tramo de estudio de casi 2 kilómetros en el borde de la ribera derecha en dirección flujo del río.

- Magnitud (M): Media 2

Se ha establecido una afectación con una magnitud media debido a que el río ya presenta una alta carga contaminante resultado de las descargas de agua residuales por parte de los moradores del sector.

- Oportunas (O): Oportunas 1

Realizar los trabajos de dragado en el cauce generan la oportunidad de evidenciar la carga contaminante generada por descargas ilegales al cauce y de esta manera tomar acciones de recuperación de la calidad de agua. Además, genera fuentes de empleos a los moradores mientras dure la construcción de la obra.

- Distribución: Continuas 1

Este impacto se lo ha categorizado como continuo debido a que la re-suspensión de sedimentos producida por la actividad de dragado no solamente va a afectar a la columna de agua en el sitio de dragado. Sino que también podría afectar a la calidad de agua del río en algunos kilómetros aguas abajo del sitio de dragado.

- Temporalidad: Frecuente 1

El impacto que se tiene contemplado por el dragado en la calidad de agua se la consideró frecuente, pues las repercusiones con el aumento de sedimentos en el cauce se estiman en época seca debido a la ausencia de lluvia.

- Reversibilidad (Rv): Reversible 1

La afectación del grado se considera reversible, dado que el río se restaura nuevamente en algún instante a medida que avanza el tiempo. A pesar de que los sectores han sido modificados por la maquinaria, o más bien, por el mismo transporte de sedimentos o repercusión de avenidas no registradas.

Cálculo de la importancia según Garmendia et al, 2005

$$Im = -(2 + 4 + 3 + 1 + 3 + 1) = -14$$

Para normalizar el valor se toma en cuenta los máximos y mínimos de todos los cálculos de las intervenciones acción- factor

$$I_{N1} = -\frac{14 - (-15)}{16 - (-15)} * 10 = 0.32$$

Cálculo del impacto de acuerdo con López, 2013

$$IT = ((2 \times 1 + 1) + (2 \times 1)) \times 1 \times -1 = -6$$

El cálculo de impacto se realizó mediante el modelo de López, el cual emplea parámetros similares a los detallados en el cálculo de la importancia.

Una vez obtenido los resultados de la importancia como del impacto se estableció la matriz de Leopold. Esta tiene valores de 1 a10, de acuerdo con la magnitud del impacto de las actividades a desarrollar en el proyecto. Por otro lado; la escala de la importancia se restringió entre 1-20, además se considera el signo si la acción es favorable o desfavorable.

Cálculo de la valoración de impacto ambiental

La valoración del impacto ambiental se obtuvo mediante el índice de importancia e índice de impacto total, empelado la ecuación de (Tito,2020) que se muestra a continuación:

$$IA = \pm\sqrt{Imp \times |Mag|}$$

$$IA = -\sqrt{14 * 6}$$

$$IA = -9.17$$

A continuación, se detalla cada una de las tablas donde se especifican los valores de la importancia en cada relación, lo mismo con el cálculo del impacto. Finalmente, se muestra la matriz de Leopold la cual relaciona el impacto con la importancia.

Tabla 25 Discretización de la valoración de importancia ambiental. [Canales & Fienco, 2022]

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																			
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																			
IMPORTANCIA	A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN			EXTRACCIÓN DE RECURSOS	E. ALTERACIÓN DEL TERRENO					K. SOCIAL		Impactos					
	Alteración de la cubierta terrestre	Control del río y modificación del caudal	Voladuras y perforaciones	Desmontes y rellenos	Excavaciones superficiales	Control de la erosión, cultivos en terraza o bancadas	Control de polvo	Control de contaminación auditiva	Dragado de cuerpos	Tratamiento de residuos	Afectación a la actividades económicas del sector	Manejo y control del tráfico	+				-	Total	
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	Calidad de Suelos	-6	-14	-15	-7	-11	16											
	2. AGUA	Calidad de Agua		-12	-10	-6					-14	11							
	3. ATMÓSFERA	Calidad (gases, partícula)	-8		-10		-8		11			9							
	4. PROCESOS	Inundaciones		12	-11							14							
		Erosión	-6	14					15										
		Contaminación	-9	-12	-11					10		-12	14						
	C. FACTORES CULTURALES	1. USOS I	Tráfico	-8				-6		6					14	14			
Agricultura			-10				-11	12						-10					
2. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS		Paisajes	-6	8														-6	
		Acceptabilidad	-8	-10			-12			10	12				-11	-11			
		Salud y seguridad		8							14		10	-14	12				
3. SERVICIOS E INFRAESTR.	Empleo	8	6	8	6	8					8	8	-14						
	Estructuras		-12	-14										12					
Impactos	Positivos (+)		1	5	1	1	1	4	4	2	2	5	2	2	30	34	64		
	Negativos (-)		8	5	6	2	5	0	0	0	2	0	4	2	34				
	Total		9	10	7	3	6	4	4	2	4	5	6	4	64	Totales			

Tabla 26 Discretización parametrizada de los valores de la importancia ambiental. [Canales & Fienco, 2022]

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																													
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																													
IMPORTANCIA															A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN		EXTRACCIÓN DE RECURSOS	E. ALTERACIÓN DEL TERRENO					K. SOCIAL		Impactos		
															Alteración de la cubierta terrestre	Control del río y modificación del caudal	Voladuras y perforaciones	Desmontes y rellenos	Excavaciones superficiales	Control de la erosión, cultivos en terraza o bancadas	Control de polvo	Control de contaminación auditiva	Dragado de cuerpos	Tratamiento de residuos	Afectación a la actividades económicas del sector	Manejo y control del tráfico			
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	Calidad de Suelos	2.90	0.32	0.00	2.58	1.29	10.00	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	14	0	14												
		2. AGUA	Calidad de Agua	4.84	0.97	1.61	2.90	4.84	4.84	4.84	4.84	0.32	8.39	4.84	4.84	12	0	12											
			Calidad (gases, partícula)	2.26	4.84	1.61	4.84	2.26	4.84	8.39	4.84	4.84	7.74	4.84	4.84	12	0	12											
	4. PROCESOS	Inundaciones	4.84	8.71	1.29	4.84	4.84	8.71	4.84	4.84	9.35	4.84	4.84	4.84	12	0	12												
		Erosión	2.90	9.35	4.84	4.84	4.84	9.68	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	12	0	12												
		Contaminación	1.94	0.97	1.29	4.84	4.84	4.84	8.06	4.84	0.97	9.35	4.84	4.84	12	0	12												
		Tráfico	2.26	4.84	4.84	4.84	2.90	4.84	6.77	4.84	4.84	4.84	9.35	9.35	12	0	12												
	C. FACTORES CULTURALES	1. USOS E INTERESES	Agricultura	1.61	4.84	4.84	4.84	1.29	8.71	4.84	4.84	4.84	4.84	1.61	4.84	12	0	12											
			Paisajes	2.90	7.42	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	2.90	12	0	12											
		4. NIVEL CULTURAL	Acceptabilidad	2.26	1.61	4.84	4.84	0.97	4.84	8.06	8.71	4.84	4.84	1.29	1.29	12	0	12											
Salud y seguridad			4.84	7.42	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	9.35	4.84	8.06	0.32	8.71	12	0	12												
Empleo			7.42	6.77	7.42	6.77	7.42	4.84	4.84	4.84	7.42	7.42	0.32	4.84	12	0	12												
5. SERVICIOS E INFRAESTR.	Estructuras	4.84	0.97	0.32	4.84	4.84	0.00	4.84	4.84	4.84	4.84	8.71	4.84	11	0	11													
Impactos	Positivos (+)	71	71	70	71	85	70	71	71	71	71	71	71	867	0	867													
	Negativos (-)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
	Total	71	71	70	71	85	70	71	71	71	71	71	71	867	0	867													

Tabla 27 Discretización de la valoración de impacto ambiental. [Canales & Fienco, 2022]

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																													
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																													
IMPACTO															A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN			E. ALTERACIÓN DEL TERRENO					K.SOCIAL		Impactos		
															Alteración de la cubierta terrestre	Control del río y modificación del caudal	Voladuras y perforaciones	Desmontes y rellenos	Excavaciones superficiales	Control de la erosión, cultivos en terrazas o bancadas	Control de polvo	Control de contaminación auditiva	Dragado de cuerpos	Tratamiento de residuos	Afectación a la actividades económicas del sector	Manejo y control del tráfico			
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	Calidad de Suelos	-4	-6	-8	-2.5	-4	3.5								1	5	6											
	2. AGUA	Calidad de Agua		-20	-2.5	-2					-6	4				1	4	5											
	3. ATMÓSFERA	Calidad (gases, partícula)	-2		-2		-2		3			4				2	3	5											
	4. PROCESOS	Inundaciones		14	-5.5				4		-4.5					2	2	4											
		Erosión	-4	-6					12							1	2	3											
		Contaminación	-4	-6	-8				3.5		8	12				3	3	6											
	C. FACTORES CULTURALES	1. USOS	Tráfico	-4.5				-5		-3.5				4.5	5	2	3	5											
Agricultura			-5				-4	4.5					5		2	2	4												
3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS		Paisajes	-4	6										6	2	1	3												
		Acceptabilidad	-6	10				10		6	8			7	6	1	7												
4. NIVEL CULTURAL		Salud y seguridad		10							-6		10	-8	8	3	2	5											
		Empleo	3	4	3	3	3					4	4	-5		7	1	8											
		Estructuras		8	12									-8		2	1	3											
Impactos		Positivos (+)	1	6	2	1	2	4	3	1	2	5	3	4	34	30	64												
		Negativos (-)	8	4	5	2	4	0	1	1	2	0	3	0	30														
		Total	9	10	7	3	6	4	4	2	4	5	6	4	64		Totales												

Tabla 28 Matriz de Leopold de la propuesta de proyecto. [Canales & Fienco, 2022]

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES															Impactos			
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES															+	-	Total	
IMPACTO IMPORTANCIA	A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN			E. ALTERACIÓN DEL TERRENO					K.SOCIAL							
	Alteración de la cubierta terrestre	Control del río y modificación del caudal	Voladuras y perforaciones	Desmontes y rellenos	Excavaciones superficiales	Control de la erosión, cultivos en terraza o bancadas	Control de polvo	Control de contaminación auditiva	Dragado de cuerpos	Tratamiento de residuos	Afectación a las actividades económicas del sector	Manejo y control del tráfico						
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	Calidad de Suelos	-4/6	-6/-14	-8/-15	-3/-7	-4/-11	4/16								1	5	6
	2. AGUA	Calidad de Agua		-20/-12	-3/-10	-2/-6					-6/-14	4/11				1	4	5
	3. ATMÓSFERA	Calidad (gases, partícula)	-2/-8		-2/-10		-2/8		3/11			4/9				2	3	5
	4. PROCESOS	Inundaciones		14/12	-6/11			4/12			-5/14					2	2	4
		Erosión	-4/-6					12/15								1	2	3
		Contaminación	-4/-9	-6/-12	-8/-11				4/10		8/-12	12/14				3	3	6
	C. FACTORES CULTURALES	1. USOS	Tráfico	-5/				-5/	-4/							5	5	
3. ESTÉTICOS Y DE INTERESES		Agricultura	-5/-10				-4/-11	5/12							5	-10		
		Paisajes	-4/-6	6/-10												6	-6	
4. NIVEL CULTURAL		Acceptabilidad	-6/-8	10/-10			10/-12		6/10	8/12					7/-11	7/-11		
		Salud y seguridad		10/8						-6/14		10/10			-8/-14	8/12		
		Empleo	3/8	4/6	3/8	3/6	3/8				4/8	4/8			-5/-14			
5. SERVICIOS E INFRAESTR.		Estructuras		8/-12	12/-14										-8/12			
Impactos		Positivos (+)	1	6	2	1	2	4	3	1	2	5	3	4	34	30	64	
		Negativos (-)	8	4	5	2	4	0	1	1	2	0	3	0	30			
		Total	9	10	7	3	6	4	4	2	4	5	6	4	64	Totales		

Tabla 29 Matriz resultante de la valoración de impacto ambiental [Canales & Fienco, 2022]

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																		
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																		
	A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN		B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN		C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS		E. ALTERACIÓN DEL TERRENO					K. OTROS		Impactos				
	Alteración de la cubierta terrestre	Control del río y modificación del caudal	Voladuras y perforaciones	Desmontes y rellenos	Voladuras y perforaciones	Excavaciones superficiales	Control de la erosión, cultivos en terraza o bancadas	Cierre de minas y control de vertederos	Recuperación de zonas de minería a cielo abierto	Dragado de cuerpos	Aterramientos y drenajes	Afectación a la actividades económicas del sector	Manejo y control del tráfico					
2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE	A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS																	
	1. TIERRA		Calidad de Suelos	-4.90	-9.17	-10.95	-4.18	0.00	-6.63	7.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.48	-35.84	-28.35
	2. AGUA		Calidad de Agua	0.00	-15.49	-5.00	-3.46	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.17	6.63	0.00	0.00	6.63	-33.12	-26.49
	3. ATMÓSFERA		Calidad (gases, partícula)	-4.00	0.00	-4.47	0.00	0.00	-4.00	0.00	5.74	0.00	0.00	0.00	0.00	11.74	-12.47	-0.73
	4. PROCESOS		Inundaciones	0.00	12.96	-7.78	0.00	0.00	0.00	6.93	0.00	0.00	-7.94	0.00	0.00	19.89	-15.72	4.17
			Erosión	-4.90	-9.17	0.00	0.00	0.00	0.00	13.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.42	-14.06	-0.65
			Contaminación	-6.00	-8.49	-9.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5.92	0.00	9.80	12.96	0.00	28.68	-23.87	4.81
	5. USOS I		Agricultura	-7.07	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.63	7.35	0.00	0.00	0.00	7.07	0.00	14.42	-13.70	0.72
	6. USOS II		Paisajes	-4.90	7.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	13.75	-4.90	8.85
	7. USOS III		Acceptabilidad	-6.93	10.00	0.00	0.00	0.00	10.95	0.00	7.75	9.80	0.00	8.77	8.77	56.05	-6.93	49.12
	8. USOS IV		Salud y seguridad	0.00	8.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.17	0.00	10.00	-10.58	28.74	-19.75	8.99
	9. USOS V		Empleo	4.90	4.90	4.90	4.24	0.00	4.90	0.00	0.00	0.00	5.66	5.66	-8.37	35.15	-8.37	26.79
	10. USOS VI		Estructuras	0.00	9.80	12.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.80	0.00	22.76	-9.80	12.96
Impactos	Positivos (+)		4.90	54.35	17.86	4.24	0.00	15.85	35.18	19.41	9.80	15.45	41.25	15.85	24.57	258.71	-198.52	60.19
	Negativos (-)		-38.70	-42.31	-37.59	-7.65	0.00	-17.27	0.00	0.00	-9.17	-17.10	0.00	-28.75	0.00	-198.52		
	Total		-33.80	12.04	-19.73	-3.40	0.00	-1.41	35.18	19.41	0.63	-1.65	41.25	-12.90	24.57	60.19	Totales	

Como se puede evidenciar en la Tabla 29 la ejecución del proyecto estima valoración beneficiosa de 258.71, mientras que la valoración perjudicial resultó en -198.52. Por tanto, el análisis global del impacto ambiental evidenció un resultado positivo de 60.19. Los resultados anteriores son la suma del análisis de cada una de las intervenciones que se esperan tanto por los factores como por las acciones ambientales.

Los factores que reflejaron una valoración negativa toman en cuenta tanto la calidad del suelo y la calidad del agua debido a las modificaciones a realizar en el cauce. Por parte de las actividades ambientales, la evaluación ambiental se realizó de manera objetiva. Por ello, se ha estimado valores que reflejen los verdaderos impactos ocasionados con respecto a las relaciones como la aceptabilidad, contaminación, paisaje y la generación de empleo.

Tabla 30 Escala de valoración de impacto ambiental [Canales & Fienco, 2022]

Calificación del Impacto Ambiental	Valor del índice de impacto ambiental (IA)
Altamente Significativo negativo	"IA \geq - 6,5"
Significativo	"-6,5 > IA \geq - 4,5 "
Despreciable	"IA < -4,5"
Benéfico	"IA \geq 0"

Para cuantificar de mejor manera la valoración del impacto ambiental se realizó una escala de colores en la cual se identifican los impactos negativos, de los cuales se resalta que un 10.90% representa un impacto altamente significativo negativo. Por parte de la clasificación significativa y despreciable ambas representan un 3.21% en la valoración ambiental. En el siguiente apartado se ejecutarán las medidas de control y mitigación que permitan contrarrestar estos impactos negativos.

4.7. Medidas de prevención/mitigación

Como paso siguiente una vez realizada la valoración de impacto ambiental se necesita implementar las medidas de prevención, control o mitigación para lo cual se debe tener en cuenta los aspectos ambientales que posean un alto nivel de afectación negativa en la zona del proyecto.

A continuación, se presenta las medidas ambientales establecidas para los aspectos que reflejaron una valoración negativa o poco satisfactoria en la evaluación. Como se ha mencionado con anterioridad, la carga contaminante presente en la comunidad es relativamente alta por lo cual las siguientes medidas de control no se relaciona en el control o mitigación de dicha afectación.

Tabla 31 Medidas de mitigación y/o control del impacto ambiental [Canales & Fienco 2022]

Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Medidas propuestas
Calidad de suelo	Alteración de la cubierta terrestre	Replantación de cobertura vegetal y/o implantación de especie adaptables que ayuden a evitar procesos erosivos.
	Generación de polvo / Contaminación al aire	Control de polvo mediante riego de agua programados en las vías de acceso y en la zona de construcción
	Generación de contaminación auditiva	Monitoreo de ruido para el control de este
	Generación de escombros y/o residuos	Acopio de materiales desalojados para su clasificación y realización en caso de ser posible Plan de manejo de escombros, para ser trasladados a zona de relleno sanitario y/o botadero municipal.

Calidad del aire (gases, partículas)	Generación de polvo / Contaminación al aire	Uso de cerramiento en zona de construcción. Control de polvo mediante riego de agua programados en las vías de acceso y en la zona de construcción
	Generación de contaminación auditiva	Monitoreo de ruido y control de maquinaria, equipos y personal.
Dragado de río/ Calidad de agua	Generación de polvo / Contaminación al aire	Control de polvo mediante riego de agua programados en las vías de acceso y en la zona de construcción
	Control del río y modificación del caudal	Informe técnico del grado de contaminación para proponer posibles soluciones para reducir y/o eliminar la carga contaminante proveniente de descargas sanitarias ilegales. Propuestas de soluciones técnicas de mayor calibre para el tratamiento de extensos tramos en el río
	Generación de contaminación auditiva	Monitoreo de ruido para el control de este. Mantenimiento continuo de equipos y maquinarias
	Movimiento de tierras/ Desmontaje y rellenos	Plan de manejo de escombros, para ser trasladados a zona de relleno sanitario y/o botadero municipal. Acopio, clasificación y reciclaje de escombros y materiales granulares
vías de acceso /Tráfico	Manejo y control del tráfico	Desarrollo de plan vial para el control del tráfico y programación de horarios de ingreso y salida de maquinaria o vehículos de la zona. Plan de contingencia para entradas y salidas de maquinarias y equipos al sitio de construcción

Construcción de estructura	Generación de polvo / Contaminación al aire	Control de polvo mediante riego de agua programados en las vías de acceso y en la zona de construcción
	Generación de contaminación auditiva	Monitoreo de ruido para el control de este
	Generación de tráfico en vías de acceso	Desarrollo de plan Vial para el control del tráfico y programación de horarios de ingreso y salida de maquinaria o vehículos de la zona.
	Afectación a las propiedades del suelo	Tratamiento para mejora de suelo orgánico en caso de uso agrícola Relleno de mejoramiento importado para suelos que serán usados en construcción Estudio de suelos en los puntos de afectación
	Afectación a al uso de suelo por voladuras y perforaciones	Sondeos de estratos para verificar que el estrato resistente se encuentra en buen estado. Disposición de desalojo de material a relleno sanitario y/o botadero municipal

4.8. Conclusiones del Estudio Ambiental

- Mediante la investigación en diferentes gubernamentales se obtuvo los datos de los principales factores bióticos, abióticos y socioeconómicos de la comunidad de Charquiyacu. Además, se identificó los requisitos ambientales que son necesarios para la construcción de las alternativas de proyecto, y constatar la existencia de zonas protegidas cercanas al proyecto.
- Para estimar los impactos ambientales, primero se estableció las actividades y acciones ambientales relacionadas con las fases del proyecto, mediante las ecuaciones de Garmendia et al y López se logró estimar el índice de importancia e índice de impacto.
- La evaluación de impacto ambiental estimó una valoración positiva de 258.71 y una negativa -198.52. Por tanto, la diferencia entre ambos valores da como resultado una valoración positiva de 60.19 de manera total. Esto indica una valoración positiva poco significativa. De lo cual se resalta las afectaciones que se realizaran a la calidad del agua y la calidad del suelo de una forma significativamente negativa.
- De acuerdo con los análisis del impacto ambiental se estableció medidas de control y mitigación. Se ha considerado consecuencias negativas tanto en el suelo como el cauce. Estas son mínimas en comparación a la contaminación presente debido a descargas ilegales en el cauce y sus cercanías.

CAPÍTULO 5

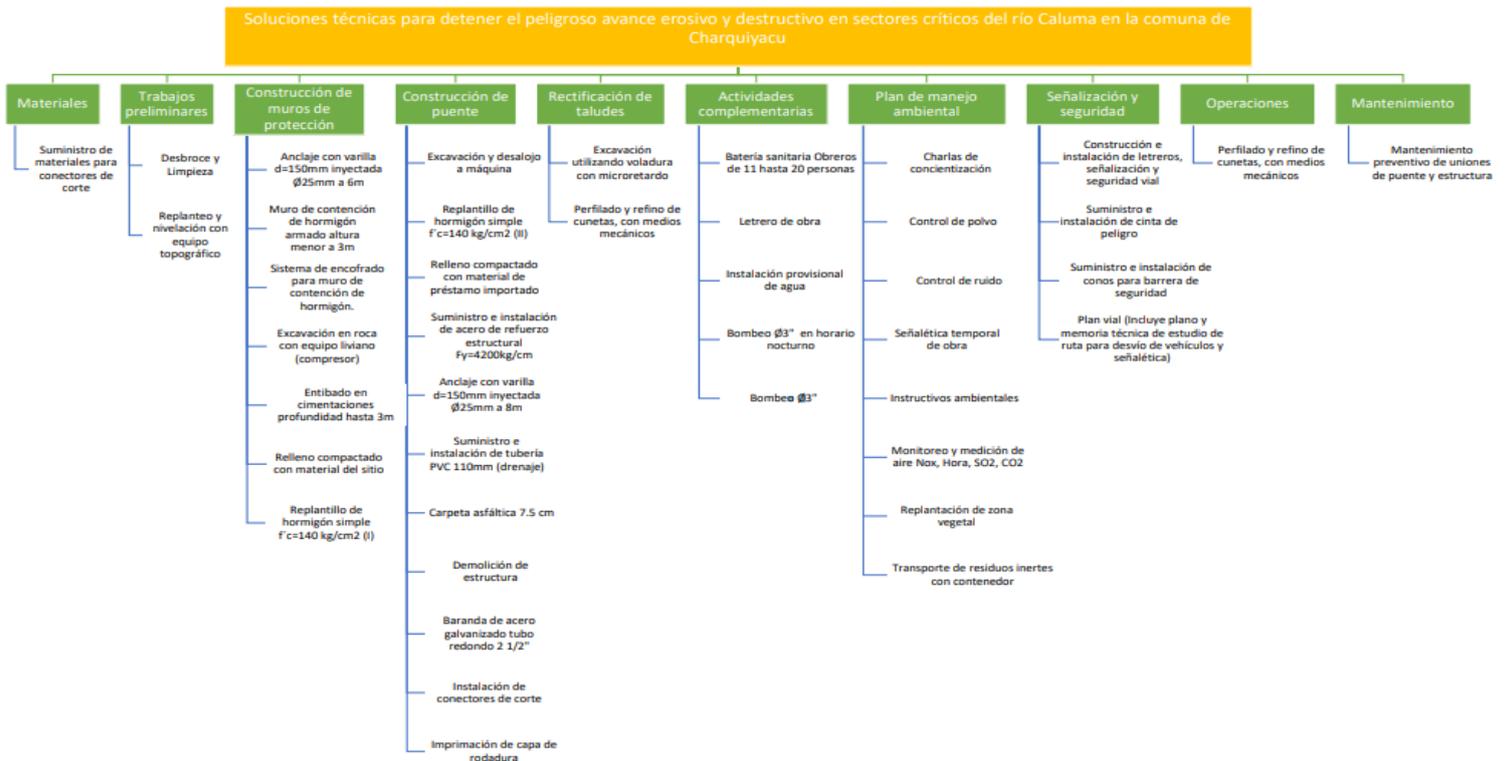
5. PRESUPUESTO

En la elaboración del presupuesto está contemplada el desglose de trabajo, el análisis de precios unitarios, detalle de costos indirectos, cálculos de cantidades, cronograma de obra.

5.1. Estructura de desglose de trabajo

Como punto de partida para la elaboración del presupuesto, se definió la estructura de desglose de trabajo (EDT), la misma donde se considera cada una de las etapas contempladas para la construcción. Posterior a ello, se determinó los rubros para cada etapa la cual se detalla en la Imagen 78.

Imagen 78 EDT actividades de proyecto en Charquiyacu [Canales & Fienco, 2022]



5.2. Descripción del análisis de costos unitarios de obra

La descripción detallada de los costos relacionados con equipos, maquinarias, mano de obra, materiales y transporte para cada una de las actividades a desarrollarse en la ejecución del proyecto se muestran en el Apéndice 2B.

5.3. Análisis de costos unitarios de obra

La descripción de los rubros contemplado en el análisis de precios unitarios se adjunta en el apéndice 1B. A continuación, se detalla el costo establecido en cada una de las fases del proyecto con el respectivo porcentaje representativo del monto total.

Tabla 32 Resumen de presupuesto de Obra [Canales & Fienco, 2022]

Fases del Proyecto		Precio	Porcentaje
1	Suministro	\$ 15 360.00	4.73%
2.1	Trabajos preliminares	\$ 7 061.64	2.18%
2.2	Construcción de muros de protección	\$ 17 876.74	5.51%
2.3	Construcción de puente	\$226 908.25	69.95%
2.4	Rectificación de taludes	\$ 24 209.20	7.46%
3	Actividades complementarias	\$ 5 415.83	1.67%
4.1	Plan de manejo ambiental, señalética y seguridad	\$ 9 129.66	2.81%
4.2	Señalización y seguridad	\$ 4 189.86	1.29%
5	Operaciones y mantenimiento	\$ 14 257.06	4.39%
TOTAL		\$324 408.24	100.00%

Para las soluciones del proyecto, se considera un presupuesto preliminar sin incluir el IVA es de \$324408.24 dólares americanos, donde el diseño de puente tiene el mayor porcentaje del presupuesto con 69.95% del total.

5.4. Descripción de cantidades de obra

Las cantidades totales de suministros y actividades para el desarrollo de la obra civil fueron calculadas acorde a los planos presentados. Estos son evidenciados en la sección de Apéndice 3B. Cabe recalcar que las cantidades están sujetas a cambios durante la ejecución a pedido de la fiscalización o el cliente bajo criterios técnicos ingenieriles.

5.5. Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

A continuación, en la Tabla 33 se detalla el presupuesto del proyecto, en el cual se contempla un 20% de costo indirectos y el impuesto del 12% de IVA.

Tabla 33 Presupuesto de obra [Canales & Fienco, 2022]

PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL						
No.	Código	Descripción del rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	1	Materiales				\$ 15 360.00
2	1.1	Suministro				\$ 15 360.00
3	1.1.1	Suministro de materiales para conectores de corte	u	8.00	\$ 1 920.00	\$ 15 360.00
4	2	Obra civil				\$ 276 055.83
5	2.1	Trabajos preliminares				\$ 7 061.64
6	2.1.1	Desbroce y Limpieza	m ²	1484.01	\$ 1.40	\$ 2 083.10
7	2.1.2	Replanteo y nivelacion con equipo topográfico	m ²	2361.24	\$ 2.11	\$ 4 978.54
8	2.2	Construcción de muros de protección				\$ 17 876.74
9	2.2.1	Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 6m	m	84.00	\$ 104.93	\$ 8 814.23
10	2.2.2	Muro de contención de hormigón armado altura menor a 3m	m ³	13.50	\$ 185.59	\$ 2 505.40
11	2.2.3	Sistema de encofrado para muro de contención de hormigón.	m ²	113.82	\$ 17.18	\$ 1 954.93
12	2.2.4	Excavación en roca con equipo liviano (compresor)	m ³	81.84	\$ 38.98	\$ 3 189.79
13	2.2.5	Entibado en cimentaciones profundidad hasta 3m	m ²	46.50	\$ 8.60	\$ 399.84
14	2.2.6	Relleno compactado con material del sitio	m ³	67.50	\$ 8.31	\$ 560.85
15	2.2.7	Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 (I)	m ³	3.00	\$ 150.57	\$ 451.70
16	2.3	Construcción de puente				\$ 226 908.25
17	2.3.1	Excavacion y desalojo a máquina	m ³	301.62	\$ 5.81	\$ 1 752.53
18	2.3.2	Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 (II)	m ³	16.50	\$ 144.78	\$ 2 388.94
19	2.3.3	Relleno compactado con material de préstamo importado	m ³	70.00	\$ 22.08	\$ 1 545.47
20	2.3.4	Suministro e instalación de acero de refuerzo estructural Fy=4200kg/cm	kg	45796.67	\$ 2.63	\$ 120 654.19
21	2.3.5	Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 8m	m	352.00	\$ 115.37	\$ 40 608.85
22	2.3.6	Suministro e instalación de tubería PVC 110mm (drenaje)	m	11.60	\$ 13.18	\$ 152.91
23	2.3.7	Carpeta asfáltica 7.5 cm	m ²	332.50	\$ 13.08	\$ 4 348.51
24	2.3.8	Demolición de estructura	m ²	185.25	\$ 100.05	\$ 18 534.87
25	2.3.9	Baranda de acero galvanizado tubo redondo 2 1/2"	m	54.00	\$ 45.99	\$ 2 483.68
26	2.3.10	Instalación de conectores de corte	u	8.00	\$ 122.31	\$ 978.44
27	2.3.11	Imprimación de capa de rodadura	m ²	332.50	\$ 0.72	\$ 239.40
28	2.3.12	Hormigón f'c=280kg/cm ² para estructuras. Incluye encofrado y apuntalamiento.	m ³	190.50	\$ 174.39	\$ 33 220.46
29	2.4	Rectificación de taludes				\$ 24 209.20
30	2.4.1	Excavación utilizando voladura con microretardo	m ³	37.50	\$ 358.86	\$ 13 457.18
31	2.4.2	Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos	m ²	3829.50	\$ 2.81	\$ 10 752.02
32	3	Actividades complementarias				\$ 5 415.83
33	3.1	Bateria sanitaria Obreros de 11 hasta 20 personas	u	5.00	\$ 342.05	\$ 1 710.24
34	3.2	Letrero de obra	u	30.00	\$ 64.57	\$ 1 937.16
35	3.3	Instalación provisional de agua	u	6.00	\$ 68.63	\$ 411.77
36	3.4	Bombeo Ø3" en horario nocturno	d	12.00	\$ 60.00	\$ 720.02
37	3.5	Bombeo Ø3"	d	38.00	\$ 16.75	\$ 636.64
38	4	Plan de manejo ambiental, señalética y seguridad				\$ 13 319.52
39	4.1	Plan de manejo ambiental				\$ 9 129.66
40	4.1.1	Charlas de concientización	u	27.00	\$ 130.97	\$ 3 536.28
41	4.1.2	Control de polvo	m ³	47.00	\$ 9.85	\$ 462.86
42	4.1.3	Control de ruido	u	20.00	\$ 25.40	\$ 508.05
43	4.1.4	Señalética temporal de obra	u	17.00	\$ 63.71	\$ 1 083.00
44	4.1.5	Instructivos ambientales	m ²	16.00	\$ 1.29	\$ 20.65
45	4.1.6	Monitoreo y medición de aire Nox, Hora, SO2, CO2	h	9.00	\$ 71.70	\$ 645.33
46	4.1.7	Replantación de zona vegetal	m ²	60.00	\$ 24.61	\$ 1 476.50
47	4.1.8	Transporte de residuos inertes con contenedor	u	11.00	\$ 127.00	\$ 1 396.99
48	4.2	Señalización y seguridad				\$ 4 189.86
49	4.2.1	Construcción e instalación de letreros, señalización y seguridad vial	global	10.00	\$ 154.83	\$ 1 548.33
50	4.2.2	Suministro e instalación de cinta de peligro	m	385.00	\$ 0.19	\$ 74.43
51	4.2.3	Suministro e instalación de conos para barrera de seguridad	u	36.00	\$ 19.33	\$ 696.00
52	4.2.4	para desvío de vehículos y señalética)	global	1.00	\$ 1 871.10	\$ 1 871.10
52	5	Operaciones y mantenimiento				\$ 14 257.06
53	5.1	Operaciones				\$ 11 168.02
54	5.1.1	Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos	día	15.00	\$ 744.53	\$ 11 168.02
55	5.2	Mantenimiento				\$ 3 089.04
56	5.2.1	Mantenimiento preventivo de uniones de puente y estructura	u	2.00	\$ 1 544.52	\$ 3 089.04
SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO						\$ 324 408.24
SUMA DE COSTO DIRECTO						\$ 324 408.24
COSTO INDIRECTO ***						20% \$ 54 068.04
SUBTOTAL (SIN IVA)						\$ 324 408.24
12% IVA						12% \$ 38 928.99
SUBTOTAL (CON IVA)						\$ 363 337.23
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO						\$ 363 337.23

Trescientos sesenta y tres mil trescientos treinta y siete con veintitrés (centavos)

*** COSTO INDIRECTO INCLUIDO EN CADA RUBRO

5.6. Desglose de costos indirectos

Se detalla a continuación en la Tabla 34 el resumen de costos indirectos generado por el personal técnico adicional, administrativos, costos por hechos imprevisibles y generales. Además, se considera una utilidad neta del 5% del valor total de la obra civil.

Cabe recalcar que, el valor total de costos indirectos puede cambiar acorde a nuevas disposiciones por parte de fiscalización del contrato, imprevistos, rediseños, u otros motivos.

Tabla 34 Resumen de costos indirectos [Canales & Fienco, 2022]

RESUMEN DE COSTOS INDIRECTOS	
COSTO INDIRECTO DE OBRA	\$ 270 340.20

		CONCEPTO		VALOR (USD)	
COSTOS DIRECTOS	A	SUELDOS		\$21573.15	\$37847.63 14%
		1. Personal Técnico		\$17031.43	
		2. Personal auxiliar y administrativo		\$4541.72	
	B	CARGAS SOCIALES		\$6434.10	
		1. Personal Técnico		\$4920.19	
		2. Personal auxiliar y administrativo		\$1513.91	
	C	VIAJES Y VIÁTICOS		\$3784.76	
	D	AQUILER, SUBCONTRATOS		\$6055.62	
COSTOS INDIRECTOS	E	GASTOS GENERALES	1%	\$2703.4	\$16220.41 6%
	F	UTILIDAD	5%	\$13517.01	

TOTAL GENERAL (A+B+C+D+E+F)	\$54068.04	20%
------------------------------------	-------------------	------------

5.7. Cronograma de Obra

El tiempo establecido para la ejecución de obra será de 153 días laborables. A continuación, en la Imagen 79, se describe el cronograma de obra y ruta crítica de las actividades.



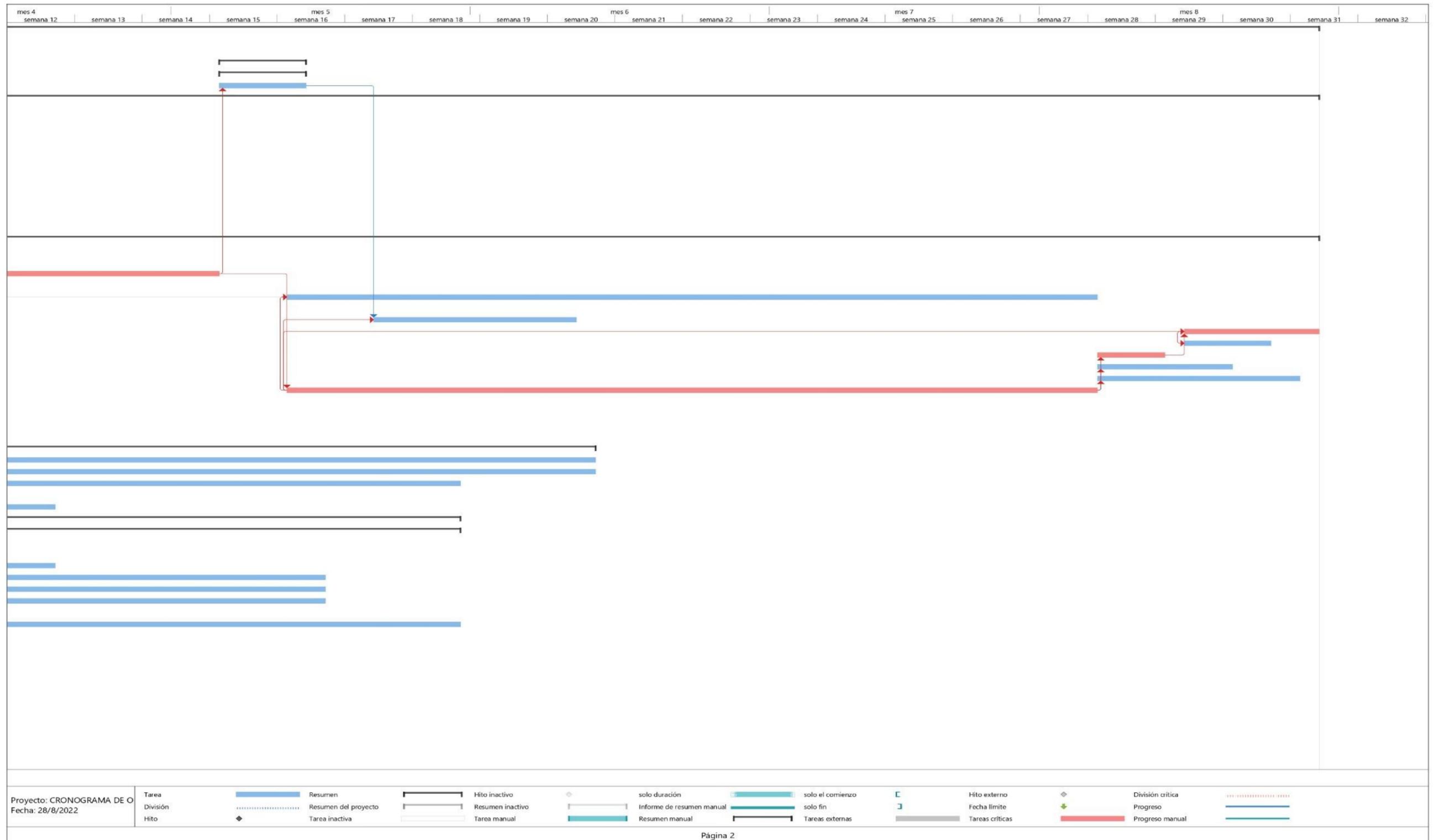


Imagen 79 Cronograma de obra, ruta crítica de actividades [Canales & Fienco, 2022]

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Discusión de resultados

A partir del retiro de 32.56 m³ de un macizo rocoso que generaba la reducción del cauce, se estableció una solución que corresponde a la voladura de roca con explosivos. Esta permitió ampliar el cauce en aproximadamente 17%, con lo cual se logró minimizar los niveles máximos del cauce entre el 75% a 80%. De igual manera para la socavación general del cauce en un período de retorno de 100 años se calculó una socavación de 3.50 m en comparación a la socavación de 4.50m que corresponde a la simulación sin el retiro de la roca.

Los análisis internos y globales del muro con anclajes continuos inyectados resultaron que de manera interna ante vuelco y deslizamiento el muro trabaja a un 45.4 % y 0.2% respectivamente, en comparación a resultados del muro sin anclaje donde la capacidad del muro se excedía en un 109.8%. Además, los resultados de estabilización global indicaron un factor de seguridad de 2.73 en la mayoría de los métodos seleccionados, el cual es mayor al valor recomendable de 1 según los análisis para estabilización de taludes infinitos.

Cabe destacar que se trabajó con una estratificación ideal debido a falta de sondeos en el sector de estudio. Por ello se estimó una socavación generada de 2.11 m correspondiente a la altura total con fondo erosionado. Debido que el tipo de transporte de material corresponde a fondo móvil, ya que las velocidades críticas de presentes en el caudal superan 3 veces la velocidad normal de socavación.

Con la ampliación del puente de 19m a 25m se logró disminuir aproximadamente a un 67% los niveles máximos de agua que podrían afectar la sección transversal del mismo. Asimismo, al eliminar la reducción provocada por la presencia de los antiguos estribos del puente permitirá que la erosividad generada sobre el fondo del cauce disminuya a un 60%-70% respecto a los valores estimados en el puente actual. Tanto para las simulaciones y resultados obtenidos se trabajó con datos referénciales de fuentes nacionales, pues no se obtuvo un registro de caudales del sector. Por último, todos los resultados hidrodinámicos están calculados bajo la condición más crítica existente.

Los resultados del sistema de anclajes continuos inyectados implementados en los nuevos estribos tipos flotantes revelaron un desempeño favorable ambos en función. Con respecto al análisis del estribo sin el sistema de anclajes reveló que, ante las condiciones impuestas, el vuelco y deslizamiento solo fueron afectados con el 13.4% y 2.7% de toda su capacidad. Por lo cual, al implementar los anclajes continuos inyectados las afectaciones disminuyen relativamente a 0%.

El análisis de estabilización global de los estribos indico que el factor de seguridad sobrepasa el factor 10, pues para el caso de diseño en el país el mínimo requerido es un factor de seguridad de 1 de acuerdo con los criterios detallados. Tal como se indicó con anterioridad, la estratificación fue idealizada de acuerdo con la observaciones y recomendaciones de expertos.

6.2. Conclusiones

Se propuso un conjunto de soluciones a la erosión presente en la comunidad de Charquiyacu, a través de la identificación de los eventos y factores causantes. De manera, se presentan 3 soluciones que permitirán disminuir el avance erosivo y reducir la recurrencia de eventos de desbordamiento del cauce:

- La rectificación geométrica del cauce en la abscisa 1+797km se establece a partir de la voladura de roca en el sector de Retiros de Charquiyacu mediante la implementación de explosivos. La misma que genera una ampliación de 25 m y reduce en gran medida la erosión que experimenta parte de la margen derecha del río, debido a la estrangulación existente. Por ende, se reduce la posibilidad de que exista otra acumulación de palizada y desbordamiento del río.
- En el sector en el que las viviendas tienen una gran cercanía al río (abscisas 1+031 a 1+046), el problema erosivo disminuye con ayuda de la aplicación de muros con sistemas de anclajes continuos inyectados en un tramo de 15 metros de longitud, pues se espera que para un periodo de recurrencia de 100 años exista una probable socavación general de 2.11 metros. No obstante, el muro de contención permitirá minimizar las afectaciones erosivas ante la existencia de algún evento de desbordamiento del río.
- La propuesta del nuevo puente vehicular en la comunidad de Charquiyacu, eliminará la obstrucción del cauce ante una creciente. Debido a que se identificó la posibilidad de que el puente existente sea afectado y se produzca un taponamiento del río. Este evento afectará las riberas y viviendas asentadas alrededor del cauce, por lo tanto, en el diseño del puente se ha contemplado una luz de 25 m y adoptado un estribo tipo flotante con un sistema de anclajes continuos inyectados en las zapatas. De tal manera que se pueda generar una circulación libre del cauce ante un evento extremo de lluvias y creciente.
- La distribución de Gumbel resultó tener la mayor precisión en lo que respecta a los ajustes estadísticos de precipitación en los modelos de distribución, puesto que, se evaluó para una significancia menor al 5%. Los análisis hidrológicos e hidrodinámicos fueron simulados bajo una reincidencia en un período de retorno de 100 años en intervalos de 10 minutos de precipitaciones, de modo que se estimó una condición crítica extrema del caudal.

- El caudal de diseño obtenido fue 118.2 m³/s a partir de la simulación hidrológica, la cual contemplaba una microcuenca de aportación en un sector superior a la zona de estudio. En primera instancia, el modelo hidrodinámico no reflejó un comportamiento real, así que fue necesario ejecutar calibraciones en base al período de lluvia del mes de marzo y comentarios de los moradores del sector.
- En base a la investigación, recopilación y procesamiento de datos, se identificó los 3 sectores con mayor vulnerabilidad, los cuales presentaron socavaciones considerables o tiende a representar problemas en el flujo del cauce en el futuro. Por ello, se diseñaron las soluciones alrededor de las afectaciones o necesidades que requieren estos sectores. El análisis morfológico resultante determinó reducciones en las posibles socavaciones, aunque el cambio de la geometría del cauce no garantiza la eliminación de las socavaciones en las riberas.
- El programa Geo5 permite la verificación de los diseños tanto de los muros y estribos con el sistema de anclajes continuos inyectados. La flexibilidad en los cambios de variables es factible para comprobar el funcionamiento correcto bajo las diferentes fallas condiciones establecidas. Se adoptó la metodología de construcción de puentes AASHTO LRFD 2017 y se logró diseñar una propuesta de puente, la misma que llega a solucionar uno de los problemas que presenta la comunidad ante eventos de desborde del cauce. Además, el modelo del nuevo puente no afectará significativamente a las viviendas del sector.
- Mediante los estudios geológicos geotécnicos, se encontró que la zona de estudio encuentra posicionada sobre formaciones de macizos rocosos de gran dureza y alta resistencia. Por lo que el planteamiento de las soluciones fue idóneo.
- Se estimó un presupuesto referencial de 363337 con 00/100 dólares americanos para la construcción de los múltiples proyectos durante un periodo de ejecución de 153 días laborables.

6.3. Recomendaciones

Se ha previsto que exista una posibilidad rechazo de alguna de las soluciones presentadas debido al factor costo o factor aceptación de la comunidad. Por consiguiente, se recomienda ejecutar un plan de reubicación de familias con viviendas cercanas al río, tal como se muestra en los sectores críticos. Dado que, las inspecciones a la topografía del sector evidencian la invasión a la margen del río, lo cual pone en peligro de afectación en caso de presenciarse en un futuro creciente del río.

En la etapa de construcción es necesario verificar la composición estratigráfica establecida, dado que existieron limitaciones en realizar un sondeo apropiado en el sector de Charquiyacu. Puesto que, se idealizó una estratificación del suelo en base a observaciones de terreno y consultas de la composición predominante de estratos de la cuenca en general.

Se recomienda incrementar el análisis espacial-temporal al seleccionar una variedad de estaciones meteorológicas con una mayor amplitud de la serie de datos, con la finalidad de establecer una mayor precisión en la estimación de parámetros hidrológicos. Además, desarrollar un balance hídrico con el objetivo de estimar las pérdidas por evapotranspiración presente en la subcuenca.

Por otro lado, contrastar resultados de análisis hidrodinámicos para diferentes duraciones de precipitación con el propósito de establecer un escenario de amenaza extrema.

Analizar los diferentes tipos de suelos presentes en la región de estudio para la aproximación de las abstracciones iniciales reales y el potencial de escorrentía. Con el propósito de ejecutar simulaciones de tránsito de caudales con modelos conocidos, consecuentemente determinar el que más se ajuste en base a ajustes estadísticos y evaluar el comportamiento de los caudales de descarga.

El uso de una ortofotografía que contenga toda la información del sitio de estudio y el análisis de una mayor cantidad de perfiles batimétricos con las distribuciones de velocidades, permitirá evaluar el comportamiento del modelo hidrodinámico ajustándose a datos reales y diseñar las obras hidráulicas de una manera óptima.

En la evaluación de la capacidad erosiva del río en el puente se recomienda realizar un análisis de transporte de sedimentos con respecto al tipo de transporte de material de

fondo móvil. En consecuencia, analizar de la degradación natural del río y conocer cómo afecta ésta en la socavación local de la estructura.

Por otro lado, es recomendable la evaluación de reconstrucciones geométricas de cauce en otros puntos donde sea probable la obstrucción de la sección con grandes cantidades de roca y palizadas.

De no adoptarse ninguna de las soluciones se propone establecer un plan de contingencia ante eventos de inundaciones, en el cual se instruya a los habitantes sobre las acciones a seguir durante dichos eventos.

Los resultados del análisis geológico geotécnico revelaron que existe la posibilidad de que las rocas de tamaños aproximados a un 1m de diámetro establezcan un factor de reducción de resistencia por fatiga y desgaste en las propuestas planteadas debido al impacto que se producirá al ser arrastrados por el cauce. Por lo que se recomienda analizar un estudio por fatiga de material para la construcción.

Referencias

- Allauca, S. (1990). Presence of the Ecuadorian Coastal Current. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 6(1), 1–17. <http://hdl.handle.net/1834/2168>
- Aristizábal, V., Botero, B., & Vélez, J. (2012). *Manual de hidrología para obras viales basado en el uso de sistemas de información geográficas* (1st ed.).
- Barnes, J. (1967). Roughness Characteristics of *US Geological Survey*.
- Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P., & Rubin, S. (1998). Spatial and temporal changes in rainfall frequency distribution patterns in Israel. *Theoretical and Applied Climatology*, 61(3–4), 177–190. <https://doi.org/10.1007/s007040050062>
- Breusers, H., & Raudkivi, A. (1971). Scouring. Hydraulic Structures Design Manual. *LAHR, Baikema*(Rotterdam), IAHR.
- Brunner, G. W., & CEIWR-HEC. (2016). HEC-RAS River Analysis System: User Manual 1D and 2D Version 5.0. *US Army Corps of Engineers, February*, 1–790. www.hec.usace.army.mil
- Buchhorn, M., Smets, B., Bertels, L., Roo, B. De, Lesiv, M., Tsendbazar, N.-E., Herold, M., & Fritz, S. (2020). *Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m*. Collection 3. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3939050>
- Caamaño Nelli, G., Dasso, C., García, C., & Mascuka, E. (2013). Validity of the instantaneous intensity technique for the extraction of typical design hyetograms. *Curiham Notebooks*, 19(1967), 25–34. <https://doi.org/10.35305/curiham.v19i0.89>
- Cadier, É., Gomez, G., Calvez, R., & Rossel, F. (1994). Inundaciones y sequias en el Ecuador. *Scientific Publications of Institut de Recherche Pour Le Développement (IRD)*, 107–116.
- Castro, C. V., & Maidment, D. R. (2020). GIS preprocessing for rapid initialization of HEC-HMS hydrological basin models using web-based data services. *Environmental Modelling and Software*, 130(May), 104732. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104732>
- Chávez, M. (2016). *Solución Técnica en Paso Pinhuapungo. Cantón Pinguapungo, Cotopaxi – Ecuador*.

- Chávez, M. Á., Blanco, R., & Watson, R. (2008). Estabilización de taludes en el río Portoviejo, Ecuador. *Minería & Geología*, 24(3), 9.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología aplicada* (McGraw-Hill (ed.)).
- Cotler, H. al; (2013). *Watersheds. Fundamentals and perspective for its handling and management* (Vol. 1, Issue 1). <https://www.researchgate.net/publication/280938710>
- Dorf, R. (2005). *The Engineering Handbook*.
- Espinales, F. R., Alulema del Salto, R. A., & Caicedo, M. D. (2021). *Determination of the Curve Number (CN) of the Portoviejo River basin*. (1st ed, Issue Amc li). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2600>
- ESRI. (2021). *Manual de Usuario Acceso Plataforma ESRI - ARCGIS*.
- Ferrer, F. J. (1993). *Recomendaciones para el cálculo Hidrometeorológico de Avenidas* (p. 75). Centro de Estudios y Experimentación de obras públicas. <https://hispagua.cedex.es/node/92786>
- Fischenich, C. (2000). Robert Manning (a historical perspective), EMRRP Technical Notes Collection. *EMRRP Technical Notes Collection, ERDC TN-EMRRP-SR-10*, 1–4. <https://doi.org/10.1.1.496.3070>
- Franquet, J. M. (2005). *Hydraulic calculation of free and forced conductions an approximation of statistical methods* (1st ed, p. 590). http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-5015/Franquet_JoseMaria_Calculohidraulico.pdf
- GAD Caluma. (2015). *Yantzaza Canton / Block 2. 6 Project: "Thematic Cartography Survey*.
- García, R., & Conesa, C. (2011). Estimación de caudales de avenidas y delimitación de áreas inundables mediante métodos hidrometeorológicos e hidráulicos y técnicas S.I.G., estudio aplicado al litoral sur de la Región de Murcia. *Papeles de Geografía*, 53–54, 107–123.
- Garmendia, A., Salvador, A., & Garmendia, L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Gaspari, F. J., Rodríguez, A. M., Senisterra, G. E., Delgado, M. I., & Besteiro, S. (2013).

- Methodological elements for the management of water basins. In *Methodological elements for the management of hydrographic basins* (1st ed.). <https://doi.org/10.35537/10915/27877>
- GEO. (1984). Geotechnical Manual for Slopes. *The Government of the Hong Kong Special Administrative Region*, 33(852 2715 0501), 303.
- Ghareh, S. (2015). Parametric assessment of soil-nailing retaining structures in cohesive and cohesionless soils. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 73, 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.05.043>
- Ghasemi, E., Sari, M., & Ataei, M. (2012). Development of an empirical model for predicting the effects of controllable blasting parameters on flyrock distance in surface mines. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 52(May 2014), 163–170. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2012.03.011>
- Guachamín, J., García, F., Arteaga, M., & Cadena, J. (2015). Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*, 2, 282.
- Hargreaves, G. H., & Samani, Z. A. (1985). Reference Crop Evapotranspiration From Ambient Air Temperature. *Paper - American Society of Agricultural Engineers*, 96–99.
- INAMHI. (2017). Anuario meteorológico. In *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología* (Issue 52). http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf
- Jáuregui, M., Jáuregui O., L. M., Chacón Leira M., L. M., & Vílchez, J. (2006). The digital stereo-orthophoto in the elaboration of thematic maps. *Venezuelan Geographic Magazine*, 47(1), 103–110.
- López, González, M., Scaini, A., Goñi, M., Valdenebro, J. V., & Gimena, F. N. (2012). *Characterization of the HEC-HMS model in the Arg river basin*. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-28132012000200002&script=sci_arttext&tlng=p

- Lozano, W. A. (2018). *Climate, hydrology and meteorology* (1st ed). Pilot University Colombia. <https://doi.org/10.2307/j.ctv7fmfh3>
- Luceño, L., & González, F. (2004). *Métodos estadísticos para medir, describir y controlar la variabilidad*. Universidad de Cantabria.
- Lynn, J. (2009). *Geographic Information Systems in Water Resources Engineering* (1st ed.).
- Mediero, L. (2021). *Hydrology* (Ediciones). <https://books.google.com.ec/books?id=nqAIEAAQBAJ&pg=PA26&dq=periodo+de+retorno&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiZ98jw37T4AhX3TTABHWZuBpAQ6AF6BAgHEAI#v=onepage&q=periodo+de+retorno&f=false>
- MITECO. (2017). Guía de buenas prácticas en el diseño y ejecución de voladuras en banco. *Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico*, 1–77. https://energia.gob.es/mineria/Explosivos/Guias/Guia_buenas_practicas_diseno_ejecucion_voladuras_banco.pdf
- Muñoz, A. (2011). *Manual para el proceso de diseño y construcción de muos anclados de concreto lanzado* [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4392>
- NEC. (2015). *Cargas Sísmicas Diseño Sismo Resistente*.
- Ochoa, S., Reyna, T., Reyna, S., García, M., Patalano, A., & Lábaque, M. (2014). Evaluación De Modelos Hidrodinámicos Para Representar Flujos En Cauces Naturales. Aplicación En Un Tramo Del Río Suquía Que Incluye La Confluencia Con El Arroyo La Cañada, Provincia De Córdoba. *Maskana*, 5.(ISBN: 2477-8893), 83-95.
- Portilla, F. (2018). *Agroclimatology of Ecuador* (1st ed.). Universidad Politécnica Salesiana.
- Prefectura de los Rios. (2013). *Development Plan and Territorial Planning*.
- Preusch, D., & Rezakhani, M. (1999). Integrating geographic information systems (GIS) and watershed modeling. *WRPMD 1999: Preparing for the 21st Century*, 000. [https://doi.org/10.1061/40430\(1999\)154](https://doi.org/10.1061/40430(1999)154)

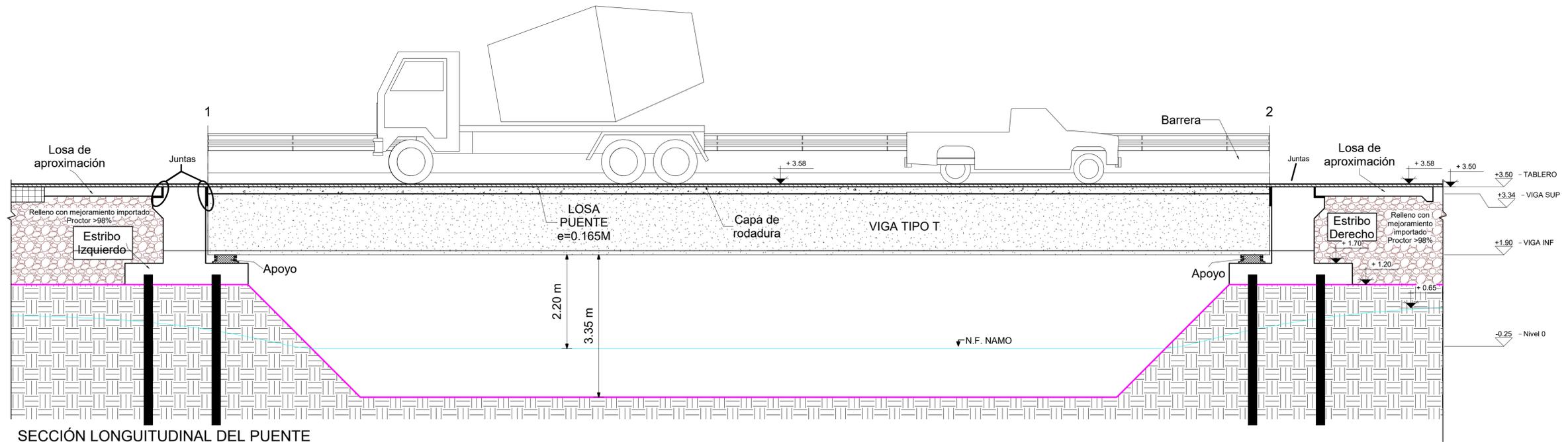
- Pucha, F., Fries, A., Cánovas, F., Oñate, F., González, V. H., & Pucha, D. A. (2017). *Fundamentos de SIG* (1st ed., Issue July). Ediloja CIA. LTDA. www.acolita.com
- Quiroga, V. M., Kurea, S., Udoa, K., & Manoa, A. (2016). Application of 2D numerical simulation for the analysis of the February 2014 Bolivian Amazonia flood: Application of the new HEC-RAS version 5. *Ribagua*, 3(1), 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.riba.2015.12.001>
- Revfeim, K. (1985). A note on the comparison of theoretical and empirical quantiles for monthly rainfall totals: Research note. *Atmosphere - Ocean*, 23(4), 414–419. <https://doi.org/10.1080/07055900.1985.9649236>
- Riaño, F. (2019). Froude, Manning y Reynolds aportan a la hidráulica en el siglo XIX. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(2), 110–124.
- Rincón, J., Pérez, M., Delfín, G., Freitez, C., & Martínez, F. (2017). Comparative analysis between Hec-Ras Models and IBER in the hydraulics assessment of bridges. *Revista Gaceta Técnica. Volumen*, 17(1), 201602–204730.
- Rojo, J. D. (2011). *Estimation of maximum flow rates using synthetic unit hydrograms and the rational method*. <https://doi.org/oai:repository.ucatolica.edu.co:10983/15352>
- Ross, C., ; Prihodko, L. ., Anchang, J.Y.; Kumar, S. S. ., & Ji, W. ; Hanan, N. P. . (2020). *Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-Based Runoff Modeling User guide*.
- Ross, M., & Tara, P. (1993). Integrated Hydrologic Modeling with Geographic Information Systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 119(2), 129–140. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9496\(1993\)119:2\(129\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9496(1993)119:2(129))
- Sanz, C., & Santamaría, J. (1993). Manual para el control y diseño de voladuras en obras y carreteras. In *Ministerio de Obras Publicas y Transportes*.
- Schreider, M., Scacchi, G., Franco, F., Fuentes, R., & Moreno, C. (2001). Aplicación del método de Lischvan y Lebediev al cálculo de la erosión general. *Ingeniería Hidráulica En Mexico*, 16(1), 15–26.
- Scuderi, C. M., & Hernán, S. (2006). *CN curve number estimation from the interpretation of satellite images in the Aludueña basin, Santa Fe, Argentina*. 12, 15–23.

- Seo, H. J., Lee, I. M., & Lee, S. W. (2014). Optimization of soil nailing design considering three failure modes. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 18(2), 488–496. <https://doi.org/10.1007/s12205-014-0552-9>
- Teegavarapu, R. S. V., & Pathak, C. S. (2019). Statistical Analysis of Precipitation Extremes. *Statistical Analysis of Hydrologic Variables: Methods and Applications, Strangeways*, 5–70. <https://doi.org/10.1061/9780784415177.ch02>
- Timbe, L., Crespo, P., & Cabrera, J. (2019). Evaluation of the HEC-HMS model for the hydrological simulation of a paramo basin. *DYNA*, 86(210), 338–344. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.70738>
- Torres, A. E. (2004). *Lecture notes on urban hydrology* (Primera ed). Javeriana University Pontifical Publishing House. https://books.google.com.ec/books?id=Vw1HHmMdvQ4C&pg=PA42&dq=CURVAS+IDF&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj_18W2gbX4AhU0RDABHUVZCdkQ6AF6BAgEEAI#v=onepage&q&f=false
- USACE. (2021). *HEC-GeoHMS*. <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-geohms/>
- USDA. (2004). *Hydrology National Engineering Handbook Chapter 9*. National Engineering Handbook. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1043088.pdf
- USGS. (2018). *EarthExplorer*. USGS Science for a Changing World. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- USWRC. (1982). Guidelines for determining flood flow frequency. *USGS*.
- Villón, M. (2014). *Hec-Hms: Ejemplos*. Tecnologías de Costa Rica.
- Vojkovic, E. (1996). *La ortofoto en CIREN*. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/24222/U1894.pdf>
- Wang, Y. S., & Wu, L. H. (2014). The engineering application of new method for calculating seismic active earth pressure of soil-nailing retaining structures. *Advanced Materials Research*, 915–916, 86–89. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.915-916.86>

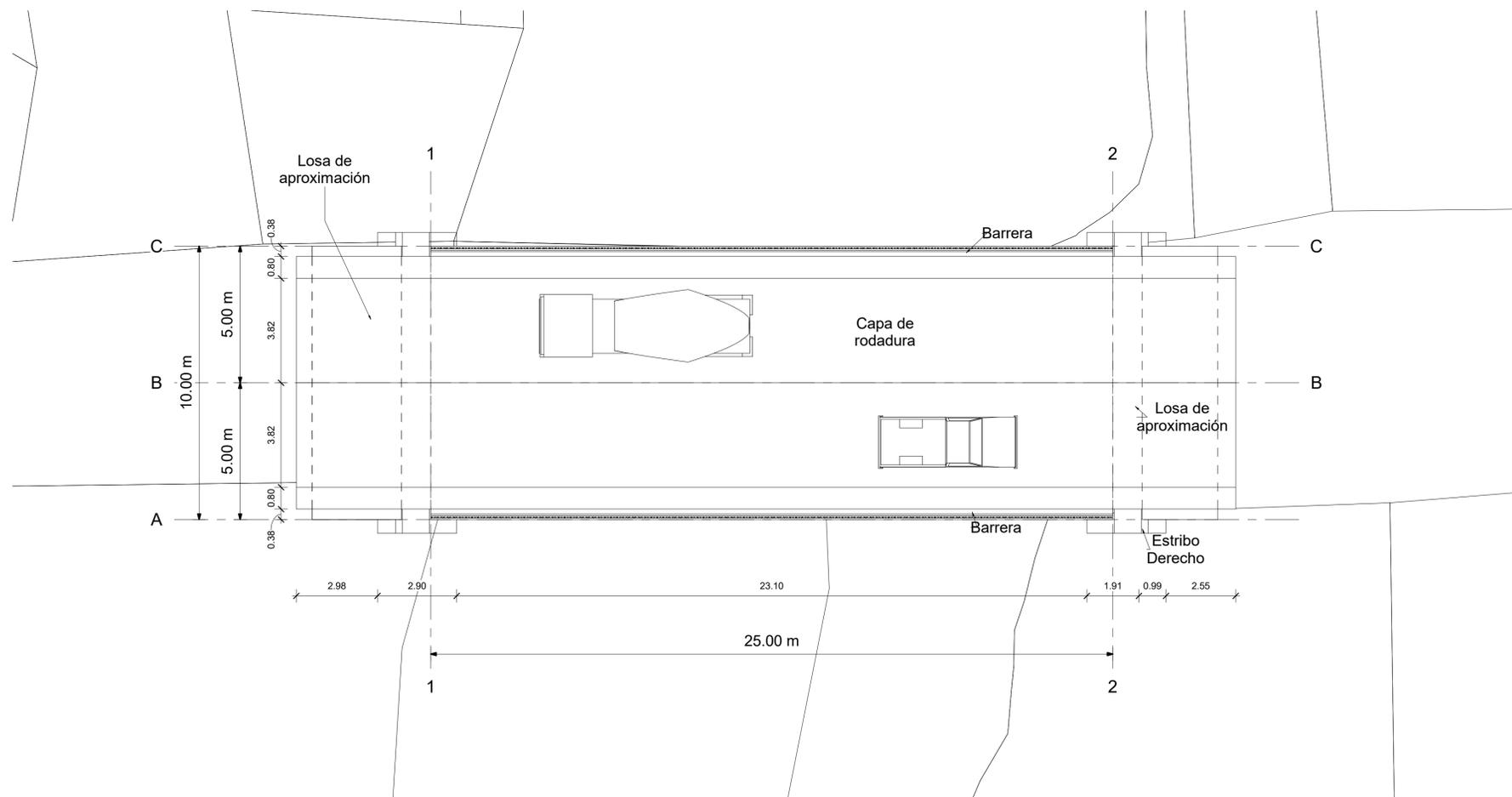
- Weber, J. (2011). Sobre la influencia de la distribución temporal de la lluvia en la magnitud del caudal pico. *XXIII Congreso Nacional Del Agua, September*, 215–245. https://www.researchgate.net/profile/Juan_Weber/publication/282252030_SOBRE_LA_INFLUENCIA_DE_LA_DISTRIBUCION_TEMPORAL_DE_LA_LLUVIA_EN_LA_MAGNITUD_DEL_CAUDAL_PICO/links/5609898a08ae4d86bb11e20f/SOBRE-LA-INFLUENCIA-DE-LA-DISTRIBUCION-TEMPORAL-DE-LA-LLUVIA-E
- WMO. (1973). Manual for estimation probable maximum precipitation. In *Report 1* (Vol. 332).
- Wu, D., Wang, P., & Liu, G. Q. (2013). Influence of C and ϕ values on slope supporting by soil nailing wall in thick miscellaneous fill site. *Advanced Materials Research*, 706–708, 504–507. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.706-708.504>
- Zhang, S., Li, Y., Peng, R., Ye, X., & Wang, S. (2021). A semi-analytical model for a compaction-grouted soil nail with double grout bulbs considering compaction effect in sand. *Transportation Geotechnics*, 31(April). <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100670>

ANEXOS

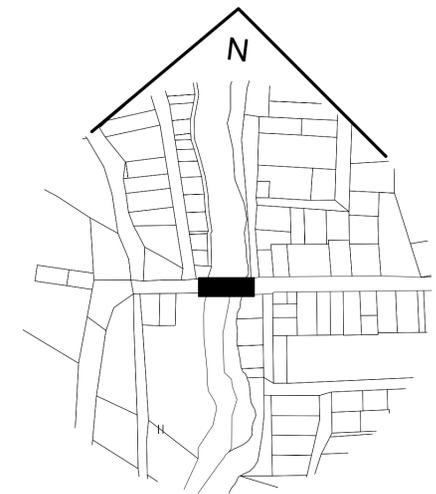
PLANOS



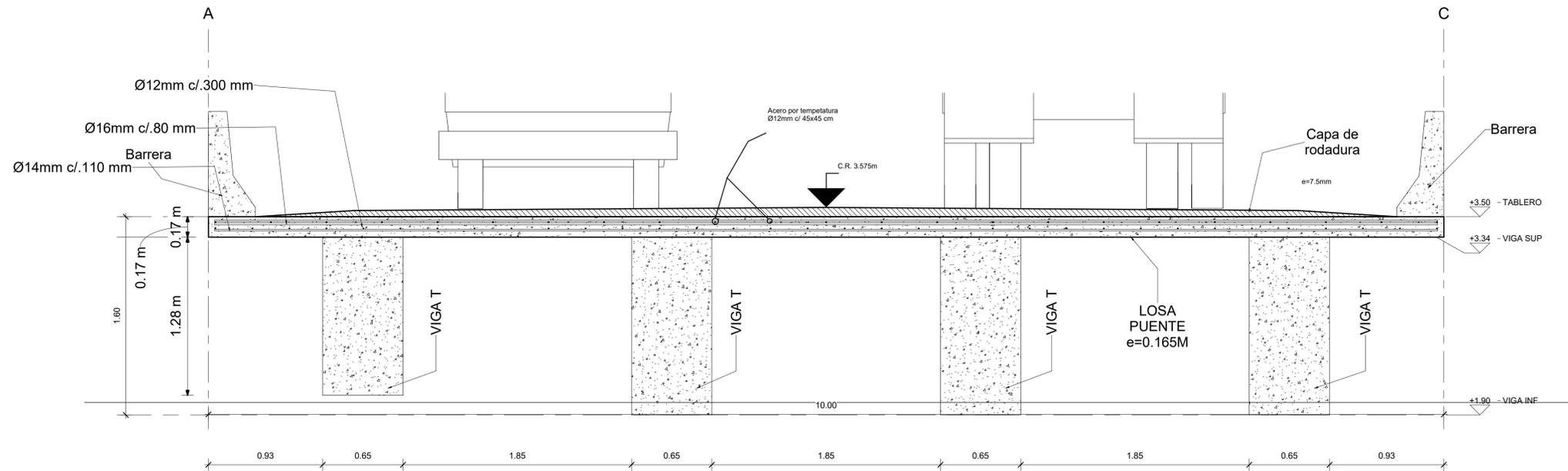
SECCIÓN LONGITUDINAL DEL PUENTE
 MEDIDAS EN METROS (m)
 ESC. 1:50



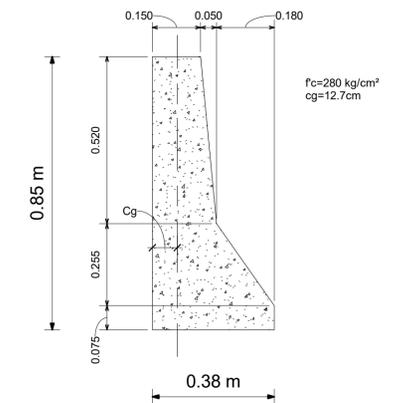
PLANO DE PLANTA DE IMPLANTACIÓN GENERAL DEL PUENTE
 MEDIDAS EN METROS (m)
 ESC. 1:100



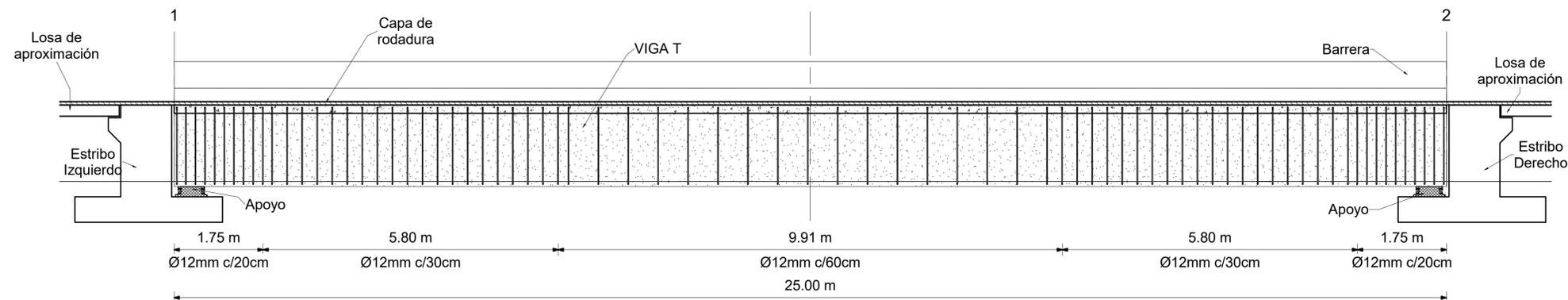
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: SOLUCIONES TÉCNICAS PARA DETENER EL PELIGROSO AVANCE EROSIVO Y DESTRUCTIVO EN SECTORES CRÍTICOS DEL RÍO CALUMA EN LA COMUNA DE CHARQUIYACU			
CONTENIDO: PLANO DE IMPLANTACIÓN, ALZADO DEL PUENTE			
Coordinador de la Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez Mocayo	Tutores de Conocimientos Específicos: - PhD. Miguel Chávez Mocayo	Estudiantes: - Elias Fienco Loor	Fecha de Entrega: 31 de agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Mijail Arias Hidalgo	- PhD. Mijail Arias Hidalgo	- Ney Canales Olaya	Lámina: A 1/2
			Escala: Indicada



**DETALLE DE ARMADURA DE REFUERZO
LOSA DE PUENTE**
MEDIDAS EN METROS (m)
ESC. 1:20



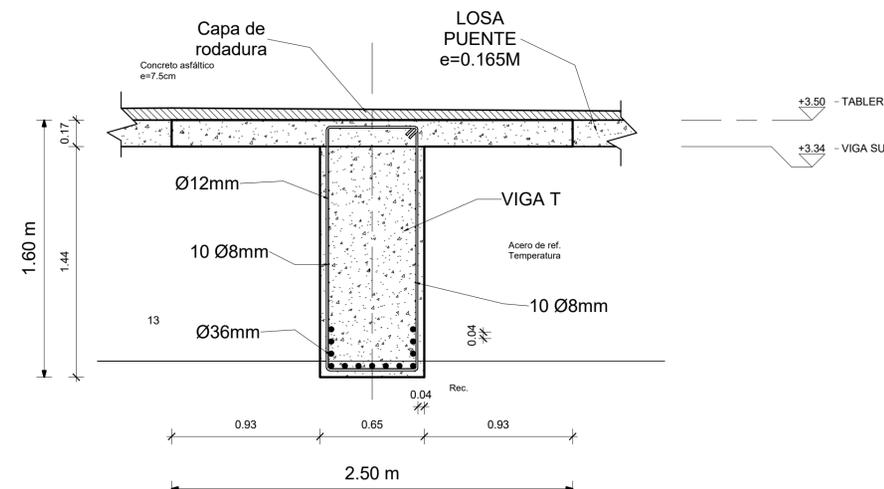
DETALLE DE GEOMETRIA DE LA BARRERA
MEDIDAS EN METROS (m)
ESC. 1:10



**DETALLE DE ARMADURA DE REFUERZO
TRANSVERSAL VIGA TEE**
MEDIDAS EN METROS (m)
ESC. 1:50

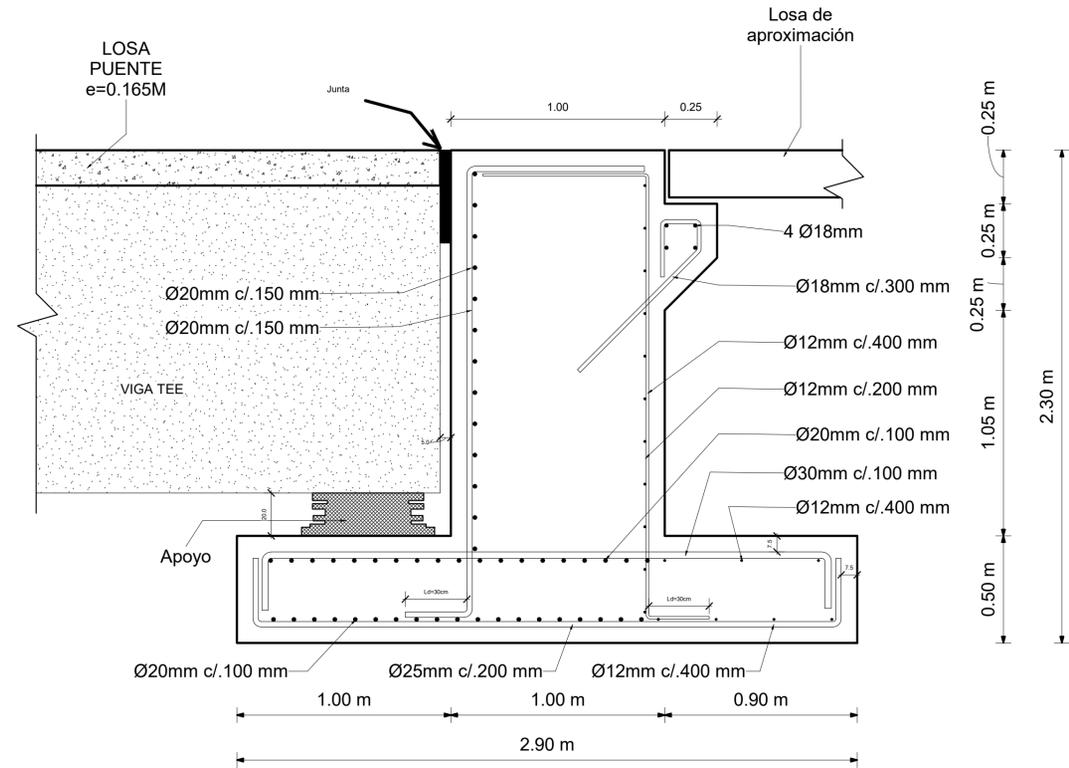


- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- Norma de diseño NEC 2015 y AASHTO LRFD.
 - Barras para anclajes de inyección corresponde al acero la normativa ASTM A706
 - La resistencia del hormigón a los 28 días deberá ser de $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para estribos, viga, losa. Mientras que será $f'_c=140 \text{ kg/cm}^2$ en las barreras y para el replantillo en los casos que se requiera.
 - El acero de refuerzo debe tener una resistencia de 4200 kg/cm^2 . El recubrimiento utilizado es:
 - 40mm para losa del puente
 - 75mm para los estribos del puente
 - 40mm para la viga del puente
 - Espesor de la carpeta asfáltica debe ser de 75mm con bombeo de 5% hacia los espaldotes
 - Se deberá realizar estudios de suelos con una profundidad entre 10 - 15 metros, debe incluir humedad, granulometría, límites de Atterberg, compresión simple en suelos inalterados o SPT en suelos granulares, consolidación, incluyendo la capacidad portante del suelo y nivel freático.
 - Se deberá realizar estudio de continuidad de la roca en el estrato resistente.
- Las cantidades y diámetros de acero son especificados en cada uno de los detalles.

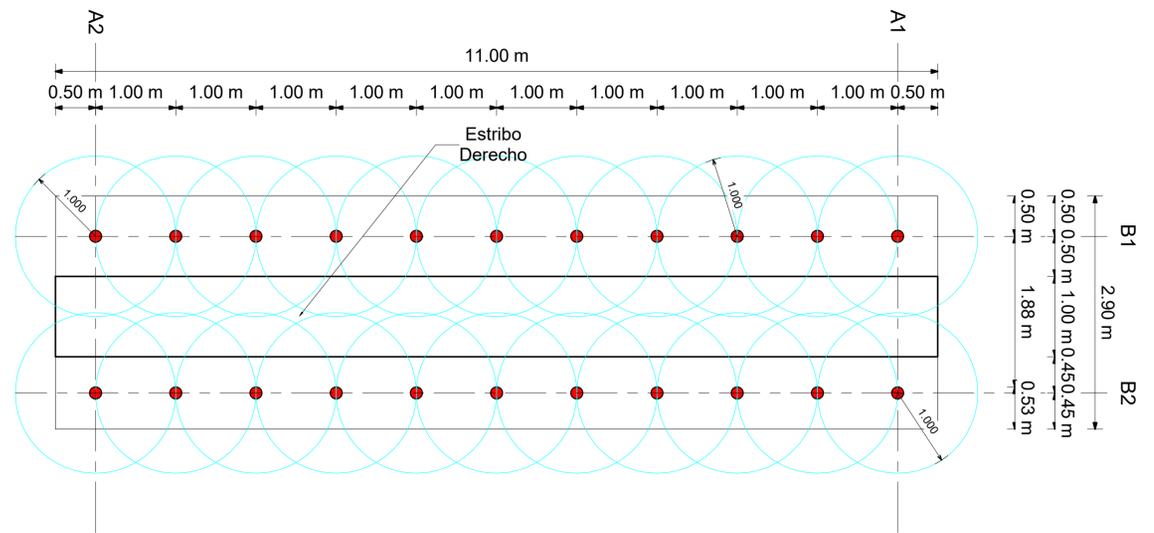


**DETALLE DE ARMADURA DE REFUERZO
LONGITUDINAL VIGA TEE**
MEDIDAS EN METROS (m)
ESC. 1:20

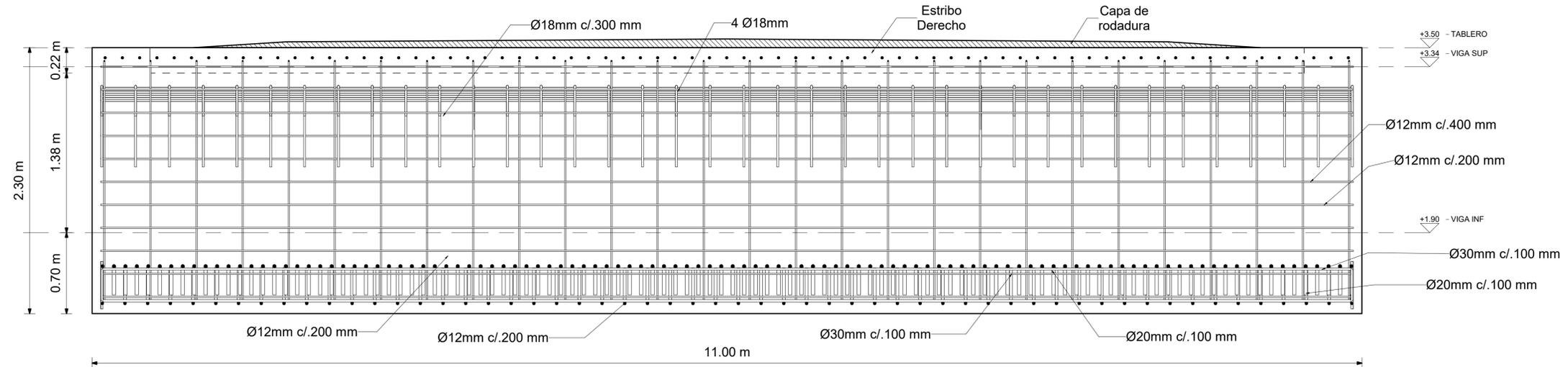
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: SOLUCIONES TÉCNICAS PARA DETENER EL PELIGROSO AVANCE EROSIVO Y DESTRUCTIVO EN SECTORES CRÍTICOS DEL RÍO CALUMA EN LA COMUNA DE CHARQUIYACU			
CONTENIDO: PLANO ESTRUCTURAL DEL TABLERO DEL PUENTE, ARMADO DE VIGA Y GEOMETRÍA DE BARRERAS DE PROTECCIÓN			
Coordinador de la Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez Mocanyo	Tutores de Conocimiento Específicos: - PhD. Miguel Chávez Mocanyo - PhD. Mijail Arias Hidalgo	Estudiantes: - Elias Fienco Loor - Ney Canales Olaya	Fecha de Entrega: 31 de agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Mijail Arias Hidalgo		Límite: E 1/4	Escala: Indicada



DETALLE DE REFUERZO LONGITUDINAL DE ESTRIBO
 MEDIDAS EN METROS (m)
 ESC. 1:15



DETALLE EM PLANTA DE ANCLAJES CONTINUOS PARA ESTRIBO DERECHO
 MEDIDAS EN METROS (m)
 ESC. 1:40

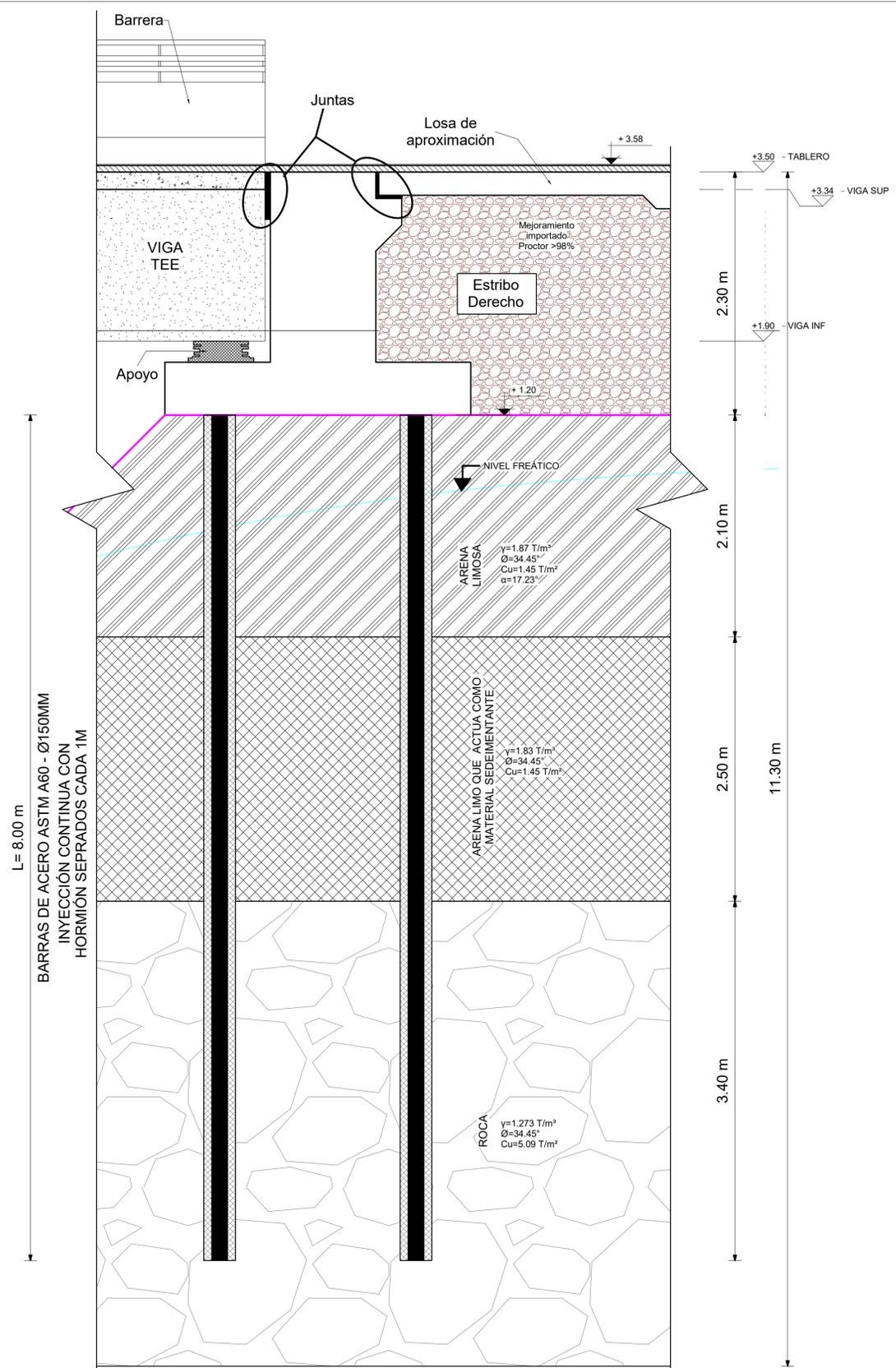


DETALLE DE REFUERZO TRANSVERSAL DE ESTRIBO
 MEDIDAS EN METROS (m)
 ESC. 1:250

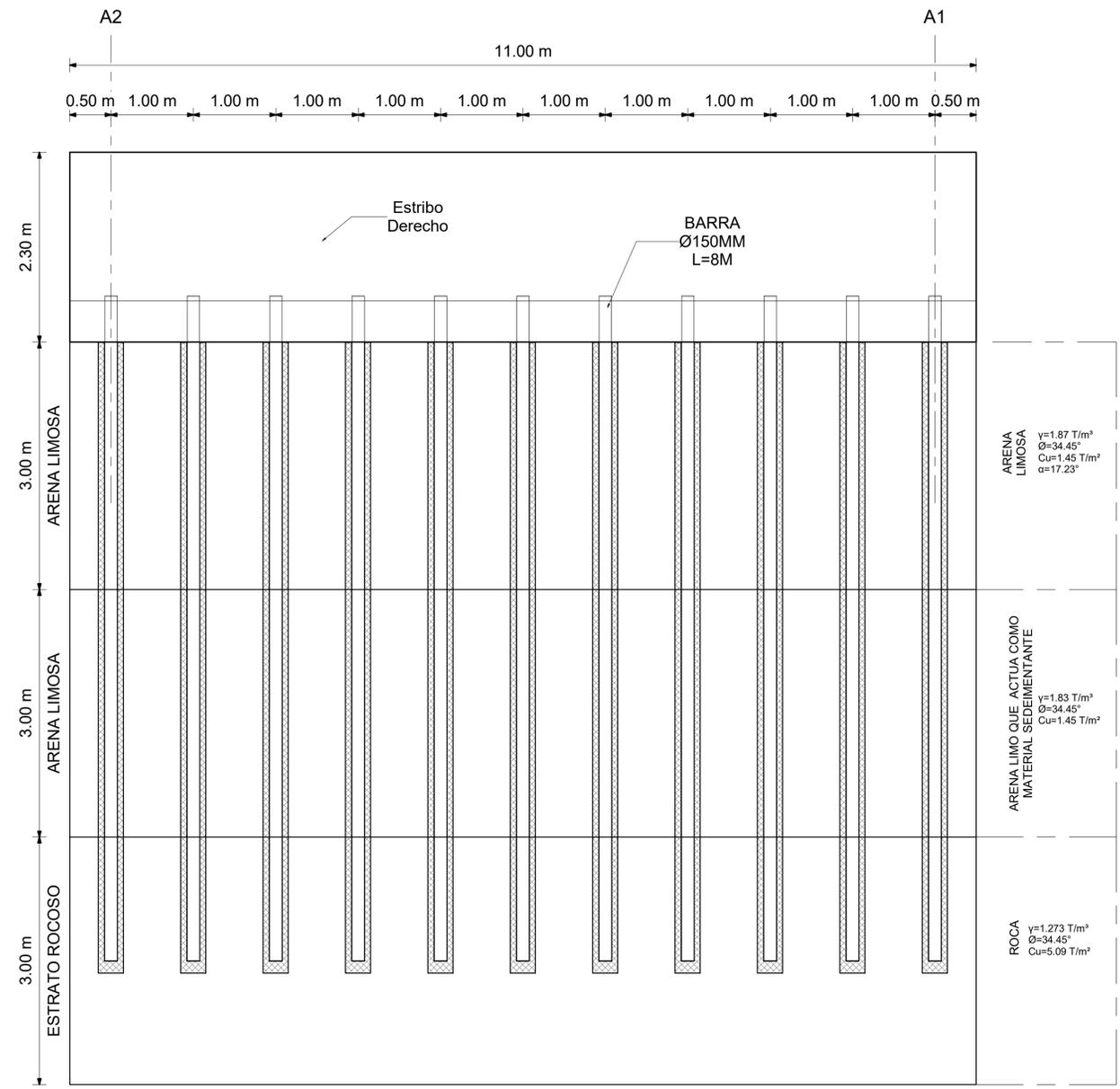
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Norma de diseño NEC 2015 y AASHTO LRFD.
- **Anclajes continuos inyectados**
- 1.-La cimentación del muro de la ribera derecha estará conformado por anclajes continuos inyectados, la distribución se la detalla en esta lámina.
- 2.-Cada anclaje continuo inyectado tendrá una barra de acero de 25mm con esfuerzo de fluencia mínimo de 4200 kg/cm² bajo la norma estándar americana ASTM 706.
- 3.-La lechada será inyectada mediante bombas a presión.
- La resistencia del hormigón a los 28 días deberá ser de $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$ para el muro. Mientras que será $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$ en las barreras y para el replantillo en los casos que se requiera.
- El acero de refuerzo debe tener una resistencia de 4200 kg/cm². El recubrimiento utilizado es:
 - 75mm para cimentación del muro
 - 40mm para el cuerpo del muro
- Se deberá realizar estudios de suelos con una profundidad entre 10 - 15 metros, debe incluir humedad, granulometría, límites de Atterberg, compresión simple en suelos inalterados o SPT en suelos granulares, consolidación, incluyendo la capacidad portante del suelo y nivel freático.
- Se deberá realizar estudio de continuidad de la roca en el estrato resistente.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: SOLUCIONES TÉCNICAS PARA DETENER EL PELIGROSO AVANCE EROSIVO Y DESTRUCTIVO EN SECTORES CRÍTICOS DEL RÍO CALUMA EN LA COMUNA DE CHARQUIYACU			
CONTENIDO: PLANO ESTRUCTURAL DEL ESTRIBO DEL PUENTE			
Coordinador de la Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez Mocanyo	Tutores de Conocimientos Específicos: - PhD. Miguel Chávez Mocanyo - PhD. Mijail Arias Hidalgo	Estudiantes: - Elias Fienco Loor - Ney Canales Olaya	Fecha de Entrega: 31 de agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Mijail Arias Hidalgo		Lámina: E 2/4	Escala: Indicada

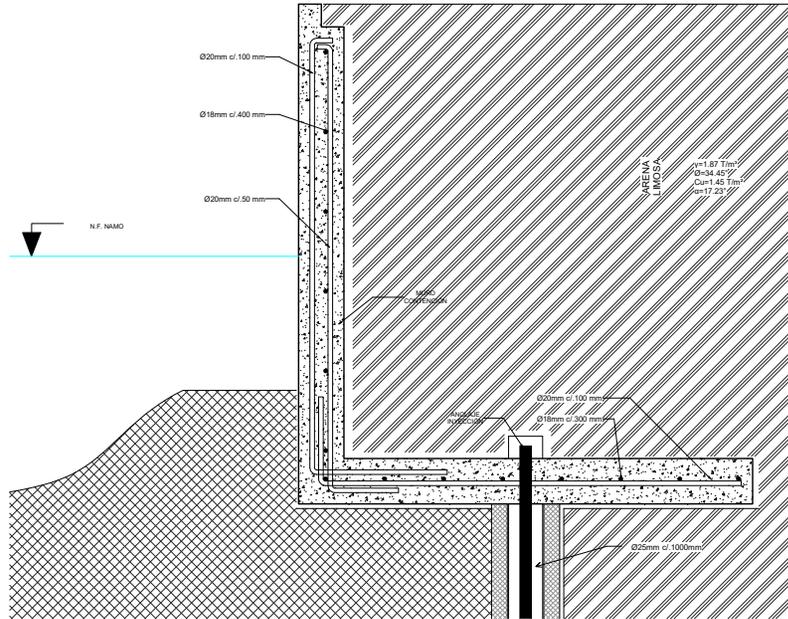
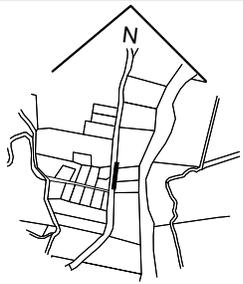


DETALLE DE PERFORACIÓN DE ANCLAJES CONTINUOS
 MEDIDAS EN METROS (m)
 ESC. 1:25



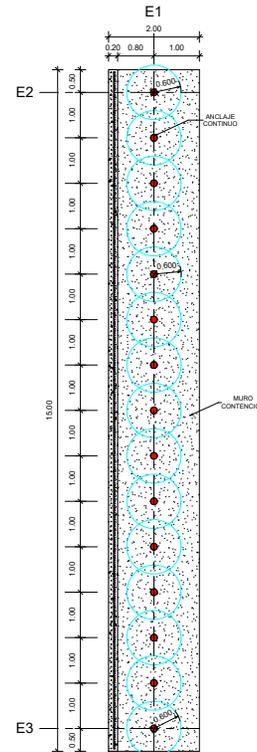
DETALLE PANTALLA DE ANCLAJES INYECTADOS CONTINUOS
 MEDIDAS EN METROS (m)
 ESC. 1:35

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: SOLUCIONES TÉCNICAS PARA DETENER EL PELIGROSO AVANCE EROSIVO Y DESTRUCTIVO EN SECTORES CRÍTICOS DEL RÍO CALUMA EN LA COMUNA DE CHARQUIYACU			
CONTENIDO: DETALLE ESTRUCTURAL ANCLAJES INYECTADOS EN LOS ESTRIBOS DEL PUENTE			
Coordinador de la Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez Mocayo	Tutores de Conocimientos Específicos: - PhD. Miguel Chávez Moncayo	Estudiantes: - Elias Fienco Loor	Fecha de Entrega: 31 de agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Mijail Arias Hidalgo	- PhD. Mijail Arias Hidalgo	- Ney Canales Olaya	Lámina: E 3/4
			Escala: Indicada



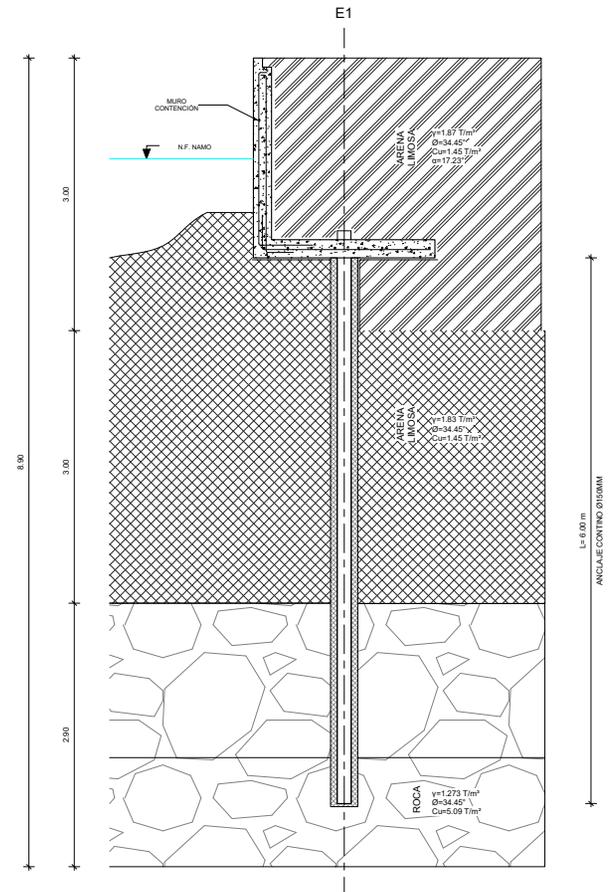
DETALLE REFUERZO DE MURO DE CONTENCIÓN
CON ANCLAJES CONTINUOS

MEDIDAS EN METROS (m)
ESC. 1:10



DETALLE EN PLANTA DE
UBICACIÓN DE LOS ANCLAJES
CONTINUOS PARA EL MURO

MEDIDAS EN METROS (m)
ESC. 1:50



SECCIÓN TRANSVERSAL DE PERFORACIONES
DE ANCLAJE CONTINUO PARA EL MURO

MEDIDAS EN METROS (m)
ESC. 1:25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Norma de diseño NEC 2015 y AASHTO LRFD.

- Anclajes continuos inyectados

- 1.-La cimentación del muro de la ribera derecha estará conformado por anclajes continuos inyectados, la distribución se la detalla en esta lámina.
 - 2.-Cada anclaje continuo inyectado tendrá una barra de acero de 25mm con esfuerzo de fluencia mínimo de 4200 kg/cm² bajo la norma estándar americana ASTM 706.
 - 3.-La lechada será inyectada mediante bombas a presión.
- La resistencia del hormigón a los 28 días deberá ser de $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ para el muro. Mientras que será $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ en las barreras y para el replantillo en los casos que se requiera.
 - El acero de refuerzo debe tener una resistencia de 4200 kg/cm². El recubrimiento utilizado es:
 - 75mm para cimentación del muro
 - 40mm para el cuerpo del muro

- Se deberá realizar estudios de suelos con una profundidad entre 10 - 15 metros, debe incluir humedad, granulometría, límites de Atterberg, compresión simple en suelos inalterados o SPT en suelos granulares, consolidación, incluyendo la capacidad portante del suelo y nivel freático.

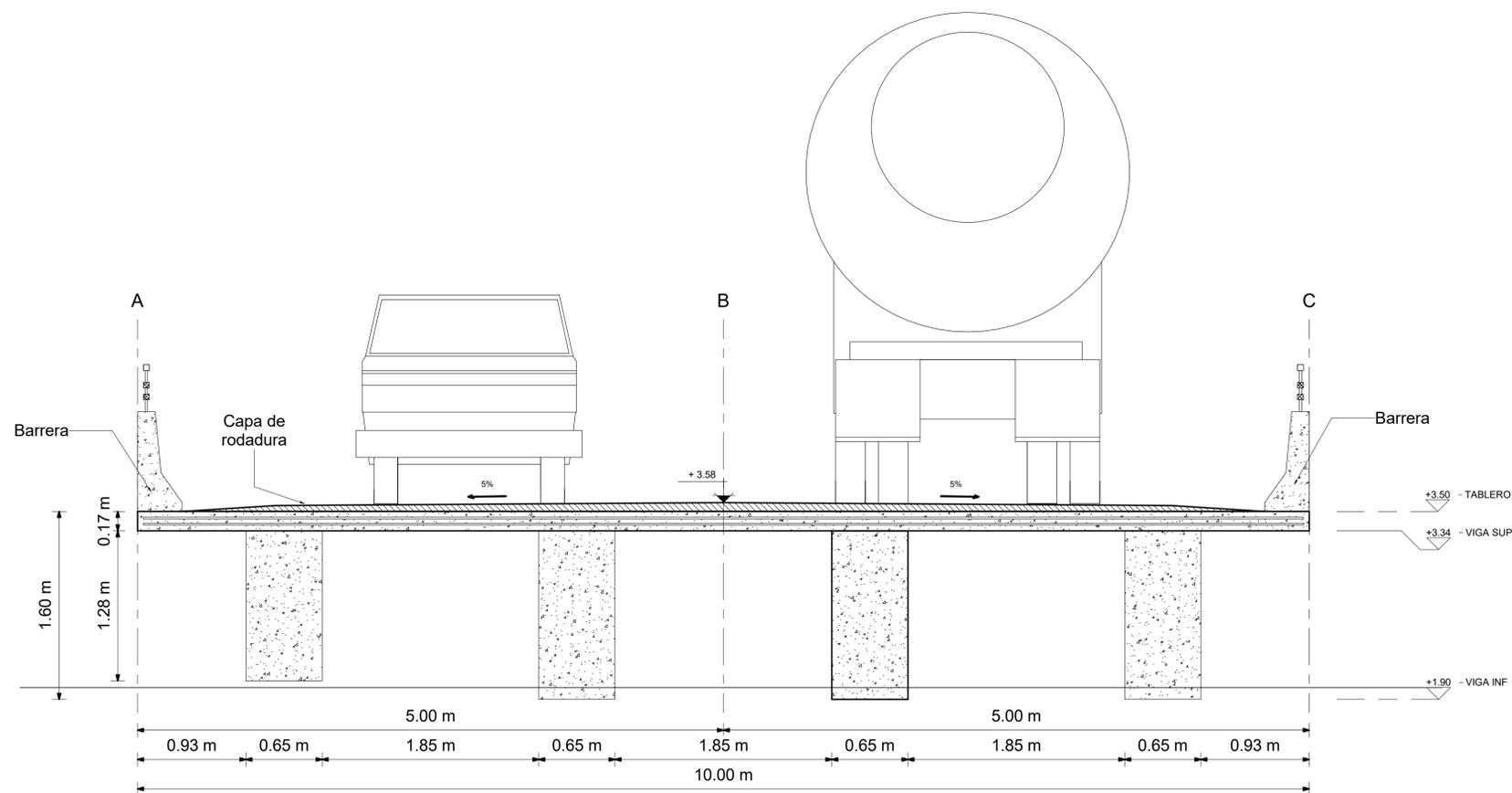
- Se deberá realizar estudio de continuidad de la roca en el estrato resistente.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

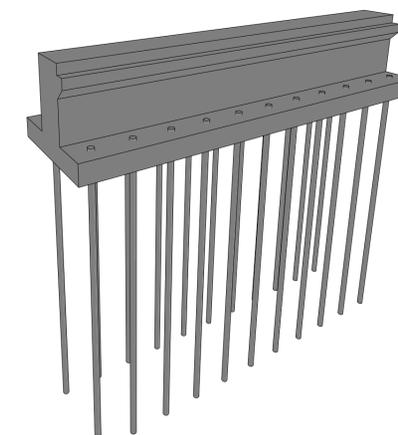
SOLUCIONES TÉCNICAS PARA DETENER EL PELIGROSO AVANCE
EROSIVO Y DESTRUCTIVO EN SECTORES CRÍTICOS DEL RÍO
CALUMA EN LA COMUNA DE CHARQUIYACU

DETALLE ESTRUCTURAL DE LOSA, VIGA, Y ESTRIBO DEL PUNTE

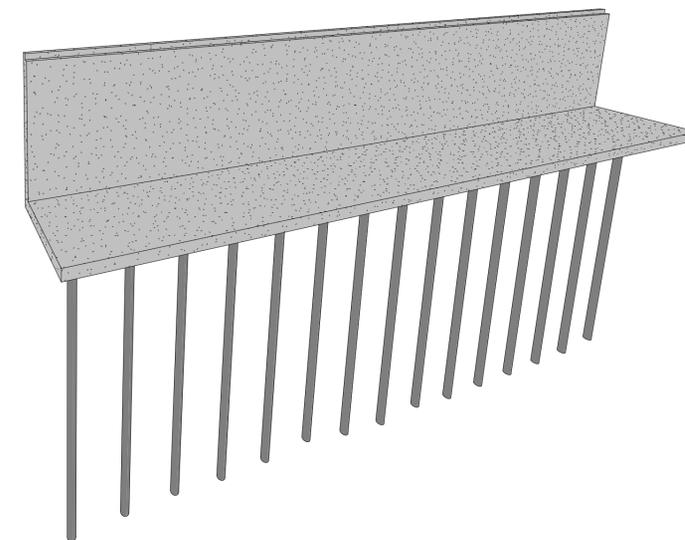
COORDINADOR DE LA OBRA	JEFE DE CATEGORÍA INGENIERÍA	PROFESOR	FECHA DE EMISIÓN
PHD. Miguel Chávez Mocarzo	PHD. Miguel Chávez Mocarzo	- Elias Finco Loor	7 de agosto, 2022
FECHA DE REVISIÓN	PROFESOR	PROFESOR	FECHA DE REVISIÓN
PHD. Miguel Arias Hidalgo	PHD. Miguel Arias Hidalgo	- Ney Canales Olaya	7 de agosto, 2022
FECHA DE REVISIÓN	PROFESOR	PROFESOR	FECHA DE REVISIÓN
PHD. Miguel Arias Hidalgo	PHD. Miguel Arias Hidalgo	- Ney Canales Olaya	7 de agosto, 2022



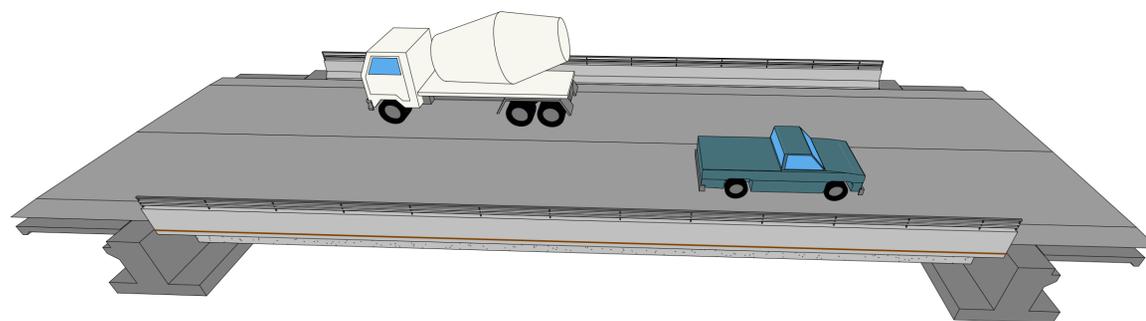
SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE
MEDIDAS EN METROS (m)
ESC. 1:25



ISOMETRÍA GENERAL DEL ESTRIBO

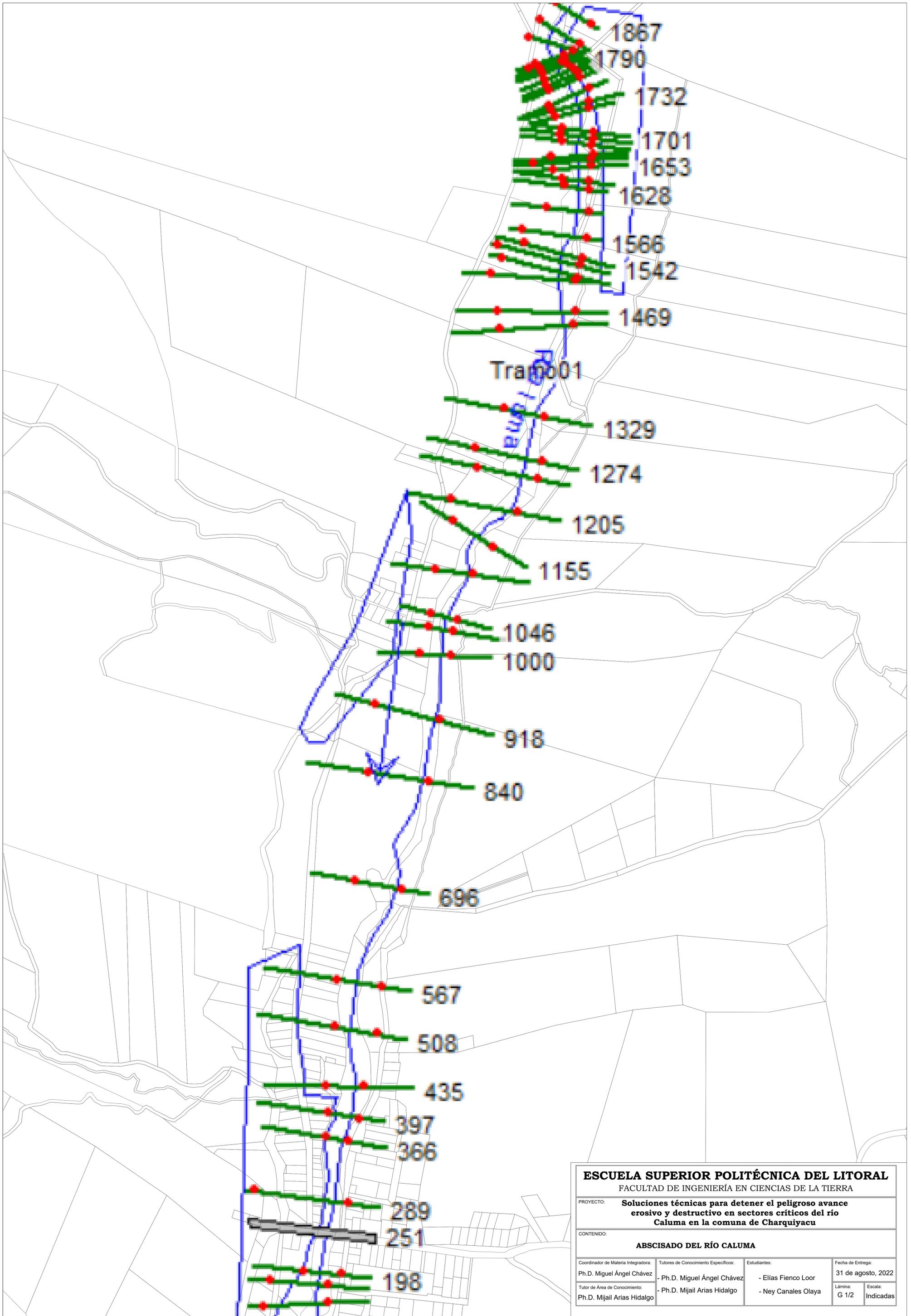


ISOMETRÍA GENERAL DEL MURO DE PROTECCIÓN



ISOMETRÍA GENERAL DEL PUENTE

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: SOLUCIONES TÉCNICAS PARA DETENER EL PELIGROSO AVANCE EROSIVO Y DESTRUCTIVO EN SECTORES CRÍTICOS DEL RÍO CALUMA EN LA COMUNA DE CHARQUIYACU			
CONTENIDO: SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE, ISOMETRÍA GENERALES DEL PUENTE, MURO DE PROTECCIÓN Y ESTRIBOS ANCLADOS CON INYECCIONES CONTINUAS			
Coordinador de la Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez Mocanyo	Tutores de Conocimientos Específicos: - PhD. Miguel Chávez Mocanyo - PhD. Mijail Arias Hidalgo	Estudiantes: - Elías Fienco Looor - Ney Canales Olaya	Fecha de Entrega: 31 de agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Mijail Arias Hidalgo			Laminas: A 2/2
			Escala: Indicada

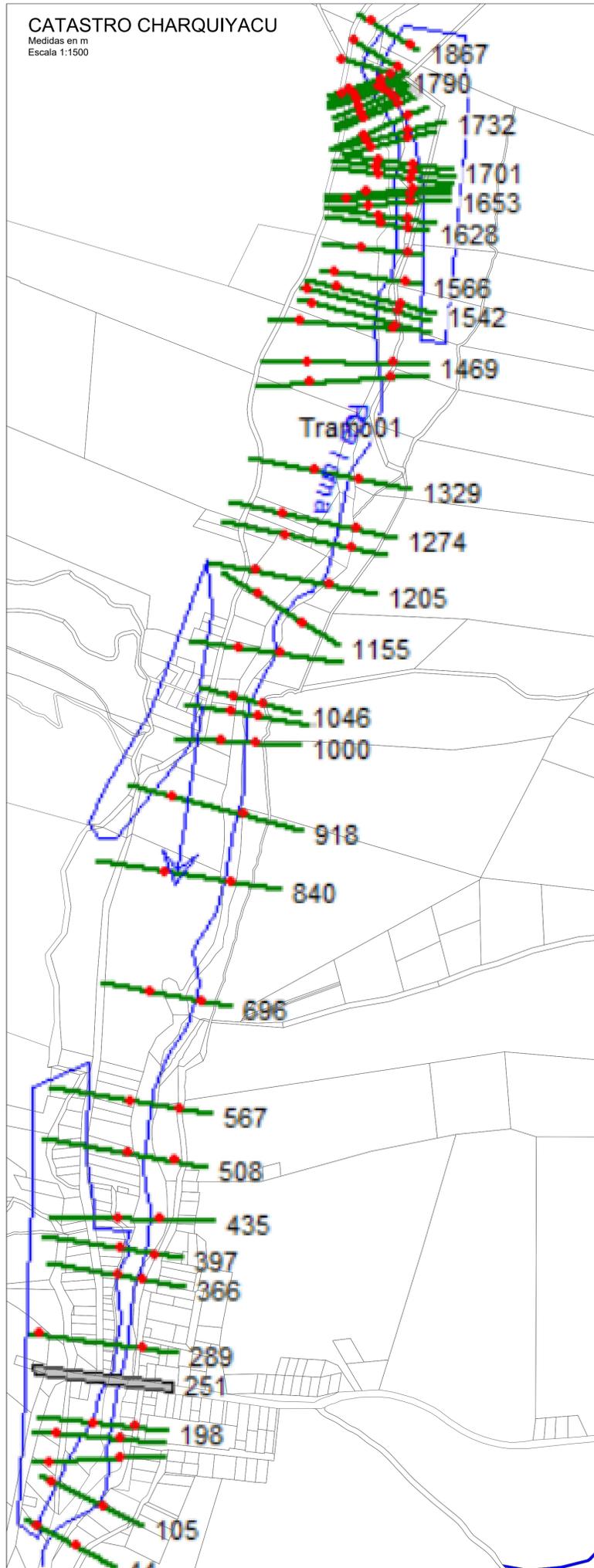


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu**

CONTENIDO: **ABSCISADO DEL RÍO CALUMA**

Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ph.D. Miguel Ángel Chávez - Ph.D. Mijail Arias Hidalgo	Estudiantes: - Elías Fienco Loor - Ney Canales Olaya	Fecha de Entrega: 31 de agosto, 2022
			Lámina: G 1/2
			Escala: Indicadas



SECCIONES TRANSVERSALES DEL RÍO CHARQUIYACU

Medidas en m
Escala 1:1500



PERFILES DE SOCAVACIÓN EN PUNTOS CRÍTICOS

Medidas en m
Escala 1:1500

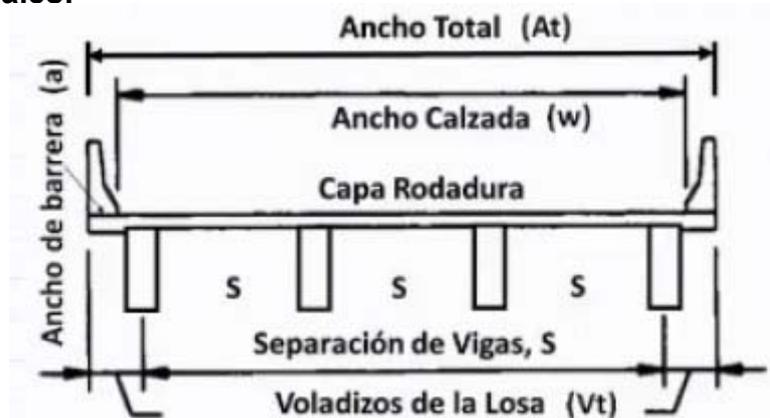
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiycu			
CONTENIDO: CATASTRO CARQUIYACU, PERFILES DE SOCAVACIÓN Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL RÍO CALUMA			
Coordinador de Materia Integradora: Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Tutores de Conocimiento Específicos: - Ph.D. Miguel Ángel Chávez	Estudiantes: - Elías Fienco Loor - Ney Canales Olaya	Fecha de Entrega: 31 de agosto, 2022
Tutor de Área de Conocimiento: Ph.D. Mijail Arias Hidalgo	- Ph.D. Mijail Arias Hidalgo		Lámina: G 2/2 Escala: Indicadas

Apéndice A

ANEXO A1

Diseño del tablero

Datos de Iniciales:



Geometría de la Viga

No. Carriles:	$n := 2$
Ancho de carril:	$ac := 3.6 \text{ m}$
Espaldones:	$es := 1.2 \text{ m}$
Ancho de Barrera:	$a := 0.38 \text{ m}$
Ancho total:	$At := 10 \text{ m}$
Ancho calzada:	$w := At - a \cdot 2 = 9.24 \text{ m}$
Separación de viga:	$S := 2.5 \text{ m}$
Voladizo del tablero:	$Vt := 1.25 \text{ m}$

Debido a que el puente tendrá una longitud total de 25 m se establecerá 1 claro para el puente simplemente apoyado a los extremos.

Longitud Total puente $Lt := 25 \text{ m}$

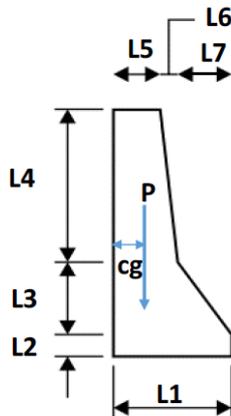
Longitud efectiva puente $Lep := Lt = 25 \text{ m}$

Tramo continuo:
AASHTO(2.5.2.6.3-1) $Ts := 0.070$ Tramo simple ; incluye espesor de losa

Altura viga: $h := Ts \cdot Lep = 1.75 \text{ m}$

Altura viga adoptado: $ha := 0.9 \text{ m}$

Geometría de la barrera de hormigón armado



Datos de la barrera adoptados:

$$L1 := 0.38 \text{ m}$$

$$L2 := 0.075 \text{ m}$$

$$L3 := 0.255 \text{ m}$$

$$L4 := 0.52 \text{ m}$$

$$L5 := 0.15 \text{ m}$$

$$L6 := 0.05 \text{ m}$$

$$L7 := 0.18 \text{ m}$$

$$L4 + L2 + L3 = 0.85 \text{ m}$$

$$Ab := L1 \cdot L2 + \frac{1}{2} \cdot (L5 + L6 + L1) \cdot L3 + \frac{1}{2} \cdot (L5 + L6 + L5) \cdot L4 = 0.193 \text{ m}^2$$

$$cg := \frac{\left(\frac{L5^2}{2}\right) \cdot (L2 + L3 + L4) + \left(L5 + \frac{L6}{3}\right) \cdot L6 \cdot \frac{L4}{2} + \left(L5 + \frac{L6}{2}\right) \cdot L6 \cdot (L3 + L2) + \left(L5 + L6 + \frac{L7}{3}\right)}{Ab}$$

$$cg = 0.127 \text{ m}$$

Carga debido a la barrera

Peso del Hormigón: $\gamma_H := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Área total de la barrera: $Ab = 0.193 \text{ m}^2$

Centro Geométrico de la barrera $cg = 0.127 \text{ m}$

Espesor de losa

Peso del concreto asfáltico: $\gamma_{Asf} := 2300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

1. Espesor mínimo: $t1 := 175 \text{ mm}$
AASHTO(9.7.1.1)

2. $t2 = 1.2(S + 3000)/30$

S; es la separación de cara a cara de las vigas longitudinales

Ancho de la viga $bw := 0.65 \text{ m}$

Separación de viga

$$S := 2.5 \text{ m}$$

$$t2 := \frac{1.2 \cdot (S - bw + 3000 \text{ mm})}{30} = 0.194 \text{ m}$$

Se adopta el valor mayor al mínimo establecido por la normativa de

$$t = 165 \text{ mm} \quad t2 := 165 \text{ mm}$$

$$t = 180 \text{ mm}$$

Para el espesor de las losa en voladizo que soporta las barreras de hormigón armado de designa $t3$ de acuerdo a la normativa

$$t3 := 220 \text{ mm}$$

- For concrete deck overhangs supporting a deck-mounted post system: 200 mm
- For a side-mounted post system: 300 mm
- For concrete deck overhangs supporting concrete parapets or barriers: 200 mm

2

Espesor de carpeta asfáltica

Espesor carpeta asfáltica:

$$cr := 75 \text{ mm}$$

Las coordenadas de inicio y final del puente son las siguientes:

Cotas del puente

Coordenadas	Norte	Este
Inicio de la estructura	9696401.319	799889.354
Fin de la estructura	9696291.836	799819.259

Por otro lado, de acuerdo a estudios previos las cotas máximas de niveles del río NAME es de 450.71msnm

Por otro lado se considera un gálibo libre de 10.5 m

$$NAME := 450.71 \text{ m}$$

$$Gl := 10.365 \text{ m}$$

Cota del la rasante:

$$Cr := NAME + Gl + ha + cr = 462.05 \text{ m}$$

Elevaciones de los estribos

Las elevación del estribo ubicado en la abscisa 0+615m

$$hei := 7.88 \text{ m}$$

Las elevación del estribo ubicado en la abscisa 0+745m

$$hei := 5.88 \text{ m}$$

DETERMINACIÓN DE CARGAS

Determinación de Cargas Muertas

Ancho tributario	1	m
Peso específico hormigón	2400	kg/m ³
Peso específico asfalto	2300	kg/m ³

Datos del avance 1:

Espesor de la capa de rodadura:	$cr = 7.5 \text{ cm}$
Espesor de losa:	$t2 = 0.165 \text{ m}$
Espesor de voladizo:	$t3 = 0.22 \text{ m}$
Área de sección barrera:	$Ab = 0.193 \text{ m}^2$

Peso de losa:

$$W_{losa} := \gamma_H \cdot t2 \cdot 1 \text{ m} = 396 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Peso de losa en voladizo:

$$W_{LosaVolado} := \gamma_H \cdot t3 \cdot 1 \text{ m} = 528 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Peso de capa de rodadura:

$$W_{Rodadura} := \gamma_H \cdot cr \cdot 1 \text{ m} = 180 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Peso de barrera:

$$W_{Barrera} := \gamma_H \cdot Ab = 464.28 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Peso total del segmentos en voladizo:

$$WT_{LosaCen} := W_{losa} + W_{Rodadura} = 576 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Peso total del segmentos centrales:

$$WT_{LosaVol} := W_{LosaVolado} + W_{Rodadura} = 708 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

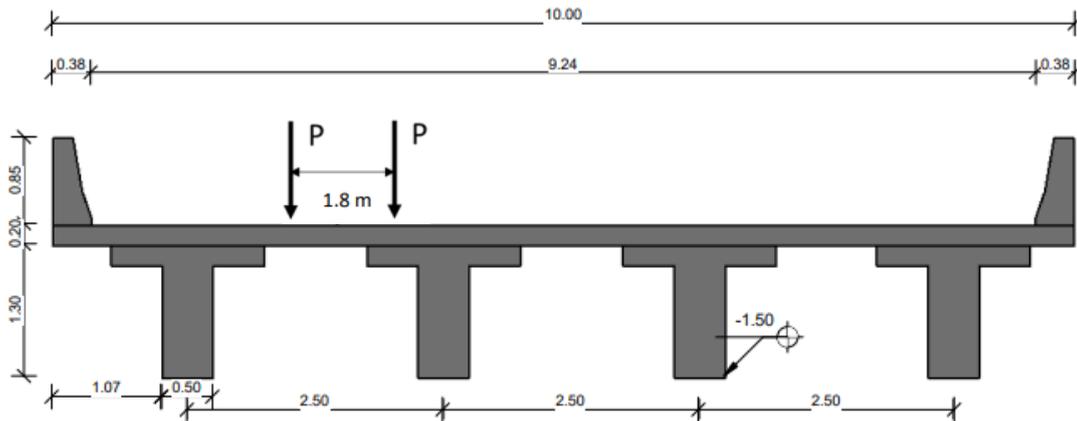
Determinación de Carga Viva:

Se calcula para camión estándar HS20, según la AASHTO. El camión tiene una carga por eje de 7393[kgf].

$$P_{eje} := 7393 \text{ kgf}$$

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Se propuso la sección dispuesta a continuación en la figura de sección transversal del puente

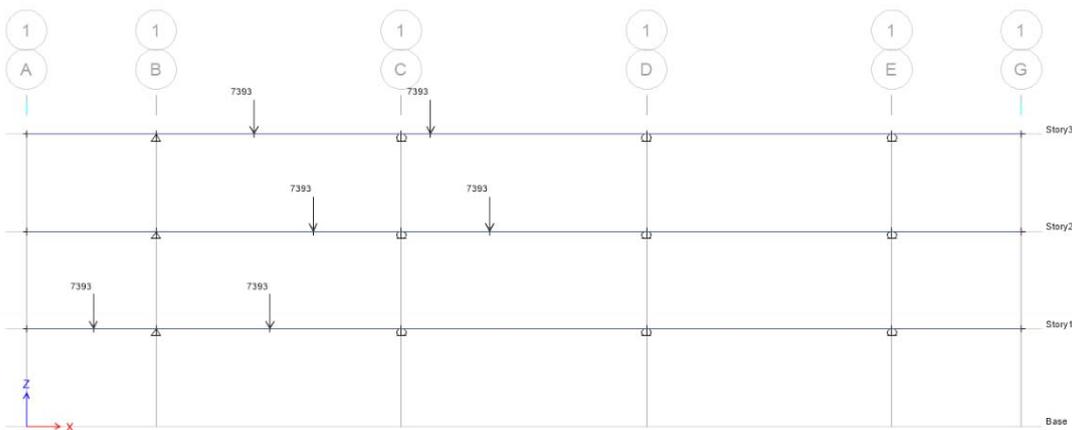


Separación entre ejes de ruedas = 1.8 m.

$$P_{eje} = 7393 \text{ kgf}$$

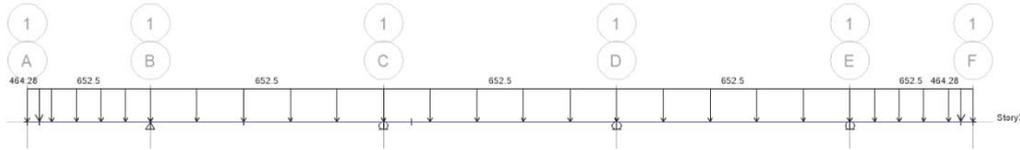
Determinación de momentos en [kgf . m] por carga viva:

- Calcular el momento máximo (+), que produce la carga P, cuando se encuentra a una distancia: $X_1 = 1\text{ m}$, del nudo B.
- Calcular el momento máximo (+), que produce la carga P, cuando se encuentra a una distancia: $X_1 = 1\text{ m}$, del nudo B.
- Calcular el momento máximo (+), que produce la carga P, cuando se encuentra a una distancia: $X_1 = 1\text{ m}$, del nudo B.



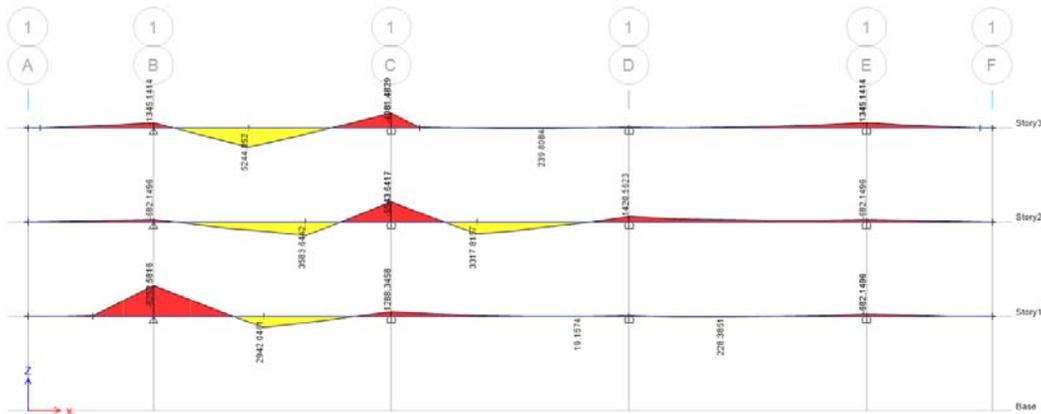
Determinación de momentos en [kgf . m] por carga muerta:

Nota: La carga puntual de la barrera está ubicada a una distancia $c_g=0.13\text{cm}$ de cada extremo del puente.



Determinación de momento último [kgf . m].

Combinación: 1.2D + 1.6L



Estado limite

El diseño se realizara por estado limite de Resistencia I.

Es de carácter riguroso contemplar la seguridad del puente, por lo que se establece como estado límite de resistencia para las cargas existentes vivas y muertas.

Table 3.4.1-2 Load Factors for Permanent Loads, γ_p

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag		Load Factor	
		Maximum	Minimum
<i>DC</i> : Component and Attachments		1.25	0.90
<i>DC</i> : Strength IV only		1.50	0.90
<i>DD</i> : Downdrag	Piles, α Tomlinson Method	1.4	0.25
	Piles, λ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O'Neill and Reese (1999) Method	1.25	0.35
<i>DW</i> : Wearing Surfaces and Utilities		1.50	0.65

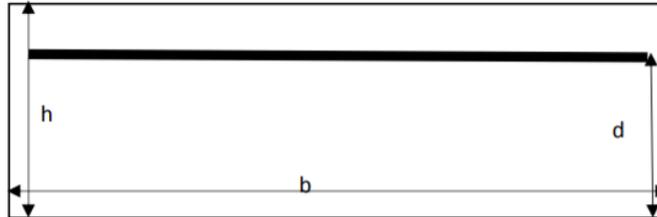
$$U = n[(1.25 \text{ o } 0,9 \text{ DC}) + (1.5 \text{ o } 0.65 \text{ DW}) + 1.75 (\text{LL} + \text{IM})]$$

Momento positivo: $Mu_{posit} := 5204.85 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Momento negativo: $Mu_{negat} := 8252.58 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

CÁLCULO DE ACERO DE REFUERZO PARA LA LOSA

Acero de refuerzo negativo:



Momento último negativo: $Mu_negat = 8252.58 \text{ kgf}\cdot\text{m}$

Diámetro de varilla de acero: $Diametro_hierro := 1.6 \text{ cm}$

Área del acero de refuerzo:

$$Area_hierro := \frac{\pi \cdot (Diametro_hierro)^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

Recubrimiento: $Recubrimiento := 4 \text{ cm}$

Altura: $h := t2 = 16.5 \text{ cm}$

Peralte:

$$d := h - Recubrimiento - \frac{Diametro_hierro}{2} = 11.7 \text{ cm}$$

Cuantía de acero A_s , cm^2

Se considera los siguientes parámetros de diseño:

Resistencia del hormigón: $f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Resistencia del acero de refuerzo: $f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Peralte: $d = 11.7 \text{ cm}$

Ancho análisis de losa: $b := 1 \text{ m}$

Factor resistencia del hormigón:

Tabla 22.2.2.4.3 — Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente de esfuerzos en el concreto.

f'_c , MPa	β_1	
$17 \leq f'_c \leq 28$	0.85	(a)
$28 < f'_c < 55$	$0.85 - \frac{0.05(f'_c - 28)}{7}$	(b)
$f'_c > 55$	0.65	(c)

$$\beta_1 := \begin{cases} \text{if } f'c > 55 \text{ MPa} \\ \quad \parallel 0.65 \\ \text{else if } f'c \geq 28 \text{ MPa} \\ \quad \parallel 0.85 - 0.05 \cdot \frac{(f'c - 28 \text{ MPa})}{7 \text{ MPa}} \\ \text{else} \\ \quad \parallel 0.85 \end{cases} \quad \beta_1 = 0.85$$

Factor por flexión del elemento:

$$\phi := 0.9$$

Se aproxima el área de acero requerido y se itera para encontrar la solución exacta

Bloque de esfuerzo
aproximación inicial

$$a_0 := 6.5 \text{ cm}$$

$$As_1 := \frac{(Mu_negat)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a_0)} = 25.837 \text{ cm}^2$$

$$a_1 := \frac{As_1 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 4.559 \text{ cm}$$

$$As_2 := \frac{(Mu_negat)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a_1)} = 23.176 \text{ cm}^2$$

$$a_2 := \frac{As_2 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 4.09 \text{ cm}$$

$$As_3 := \frac{(Mu_negat)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a_2)} = 22.612 \text{ cm}^2$$

$$a_3 := \frac{As_3 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 3.99 \text{ cm}$$

$$As_4 := \frac{(Mu_negat)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a_3)} = 22.496 \text{ cm}^2$$

$$a_4 := \frac{As_4 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 3.97 \text{ cm}$$

$$As_5 := \frac{(Mu_negat)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a_4)} = 22.473 \text{ cm}^2$$

$$a_5 := \frac{As_5 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 3.966 \text{ cm}$$

$$As_5 := \frac{(Mu_negat)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a_5)} = 22.468 \text{ cm}^2$$

$$a_5 := \frac{As_5 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 3.965 \text{ cm}$$

$$As_5 := \frac{(Mu_negat)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a_5)} = 22.467 \text{ cm}^2$$

$$a_5 := \frac{As_5 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 3.965 \text{ cm}$$

Área de acero requerida:

$$As_neg := As_5 = 22.467 \text{ cm}^2$$

Profundidad de bloque de esfuerzo:

$$a := a_5 = 3.965 \text{ cm}$$

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 4.664 \text{ cm}$$

$$\epsilon_t := 0.003 \cdot \frac{(d - c)}{c} = 0.005$$

Deformaciones:

$$\epsilon_t := 0.005 \quad c \quad \text{CUMPLE}$$

Número de varillas de refuerzo negativo:

$$N_{asneg} := \text{floor} \left(\frac{A_{s_neg}}{A_{area_hierro}} + 1 \right) = 12$$

Separación de las varillas de refuerzo:

$$S_{ref} := \frac{1 \cdot m}{N_{asneg}} = 8.333 \text{ cm}$$

Separación máxima código

NO debe ser mayor que: { $1.5 h = 24.75 \text{ cm}$
 $S_{max} := 45 \text{ cm}$

**Se adopta varillas de hierro 16mm,
con separación de 8 cm**

Comprobación A_s mínimo

Momento negativo en losa: $Mu_negat = 8252.58 \text{ kgf} \cdot m$

Resistencia del hormigón: $f'c = 27.5 \text{ MPa}$

Momento de agrietamiento del hormigón: $fr := 0.97 \cdot \left(\left(\frac{f'c}{\text{MPa}} \right)^{0.5} \right) \text{ MPa}$
 $fr = 5.083 \text{ MPa}$

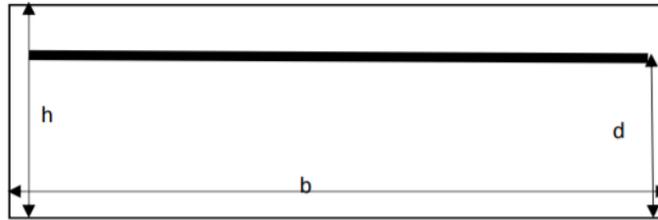
Módulo de sección de losa $S := \frac{b \cdot h^2}{6} = 4537.5 \text{ cm}^3$

$Mu > 1.2 M_{cr}$ $M_{cr} := fr \cdot S = 2351.836 \text{ kgf} \cdot m$
Cumple $1.2 M_{cr} = 2822.203 \text{ kgf} \cdot m$

1.33 $Mu_negat = 10975.931 \text{ kgf} \cdot m$

$$Mu := \begin{cases} \text{if } Mu_negat \geq 1.2 M_{cr} \\ \quad \text{"SI CUMPLE"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"NO CUMPLE"} \end{cases}$$

Acero de refuerzo positivo:



Momento último positivo: $Mu_posit = 5204.85 \text{ kgf}\cdot\text{m}$

Diámetro de varilla de acero: $Diametro_hierro := 1.4 \text{ cm}$

Área del acero de refuerzo:

$$Area_hierro := \frac{\pi \cdot (Diametro_hierro)^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

Recubrimiento: $Recubrimiento := 4 \text{ cm}$

Altura: $h = 0.165 \text{ m}$

Peralte: $d := h - Recubrimiento - \frac{Diametro_hierro}{2} = 11.8 \text{ cm}$

Cuantía de acero As , cm^2

Se considera los siguientes parámetros de diseño:

Resistencia del hormigón: $f'c = 27.459 \text{ MPa}$ $\beta_1 = 0.85$

Resistencia del acero de refuerzo: $fy = 411.879 \text{ MPa}$

Peralte: $d = 11.8 \text{ cm}$

Ancho análisis de losa: $b = 1 \text{ m}$

Factor resistencia del hormigón: $\phi = 0.9$

Se aproxima el área de acero requerido y se itera para encontrar la solución exacta

$$As1 := \frac{(Mu_posit)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot 0)} = 11.669 \text{ cm}^2 \quad a1 := \frac{As1 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 2.059 \text{ cm}$$

$$As2 := \frac{(Mu_posit)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a1)} = 12.785 \text{ cm}^2 \quad a2 := \frac{As2 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 2.256 \text{ cm}$$

$$As3 := \frac{(Mu_posit)}{\phi \cdot fy \cdot (d - 0.5 \cdot a2)} = 12.902 \text{ cm}^2 \quad a3 := \frac{As3 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 2.277 \text{ cm}$$

Área de acero requerida: $As_{pos} := As3 = 12.902 \text{ cm}^2$

Profundidad de bloque de esfuerzo: $a := a3 = 2.277 \text{ cm}$

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 2.679 \text{ cm}$$

Deformaciones: $\epsilon_t := 0.003 \cdot \frac{(d-c)}{c} = 0.01$
 $\epsilon_t := 0.005$ CUMPLE

Número de varillas de refuerzo negativo: $Naspost := \text{floor} \left(\frac{As_{pos}}{Area_{hierro}} + 1 \right) = 9$

Separación de las varillas de refuerzo: $Sref := \frac{1 \cdot m}{Naspost} = 11.111 \text{ cm}$

Separación máxima código

NO debe ser mayor que: { $Smax := 45 \text{ cm}$
 $1.5 h = 24.75 \text{ cm}$

**Se adopta varillas de hierro 14mm,
con separación de 11cm**

Momento negativo en losa: $Mu_{posit} = 5204.85 \text{ kgf} \cdot m$

Resistencia del hormigón: $f'c = 27.459 \text{ MPa}$

Momento de agrietamiento del hormigón: $fr := 0.97 \cdot \left(\left(\frac{f'c}{\text{MPa}} \right)^{0.5} \right) \text{ MPa} = 5.083 \text{ MPa}$

Módulo de sección de losa $S := \frac{b \cdot h^2}{6} = 4537.5 \text{ cm}^3$

$$Mcr := fr \cdot S = 2351.84 \text{ kgf} \cdot m$$

$$1.2 Mcr = 2822.2 \text{ kgf} \cdot m$$

$$1.33 Mu_{posit} = 6922.45 \text{ kgf} \cdot m$$

$$Mu := \begin{cases} \text{if } Mu_{posit} \geq 1.2 Mcr & \text{“SI CUMPLE”} \\ \text{“SI CUMPLE”} \\ \text{else} \\ \text{“NO CUMPLE”} \end{cases}$$

Cálculo del acero de distribución y separación de hierros

Para calcular el acero de distribución, se requiere conocer la dirección secundaria en la cara superior de la losa como un porcentaje del reforzamiento primario en el momento positivo:

- Si el reforzamiento primario es paralelo al tráfico:

$$\frac{1750}{\sqrt{S}} \leq 50\%$$

- Si el reforzamiento primario es perpendicular al tráfico:

$$\frac{3840}{\sqrt{S}} \leq 67\%$$

En este diseño se conoce que es perpendicular, por lo tanto:

Distancia entre vigas: $S_v = 2.5 \text{ m}$

Ancho de viga: $b_w = 0.65 \text{ m}$

Distancia libre entre vigas: $S := S_v - b_w = 1850 \text{ mm}$

$$\frac{3840}{\sqrt{S}} = \frac{3840}{\sqrt{2000}} = 85.865$$

Como es mayor a 67%, se considera el establecido en la norma, igual a 67%.
Por ello:

$$A_{s_pos} := 5.597 \text{ cm}^2 \quad A_s := 0.67 \cdot \frac{A_{s_pos}}{m} = 3.75 \frac{1}{m} \cdot \text{cm}^2$$

Mientras que, para la separación, se asume: $A_{\#12} = 1.131 \text{ cm}^2$

Asumimos un valor de separación de : $S := \frac{A_{\#12}}{A_s} = 30 \text{ cm}$

**Cálculo de As por temperatura, separación de hierros, y Smáx.
Conforme al código AASHTO.**

Cálculo por temperatura

El acero por temperatura se encuentra con el acero negativo en ambos sentidos de forma paralela al tráfico. Por ello se realiza el cálculo tomando en cuenta ambas direcciones. Para obtener el área de acero total $A_s(t)$ se utiliza la siguiente expresión:

$$b := 100 \text{ cm} \quad h = 16.5 \text{ cm} \quad F_y := 420 \text{ MPa}$$

$$A_s(t) := \frac{(0.75 \cdot (b \cdot 10) \cdot (h \cdot 10))}{(2 \cdot ((b \cdot 10) + h) \cdot F_y)}$$

$$A_s(t) := 0.175 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$$

El acero no puede ser menor a $0.233 \text{ mm}^2/\text{mm}$ ni mayor a $1.27 \text{ mm}^2/\text{mm}$ según el artículo 5.10.8-2 por tanto escogemos el valor de $A_s(t) = 0.233 \text{ mm}^2/\text{mm}$ y como es para dos direcciones, se tiene finalmente $A_s(t) = 0.1165 \text{ mm}^2/\text{mm}$ o $1.165 \text{ cm}^2/\text{m}$.

$$A_{st} := 1.165 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Separación hierro, Smax

El espaciado máximo de este refuerzo es 3 veces el espesor de la losa o 45 cm

$$S_{max} := 3 \cdot h = 49.5 \text{ cm}$$
$$S_{min} := 45 \text{ cm}$$

Se utiliza un diámetro de varilla de 12 mm

$$A_{var} := 1.131 \text{ cm}^2 \quad S := \frac{A_{var}}{A_{st}} = 97.082 \text{ cm}$$

Escogemos el valor mínimo que es de 45 cm

Finalmente, tenemos una varilla de 12 mm con una separación de 45 cm.

Tablas

Table 2.5.2.6.3-1 Traditional Minimum Depths for Constant Depth Superstructures.

Superstructure		Minimum Depth (Including Deck)	
		Simple Spans	Continuous Spans
Material	Type		
Reinforced Concrete	Slabs with main reinforcement parallel to traffic	$\frac{1.2(S + 3000)}{30}$	$\frac{S + 3000}{30} \geq 165 \text{ mm}$
	T-Beams	$0.070L$	$0.065L$
	Box Beams	$0.060L$	$0.055L$
	Pedestrian Structure Beams	$0.035L$	$0.033L$

ANEXO A2

DISEÑO APOYOS ELASTÓMERO REFORZADO CON PLCAS DE ACERO:

Datos generales:

Longitud de tramo:	$L_t := 25 \text{ m}$
Carga última de servicio:	$R_t := 137.5 \text{ tonf}$
Ancho ala inferior	$W := 65 \text{ cm}$
Temperatura promedio de la zona de estudio:	$T := 24.5^\circ \text{ C}$

Movimiento debido a la temperatura

$$\text{MovimientoTemp} := 1.5 \cdot 6.5 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot L_t = 1.219 \text{ cm}$$

Espesor mínimo requerido de la placa

Espesor: $\text{Espesor} := 2 \cdot \text{MovimientoTemp} = 2.438 \text{ cm}$

EspesorRequerido: $\text{EspesorR} := 2 \text{ in} = 5.08 \text{ cm}$

Presión máxima: $\text{Presión Máxima} = \frac{(RDL + RLL)}{W \cdot L} \leq 1000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$

Longitud de apoyo: $L := \frac{R_t}{W \cdot 1 \frac{\text{kip}}{\text{in}^2}} = (2.73 \cdot 10^{-1}) \text{ m}$

$$L := 30 \text{ cm}$$

Dimensiones: $W \times L = 65 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$

Factor de forma: $S := \frac{W \cdot L}{0.5 \text{ in} \cdot 2 \cdot (W + L)} = 8.081$

Espesor máximo de placa: $\text{EspMax} := \frac{L}{3} = 10 \text{ cm}$

SATISFACE

Esfuerzo a compresión

Esfuerzo a compresión $\text{Esf} := \frac{R_t}{W \cdot L} = (9.098 \cdot 10^2) \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$

SATISFACE

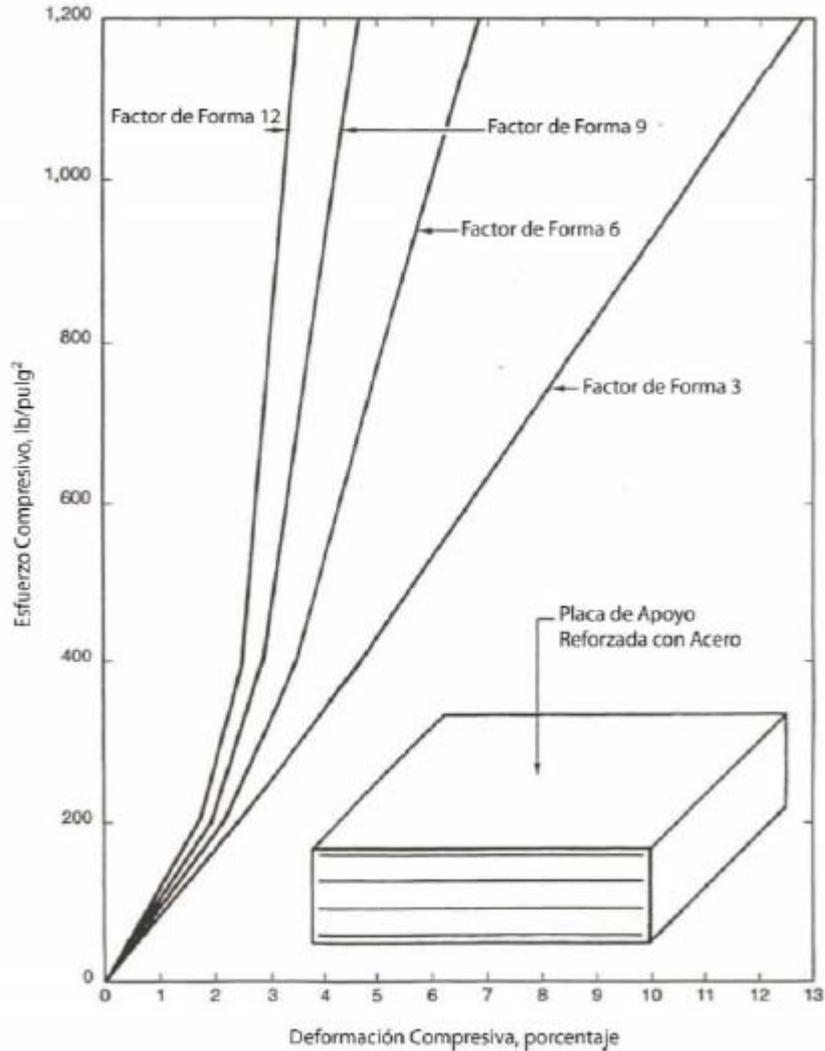
Deflexión vertical inicial

Esfuerzo a compresión total $\text{Esf} = (9.098 \cdot 10^2) \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$

Acortamiento por compresión $r := 0.042$

Espesor inicial:

$$E_i := \text{Espesor}R - r \cdot \text{Espesor}R = 4.867 \text{ cm}$$



Espesor total después de
compresión

$$E_{fin} := E_i - \text{Espesor}R \cdot r \cdot 0.25$$
$$E_{fin} = 4.813 \text{ cm}$$

Máxima fuerza de corte

Fuerza de corte máxima

$$F_{max} := \frac{Rt}{8} = (1.719 \cdot 10) \text{ tonf}$$

Esfuerzo de corte

$$G := 131 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

Área:

$$\text{Area} := W \cdot L = 1950 \text{ cm}^2$$

$$\text{MovimientoTemp} = 1.219 \text{ cm}$$

$$\text{Espesor}R = 5.08 \text{ cm}$$

$$F_s := \frac{G \cdot \text{Area} \cdot \text{MovimientoTemp}}{\text{Espesor}R} = 6.129 \text{ tonf}$$

**SATISFAC
E**

Espesor de Diseño [pulg]	Número de Capas de 1/2" *	Número de Placas de Acero	Espesor Real	
			Mínimo	Máximo**
1.0	2	2	1.15	1.29
1.5	3	3	1.73	1.89
>> 2.0	4	4	2.30	2.48
2.5	5	5	2.88	3.08
3.0	6	6	3.45	3.67
3.5	7	7	4.03	4.27
4.0	8	8	4.60	4.86
4.5	9	9	5.18	5.46
5.0	10	10	5.75	6.05
5.5	11	11	6.33	6.65
6.0	12	12	6.90	7.24

Especificaciones del proveedor

Prueba	Valor	Unidades	Método de ensayo
Espectroscopia IR	Neopreno	Espectro FT-IR	ASTM D3677-10
Dureza de indentación	65±5	Shore A	ASTM D 2240
Carga de rotura	>490	Kgs /cm²	ASTM D 412
Alargamiento a rotura	45 a 55 ±4%	%	ASTM D 412
	58 a 65 ±3%		
	65 a 75 ±3%		

**Dureza =65
±5**

**SATISFAC
E**

Table 14.7.6.2.1—Correlated Material Properties

	Hardness (Shore A)		
	50	60	70 ¹
Shear Modulus @ 73°F (ksi)	0.095–0.130	0.130–0.200	0.200–0.300
Creep deflection @ 25 yr divided by initial deflection	0.25	0.35	0.45

$$E_{\text{apoyo}} := 6 \cdot S^2 \cdot G = (4.567 \cdot 10^2) \frac{N}{mm^2}$$

$$K_h := \frac{G \cdot \text{Area}}{4 \cdot 0.5 \text{ in}} = 4473.615 \frac{N}{mm}$$

$$K_v := \frac{E_{\text{apoyo}} \cdot \text{Area}}{4 \cdot 0.5 \text{ in}} = 1752929.444 \frac{N}{mm}$$

$$\frac{K_v}{K_h} = 391.837$$

SATISFAC

Kh

E

APENDICE A3

DISEÑO POR FLEXIÓN:

1.-Determinación de momento por carga muerta.

Se definió la efectiva del puente será de $L=25\text{m}$. Considerando un tramo de apoyo simplemente apoyado de hormigón armado de tipo "T"

1.1 Geometría

Longitud efectiva de la viga	$L := 25 \text{ m}$	Valores dados de iteración:
Altura de viga (Tabla 2.5.2.6.3-1)	$h := 0.070 \cdot L = 1.75 \text{ m}$	
		$hva := 160 \text{ cm}$
Ancho de la viga	$bv := \frac{hva}{2} = 0.8 \text{ m}$	$bva := 0.65 \text{ m}$
Separación entre vigas	$S := 2.5 \text{ m}$	
Espesor de losa	$Tt := 0.165 \text{ m}$	

1.2 Peso propio de la viga

Densidad del hormigón (Tabla 3.5.1-1 Densidades)	$Dha := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
Sección de área transversal	
Ala de la viga	$A1 := Tt \cdot S = 0.413 \text{ m}^2$
Alma de la viga	$A2 := (hva - Tt) \cdot bva = 0.933 \text{ m}^2$
Peso propio de la viga	$DCviga := (A1 + A2) \cdot Dha = 3228.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Momento máximo	$Mv := DCviga \cdot \frac{L^2}{8} = 252234.375 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

1.3 Peso de la barrera

Área de la barrera	$Ab := 0.19345 \text{ m}^2$
Gravedad	$g := 9.80665 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Peso de la barrera	$DCba := Ab \cdot Dha = 464.28 \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{s}^2}$

Número de barreras	$nb := 2$
Número de Vigas	$nv := 4$
Peso de las barreras distribuido en las vigas	$DCbr := DCba \cdot \frac{nb}{nv} = 232.14 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Momento	$Mb := DCbr \cdot \frac{L^2}{8} = 18135.938 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

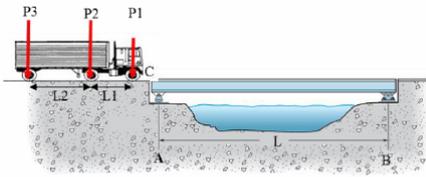
1.4 Peso de la capa de rodadura

Peso específico del hormigón asfáltico	$Dhasf := 2300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
Espesor de capa de rodadura	$ca := 7.5 \text{ cm}$
Peso de la barrera	$DWca := S \cdot ca \cdot Dhasf = 431.25 \frac{\text{s}^2}{\text{m}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{s}^2}$
Momento	$Mca := DWca \cdot \frac{L^2}{8} = 33691.406 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

2.-Determinación de momentos por carga viva.

2.1. Momento debido a camión de diseño

Se considera un camión de diseño Hs 20-40

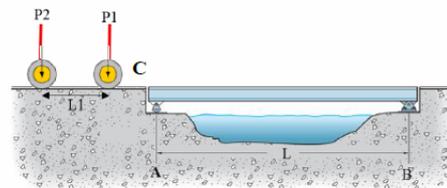
Longitud de viga	$L = 25 \text{ m}$	
Distancia entre ejes L1	$L1 := 4.3 \text{ m}$	
Distancia entre ejes L2	$L2 := 4.3 \text{ m}$	
Carga P1	$P1 := 3569 \text{ kgf}$	$b1 := 0 \text{ m}$
Carga P2	$P2 := 14786 \text{ kgf}$	$b2 := L1 = 4.3 \text{ m}$
Carga P3	$P3 := 14786 \text{ kgf}$	$b3 := L1 + L2 = 8.6 \text{ m}$
FUERZA RESULTANTE	$FR := P1 + P2 + P3 = 33141 \text{ kgf}$	
Ordenada de FR	$XFr := \frac{P1 \cdot b1 + P2 \cdot b2 + P3 \cdot b3}{FR}$	
	$XFr = 5.755 \text{ m}$	
Distancia desde A hasta P2	$a := \frac{XFr - L1}{1} + \frac{L}{2} = 13.228 \text{ m}$	

$$\begin{aligned}
 \text{Distancia desde A hasta P1} & \quad xP1 := a + L1 = 17.528 \text{ m} \\
 \text{Distancia desde A hasta P3} & \quad xP3 := a - L2 = 8.928 \text{ m} \\
 \text{Ordenada P1} = a(1-X/L) & \quad OP1 := a \cdot \left(1 - \frac{xP1}{L}\right) = 3.954 \text{ m} \\
 \text{Ordenada P2} = a(1-a/L) & \quad OP2 := a \cdot \left(1 - \frac{a}{L}\right) = 6.229 \text{ m} \\
 \text{Ordenada P3} = X(L-a)/L & \quad OP3 := \frac{xP3}{L} \cdot (L - a) = 4.204 \text{ m} \\
 \\
 M_{cvCD} & := P1 \cdot OP1 + P2 \cdot OP2 + P3 \cdot OP3 = 168369.98 \text{ kgf} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

2.2 Momento debido a Tándem de diseño

Se considera un tándem de diseño con los siguientes datos

Longitud de viga $L = 25 \text{ m}$



Distancia entre ejes $LT1 := 1.2 \cdot m$

Carga PT1 $PT1 := 11217 \text{ kgf}$ $b_{pt1} := 0 \text{ m}$

Carga PT2 $PT2 := 11217 \text{ kgf}$ $b_{pt2} := LT1 = 1.2 \text{ m}$

Se calcula la posición de la fuerza resultante con respecto a la mitad de la distancia al eje anterior del tándem de diseño

FUERZA RESULTANTE $FRt := PT1 + PT2 = 22434 \text{ kgf}$

Centroide a F. Resultante $X_{Frt} := \frac{(PT2 \cdot LT1)}{FRt} = 0.6 \text{ m}$

$$at := \frac{L}{2} + \frac{X_{Frt}}{2} = 12.8 \text{ m}$$

Punto desde A a PT2 $X_{Pt2} := at - LT1 = 11.6 \text{ m}$

Momentos generados por el Tándem de diseño

$$OP1 := \left(1 - \frac{at}{L}\right) \cdot at = 6.246 \text{ m} \quad OP2 := (L - at) \cdot \frac{X_{Pt2}}{L} = 5.661 \text{ m}$$

$$MP1 := OP1 \cdot PT1 = 70065.869 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

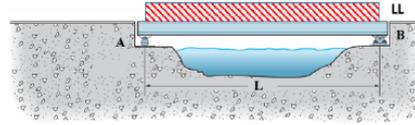
$$MP2 := OP2 \cdot PT2 = 63497.194 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{cvTD} := MP1 + MP2 = 133563.062 \text{ kgf} \cdot m$$

2.3 Momento debido a carril

Longitud de viga $L = 25 \text{ m}$

Carga viva LL $CLL := 948.34 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$



Momento = $WL^2/8$ $M_{CLL} := CLL \cdot \frac{L^2}{8} = 74089.063 \text{ kgf} \cdot m$

3. Efectos por carga viva

3.1. Momentos debidos a carga viva

Camión de diseño

Momento $M_{cvCD} = 168369.98 \text{ kgf} \cdot m$

$IM := 33\%$ $FIM := \left(\frac{IM}{100\%} \right) + 1 = 1.33$

$M(LL+IM)$ $M_{cvCDlim} := M_{cvCD} \cdot FIM = 223932.073 \text{ kgf} \cdot m$

Carril de diseño

Momento $M_{CLL} = 74089.063 \text{ kgf} \cdot m$

Momento máximo por carga vehicular

$M_{CVmax} := M_{cvCDlim} + M_{CLL} = 298021.136 \text{ kgf} \cdot m$

3.2 Factores de distribución por carga viva

Geometría de la viga

Área de la ala $A_{ala} := S \cdot Tt = 0.413 \text{ m}^2$

Altura de la viga $h_{va} = 1.6 \text{ m}$

Altura del alma de la viga $h_{av} := h_{va} - Tt = 1.435 \text{ m}$

Ancho de la viga $b_{va} = 0.65 \text{ m}$

Área del alma $A_{alma} := h_{va} \cdot b_{va} = 1.04 \text{ m}^2$

Parámetro de rigidez

Parámetro n	$n := 1$
Inercia de la viga	$Iv := \left(\frac{bv \cdot (hav^3)}{12} \right) = 0.197 \text{ m}^4$
Área de la viga	$AT := Aala + Aalma = 1.453 \text{ m}^2$
Distancia entre centro de gravedad	$eg := \frac{Tt}{2} + \frac{hav}{2} = 0.8 \text{ m}$
Parámetro de rigidez longitudinal	$Kg := n \cdot (Iv + AT \cdot eg^2) = 1.127 \text{ m}^4$

3.3 Cálculo de factores de distribución

Se considera el soporte de la viga según las ASSTHO :

Soporte tipo (e)

Para 1 carril de diseño:

$$FD1 := 0.06 + \left(\frac{S}{4300 \text{ mm}} \right)^{0.4} \cdot \left(\frac{S}{L} \right)^{0.3} \cdot \left(\frac{Kg}{L \cdot (Tt^3)} \right)^{0.1} = 0.568$$

Para 2 carriles de diseño:

$$FD2 := 0.075 + \left(\frac{S}{2900 \text{ mm}} \right)^{0.6} \cdot \left(\frac{S}{L} \right)^{0.2} \cdot \left(\frac{Kg}{L \cdot (Tt^3)} \right)^{0.1} = 0.802$$

4. Estado límite

4.1. Cargas permanentes

Momento peso propio de la viga $M_v = 252234.375 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Momento peso propio de la barrera $M_b = 18135.938 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Momento peso de la viga + barrera $M_{vb} := M_b + M_v = 270370.313 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Momento peso de carpeta asf. $M_{ca} = 33691.406 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

4.2. Cargas Vivas

Momento de diseño por carga viva
(Camión de diseño + carril) $M_{CVmax} = 298021.136 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Factor de distribución por carga viva $FD := \max(FD1, FD2) = 0.802$

Aplicación de los factores de distribución por carga viva

$$M_{LLIM} := FD \cdot M_{CVmax} = 238977.311 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

4.3. Diseño por estado límite

Factores de modificación de carga:

$$n_D := 1 \quad n_R := 1 \quad n_I := 1$$

Factor determinado (n) $n := n_D \cdot n_R \cdot n_I = 1$

Factores de cargas (Tabla 3.4.1-2.1 Load Factors)

$$FDC_{max} := 1.25 \quad FDW_{max} := 1.5 \quad FLL := 1.75$$

$$IM := 33\% \quad FDC_{max} := 0.9 \quad FDW := 0.65$$

$$FIM := \frac{IM}{100\%} + 1 = 1.33$$

$$U = n((1.25 \text{ o } 0.9 \text{ DC}) + (1.5 \text{ o } 0.65 \text{ DW}) + (1.75(\text{LL} + \text{IM})))$$

(Factor)X(Momento)

Por peso propio $MU1 := FDC_{max} \cdot (M_v + M_b)$

Por peso carril $MU2 := FDW_{max} \cdot M_{ca}$

Por peso propio $MU3 := FLL \cdot M_{LLIM}$

Momento total $MU := n \cdot (MU1 + MU2 + MU3)$

$$MU = 712080.686 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

5. Cálculo del refuerzo a flexión

Inicialmente se supone que el E.N. (Eje neutro) se encuentra en ala de la viga

5.1. Resistencia de materiales

Resistencia a la compresión del hormigón	$f_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Momento ultimo de diseño	$MU = 712080.686 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

5.2. Cálculo del peralte efectivo

Diámetro del refuerzo transversal	$drt := 1.2 \text{ cm}$
Diámetro del refuerzo longitudinal inferior	$dbp := 3.6 \text{ cm}$
Área de hierro longitudinal	$Adp := \frac{\pi}{4} \cdot (dbp^2) = 10.179 \text{ cm}^2$
Recubrimiento	$rec := 4 \text{ cm}$
Espesor de losa	$Tt = 0.165 \text{ m}$
Altura de la viga	$hva = 1.6 \text{ m}$
Peralte efectivo de la viga	$d := hva - (rec + drt + 0.5 \cdot dbp)$ $d = 1.53 \text{ m}$

5.3. Determinación del acero de la cuantía de acero

As

Factor por bloque de compresión asociado a incertidumbres

$$\beta_1 := \begin{cases} \text{if } f_c \leq 28 \text{ MPa} & 0.85 \\ \text{if } f_c > 56 \text{ MPa} & 0.65 \\ \text{if } 28 \text{ MPa} < f_c \leq 56 \text{ MPa} & 0.85 - \left(0.05 \cdot \frac{f_c - 28 \text{ MPa}}{7 \cdot \text{MPa}} \right) \end{cases} = 0.85$$

$$b := \min \left(bva + 16 \cdot Tt, bva + S - bva, \frac{L}{4} \right) = 2.5 \text{ m}$$

Factor de reducción $\phi := 0.9$

resistencia a flexión \emptyset

$$As = \frac{Mu}{\emptyset f_y (d - (0.5 \cdot a))}, \text{ cm}^2 \quad a = \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}, \text{ cm}$$

Primer Iteración asumiendo $a=15 \text{ cm}$

$$a := 15 \text{ cm}$$

$$As := \frac{MU}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 129.472 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 9.139 \text{ cm}$$

Segunda Iteración

$$As := \frac{MU}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 126.915 \text{ cm}^2$$

$$a := As \cdot \frac{f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 8.96 \text{ cm}$$

tercer Iteración

$$As := \frac{MU}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 126.838 \text{ cm}^2$$

$$a := As \cdot \frac{f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 8.95 \text{ cm}$$

Se considera como una viga rectangular; ya que el bloque a compresión se encuentra en el ala

$$\text{Número de varillas} \quad N := \left(\frac{As}{Adp}\right) = 12.461$$

$$N := \text{round}(N + 1) = 13$$

$$\text{Área Total acero} \quad AsT := N \cdot Adp = 132.324 \text{ cm}^2$$

$$\text{if}(AsT \geq As, \text{"Satisface"}, \text{"NO Satisface"}) = \text{"Satisface"}$$

Comprobación de ancho mínimo de la viga

Suponiendo que el tamaño mínimo del agregado grueso es de 3/4 pulgadas

Se colocará 4 filas de acero:

7 en la primera capa

2 en la segunda capa

2 en la tercer capa

2 en la cuarta capa

$$\text{Espacio mínimo ref} \quad cav := \max\left(1.5 \text{ dbp}, 1.5 \cdot \left(\frac{3}{4} \text{ in}\right), 4.5 \text{ cm}\right) = 5.4 \text{ cm}$$

Ancho mínimo viga

$$\checkmark \quad Minav := (6) dbp + 6 \cdot cav + 2 \cdot drt + 2 \cdot rec$$

$$Minav = 64.4 \text{ cm}$$

$$\text{if}(Minav < bva, \text{"Satisface"}, \text{"NO Satisface"}) = \text{"Satisface"}$$

Ancho de la viga bw adoptado

$$bva = 0.65 \text{ m}$$

Calculo del peralte efectivo al grupo de varillas

Se considera el centroide desde la cara a tensión de la viga hasta el centroide del grupo de varillas de refuerzo

Centroide al grupo de varillas

$$ygb = \frac{7 \cdot \left(rec + drt + \frac{dbp}{2} \right) + 2 \cdot \left(rec + drt + dbp + 4 \text{ cm} + \frac{dbp}{2} \right) + 2 \cdot \left(rec + drt + 2 \cdot dbp + 4 \text{ cm} + \frac{dbp}{2} \right) + 2 \cdot \left(rec + drt + dbp + 4 \text{ cm} + \frac{dbp}{2} \right)}{13}$$

$$ygb = 0.111 \text{ m}$$

Peralte efectivo de la viga

ds

$$ds := hva - ygb = 1.489 \text{ m}$$

Calculo del momento nominal del grupo de varillas (Mu)

Bloque de esfuerzo calculado $a := \frac{AsT \cdot fy}{0.85 \cdot fc \cdot b} = 9.341 \text{ cm}$

Bloque de esfuerzo real $c := \frac{a}{\beta 1} = 10.989 \text{ cm}$

Se se encuentra en la sección a compresión del ala, por lo tanto se analiza como una viga rectangular

Capacidad de momento nominal Mn

$$Mngb := AsT \cdot fy \cdot \left(ds - \frac{a}{2} \right) = 801785.429 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cálculo del peralte efectivo a la carga inferior de refuerzo en tensión (dt)

Distancia de la cara en tensión al centroide geométrico del grupo de varillas

..

$$y_t := rec + d_{rt} + \frac{dbp}{2} = 7 \text{ cm}$$

$$d_t := h_{va} - y_t = 153 \text{ cm}$$

Ubicación del eje neutro (c) $c := \frac{a}{\beta_1} = 10.989 \text{ cm}$

Deformación neta a tensión ϵ_t

$$\epsilon_t := 0.003 \cdot \frac{d_t - c}{c} = 0.039$$

$$\text{if}(\epsilon_t \geq 0.005, \text{"}\phi=0.9 \text{ OK"} , \text{"}\phi \text{ diferente de } 0.9\text{"}) = \text{"}\phi=0.9 \text{ OK"}$$

Se confirma la capacidad por momento nominal del grupo de varillas

Momento nominal $\phi \cdot M_{ngb} = 721606.886 \text{ m} \cdot \text{kgf}$

Momento último $MU = 712080.686 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

$$\text{if}(\phi \cdot M_{ngb} > MU, \text{"Satisface"} , \text{"NO Satisface"}) = \text{"Satisface"}$$

5.4 Comprobación As Mínimo

$$1.2M_{cr} = 1.2f_r \cdot S$$

Cálculo del Modulo de la sección

$$Y_c := \frac{b \cdot T_t \cdot \left(h_{va} - \frac{T_t}{2}\right) + b_{va} \cdot \frac{(h_{va} - T_t)^2}{2}}{b \cdot T_t + b_{va} \cdot (h_{va} - T_t)} = 0.963 \text{ m}$$

$$I_{x1} := b_{va} \cdot \frac{(h_{va} - T_t)^3}{12} \quad I_{x2} := b \cdot \frac{(T_t)^3}{12} \quad A_g := b \cdot T_t + b_{va} \cdot (h_{va} - T_t)$$

$$I_{Tx} := I_{x1} + I_{x2} + (b \cdot T_t) \cdot \left(h_{va} - \frac{T_t}{2} - T_t\right)^2 + b_{va} \cdot (h_{va} - T_t) \cdot \left(\frac{(h_{va} - T_t)}{2} - Y_c\right)^2$$

Inercia en el eje X $I_{Tx} = 97169488.391 \text{ cm}^4$

Radio de giro en X $r_x := \left(\frac{I_{Tx}}{A_g}\right)^{0.5} = 84.989 \text{ cm}$

Módulo de sección $S_x := \frac{I_{Tx}}{h_{va} - c} = 652095.352 \text{ cm}^3$

Módulo de ruptura (fr) MPa $f_r := 0.97 \cdot \text{MPa} \cdot \left(\frac{f_c}{\text{MPa}}\right)^{0.5} = 5.083 \text{ MPa}$

$$\begin{array}{ll} \text{Módulo e ruptura (fr1)} & fr1 := fr = 51.831 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \\ \text{Kg/cm}^2 & \end{array}$$

$$1.2Mcr = 1.2fr \cdot S \quad (kgm) \quad FMcr := 1.2 \cdot fr1 \cdot Sx = 405585.82 \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

$$1.33Mcr \quad (kgm) \quad FMu := 1.33 \cdot MU = 947067.312 \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

$$\text{Mínimo valor de momento } Mmin := \min(FMcr, FMu) = 405585.82 \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

Comprobación: MU > 1.2Mcr

$$\text{if}(\phi \cdot Mngb > Mmin, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"CUMPLE"}$$

6. Refuerzo por contracción y temperatura

$$\begin{array}{ll} \text{Altura de la viga} & hva = 1.6 \text{ m} \\ \text{Ancho de la viga} & bva = 0.65 \text{ m} \end{array}$$

$$Asct := \frac{0.75 \cdot bva \cdot hva}{2 \cdot (bva + hva) \cdot \frac{fy}{MPa}} = 0.421 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$$

$$\text{if}\left(0.233 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} \leq Asct \leq 1.27 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}, \text{"Cumple"}, \text{"NO Cumple"}\right) = \text{"Cumple"}$$

6.1. Espacio para colocar el acero por temperatura

$$\begin{array}{ll} \text{Altura ocupada por el} & y := rec + drt + 3 \cdot dbp + 3 \cdot 4 \text{ cm} = 28 \text{ cm} \\ \text{acero a tensión} & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Espacio para el acero por} & hvct := hva - Tt - y = 115.5 \text{ cm} \\ \text{temperatura} & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{As por lado} & Asctf := Asct \cdot hvct = 4.861 \text{ cm}^2 \end{array}$$

6.2. Número de varillas por lado

$$\begin{array}{ll} \text{Diámetro hierro} & dbasct := 0.8 \text{ cm} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Área hierro} & Abasct := \frac{\pi}{4} (dbasct^2) = 0.503 \text{ cm}^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Número de varillas} & Nv1 := \frac{Asctf}{Abasct} = 9.67 \end{array}$$

$$Nv := \text{round}(Nv1) = 10$$

$$\begin{array}{ll} \text{Área de acero total} & Asctlado := Abasct \cdot Nv = 5.027 \text{ cm}^2 \end{array}$$

$$\text{if}(Asctlado > Asctf, \text{"Cumple"}, \text{"NO Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

6.3. Separación de Hierro Smax

$$\frac{0.5 \cdot ds}{Nv} = 0.074 \text{ m}$$

La separación máxima según la AASHTO:

El espaciado de refuerzo es 3 veces el espesor del elemento o 45 cm

3h

$$smax1ct := 3 \cdot bva = 195 \text{ cm}$$

$$smax2ct := 45 \text{ cm}$$

Separación máx según
AASHTO

$$\frac{ds}{6} = 248.231 \text{ mm}$$

$$\frac{1000 \cdot Abasct}{d - 750} = 64.443 \text{ mm}$$

$$separaciónct := \min(smax1ct, smax2ct) = 45 \text{ cm}$$

$$Stemp1 := \frac{\left(\frac{ds}{2} - Nv \cdot dbasct - 4 \text{ cm} \right)}{Nv - 1} = 69.41 \text{ mm}$$

$$Stemp := 1 \text{ cm} \cdot \text{round} \left(\frac{Stemp1}{\text{cm}} \right) = 7 \text{ cm}$$

Se coloca acero de refuerzo de 8mm
espaciado máximo libre de 7 cm

APENDICE A4

DISEÑO POR CORTE

7. Máximo cortante debido a cargas permanentes

7.1. Geometría

Longitud efectiva del puente	$L = 25 \text{ m}$
Altura de la viga	$hva = 1.6 \text{ m}$
Ancho de la viga	$bva = 0.65 \text{ m}$
Separación entre vigas	$S = 2.5 \text{ m}$
Espesor de la losa	$Tt = 16.5 \text{ cm}$
Peso propio de la viga	$DCviga = 3228.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Peso de la barrera	$DCbr = 232.14 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Peso de la capa de rodadura	$DWca = 431.25 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

7.2. Determinación del cortante en a sección crítica

Localización de la sección crítica a lo largo de la viga

Altura del bloque de compresión a	$a = 9.341 \text{ cm}$
Peralte efectivo de la viga	$ds = 148.938 \text{ cm}$
$de = (Aps * fps * dp + As * fy * ds) / (Aps * fps + As * fy)$	$de := ds = 148.938 \text{ cm}$

La sección crítica está localizada a una distancia (dv), medido desde la cara interna del apoyo

dv no es menor que el mayor de:	$d1 := 0.72 \text{ hva} = 1.152 \text{ m}$ $d2 := 0.9 \text{ de} = 1.34 \text{ m}$
Mínimo máximo permisible $dv := de - \frac{a}{2} = 144.268 \text{ cm}$	$max := \max(d1, d2) = 134.045 \text{ cm}$
Ancho del apoyo	$Aa := 100 \text{ cm}$
Sección crítica: $x = dv + \text{Ancho de apoyo} / 2$	$X := dv + \frac{Aa}{2} = 194.268 \text{ cm}$

Se debe calcular un cortante no mayorado debido a las cargas permanentes y cargas vivas a una distancia "X" desde el centro del apoyo izquierdo

7.3. Cortante Debido a cargas permanentes

Cortante debido al peso propio de la viga $VDCvx := DCviga \cdot \left(\frac{L}{2} - X\right) = 334263.163 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$

Cortante debido al peso de la barrera $VDCbx := DCbr \cdot \left(\frac{L}{2} - X\right) = 24033.9 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$

Cortante debido al peso de la carpeta asfáltica $VDWcax := DWca \cdot \left(\frac{L}{2} - X\right) = 44648.141 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$

7.4. Cortante Debido a cargas vivas

En la sección crítica $X = 1.943 \text{ m}$

7.4.1. Camión de diseño

Se considera un camión de diseño Hs 20-40

Longitud de viga $L = 25 \text{ m}$

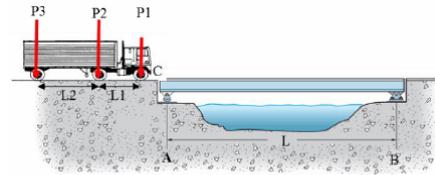
Distancia entre ejes L1 $L1 = 4.3 \text{ m}$

Distancia entre ejes L2 $L2 = 4.3 \text{ m}$

Carga P1 $P1 = 3569 \text{ kgf}$ $b1 = 0 \text{ m}$

Carga P2 $P2 = 14786 \text{ kgf}$ $b2 = 4.3 \text{ m}$

Carga P3 $P3 = 14786 \text{ kgf}$ $b3 = 8.6 \text{ m}$



Distancia crítica $avx := X = 1.943 \text{ m}$

Distancia desde A hasta P1 $xP1 := X + L1 + L2 = 10.543 \text{ m}$

Distancia desde A hasta P2 $xP2 := X + L2 = 6.243 \text{ m}$

Distancia desde A hasta P3 $xP3 := X = 1.943 \text{ m}$

Ordenada P1=(1-X/L) $oP1x := 1 - \frac{xP1}{L} = 0.578$

Ordenada P2=(1-X/L) $oP2x := 1 - \frac{xP2}{L} = 0.75$

Ordenada P3=(1-X/L) $oP3x := 1 - \frac{xP3}{L} = 0.922$

L

Cortante VcvCD:

$$Vcdx := P1 \cdot oP1x + P2 \cdot oP2x + P3 \cdot oP3x = 26794.775 \text{ kgf}$$

7.4.2. Carga de carril

Longitud de carril $L = 25 \text{ m}$

Carga viva LL $CLL = 948.34 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Distancia Crítica X $X = 1.943 \text{ m}$

Cortante $Vccx := \frac{(L-X)^2}{2L} CLL = 10083.508 \text{ kgf}$

8. Efectos por carga viva en el cortante

8.1. Cortantes debido a la carga viva

Camión de diseño $Vcdx = 26794.775 \text{ kgf}$

$IM := 33\%$ $FIM := \frac{IM}{100\%} + 1 = 1.33$

Cortante por efecto de carga viva $Vcdimx := Vcdx \cdot FIM = 35637.051 \text{ kgf}$

Carril de diseño $Vccx = 10083.508 \text{ kgf}$

8.2. Cortante máximo por carga viva vehicular

$$VCVx := Vcdimx + Vccx = 45720.559 \text{ kgf}$$

9. Factores de distribución por carga viva

Cortante: Separación entre vigas $S = 2.5 \text{ m}$

9.1. Cálculo del factor de distribución

Viga de tipo "T" entonces es Viga "e"

Cálculo para un carril de diseño

$$FD1 := 0.36 + \frac{S}{7600 \text{ mm}} = 0.689$$

Cálculo para dos carriles de diseño

$$FD1 := 0.2 + \frac{S}{\left(\frac{S}{\right)^2} = 0.84$$

$$3600 \text{ mm} \quad (10700 \text{ mm})$$

Se toma el mayor entre FD1 y FD2

$$FD := \text{if}(FD1 \geq FD2, FD1, FD2) = 0.84$$

10. Estado límite para cortante

Cargas permanentes

Carga muerta de la viga $VDCvx = 34085.357 \text{ kgf}$

Carga muerta de la Barrera $VDCbx = 2450.776 \text{ kgf}$

Carga muerta de la Carpeta asfáltica $VDWcax = 4552.843 \text{ kgf}$

Cargas Vivas

-> Se aplica el factor de distribución

Cargas LL+IM $Vmax := FD \cdot VCVx = 38398.618 \text{ kgf}$

APENDICE A5

11. Diseño por estado límite del cortante

Factores de modificación de carga:

$$\begin{array}{ccc} nD = 1 & nR = 1 & nI = 1 \\ \text{Factor determinado (n)} & n := nD \cdot nR \cdot nI = 1 & \end{array}$$

Factores de cargas (Tabla 3.4.1-2.1 Load Factors)

$$FDCmax := 1.25 \quad FDWmax := 1.5 \quad FLL := 1.75$$

$$IM := 33\% \quad FDCmax := 0.9 \quad FDW := 0.65$$

$$FIM := \frac{IM}{100\%} + 1 = 1.33$$

$$U = n((1.25 \text{ o } 0.9 \text{ DC}) + (1.5 \text{ o } 0.65 \text{ DW}) + (1.75(\text{LL} + \text{IM})))$$

(Factor)X(Cortante)

Por peso propio $VU1 := FDCmax \cdot (VDCvx + VDCbx)$

Por peso carril $VU2 := FDWmax \cdot VDWcax$

Por peso propio $VU3 := FLL \cdot Vmax$

Momento total $VUx := n \cdot (VU1 + VU2 + VU3)$

$VUx = 106909.366 \text{ kgf}$

12. Resistencia al corte de la viga T en la sección crítica

Vn es el menor entre: $Vn = Vc + Vs + Vp$
 $Vn = 0.25 f_c \cdot b_v \cdot d_v + Vp$

Se considera un sección no prefrozada de hormigón armado

$Vp := 0 \text{ kgf}$ Fuerza de presfuerzo en dirección del cortante

$f_c = 27.459 \text{ MPa}$ Resistencia a compresión del hormigón

$b_{va} = 65 \text{ cm}$ Ancho de la base de la viga

$d_v = 144.268 \text{ cm}$ Peralte efectivo de la viga

$\phi := 0.9$ Factor de corrección por corte

Tabla 5.5.4.2

$Vn := 0.25 f_c \cdot b_{va} \cdot d_v + Vp = 656420.341 \text{ kgf}$

$\phi Vn := \phi \cdot Vn = 590778.307 \text{ kgf}$

$VUx = 106909.366 \text{ kgf}$

$\text{if}(\phi Vn \geq VUx, \text{"Cumple"}, \text{"NO Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

12.1. Cálculo en el cortante en el hormigón

Refuerzo transversal requerido para el cortante

Factor Beta $\beta := 2$

Cortante en el hormigón $Vc := 0.083 \left(\frac{(\text{kgf})^{0.5}}{\text{mm}} \right) \beta \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_v \cdot d_v$

$Vc = 320588.341 \text{ kgf}$

Cortante en el acero Vs $Vs := \frac{VUx}{\phi} - Vc = -201800.157 \text{ kgf}$

La viga no se encuentra sujeta a tensión ni a compresión axial

12.2. Cantidad mínima de refuerzo transversal

Refuerzo Mínimo As transversal es requerido donde: $V_u > (V_c + \emptyset V_p)/2$

Contribución del cortante por la acción de presfuerzo no existe

ya que no es un elemento presforzado

$$\text{Cortante último} \quad Vu := 0.5 \phi \cdot (Vc + Vp) = 144264.754 \text{ kgf}$$

$$\text{if}(VUx \geq Vu, \text{"Cumple"}, \text{"NO Cumple"}) = \text{"NO Cumple"}$$

12.3. Calculo de la separación de estribos

$$\text{Estribos perpendiculares al acero de refuerzo longitudinal} \quad Av \geq 0.083 \cdot \sqrt{fc} \text{ bva S/fy}$$

$$\text{Diámetro de varilla} \quad d_{rt} := 12 \text{ mm}$$

$$\text{Área de varilla} \quad A_{rt} := \pi \cdot \frac{d_{rt}^2}{4} = 113.097 \text{ mm}^2$$

$$\text{Resistencia a la fluencia del acero} \quad f_y = 411.879 \text{ MPa}$$

$$\text{Separación máxima de estribo} \quad S_{max} := \frac{2 A_{rt} \cdot f_y}{0.083 \left(\frac{(\text{kgf})^{0.5}}{\text{mm}} \right) \cdot (f_c^{0.5})} \text{ bva}$$
$$S_{max} = 10.524 \text{ cm}$$

$$\text{Separación máxima adoptada} \quad \text{Se} := 10 \text{ cm}$$

12.4. Cálculo de la separación máxima permisible del refuerzo transversal

$$\text{Si } Vu < 0.125f_c \quad \text{se toma} \quad S_{max} = 0.8dv \leq 600 \text{ mm}$$

$$\text{Si } Vu > 0.125f_c \quad \text{se toma} \quad S_{max} = 0.4dv \leq 300 \text{ mm}$$

Datos de cortante:

$$VUx = 1048422.73 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \quad \phi = 0.9$$

$$Vp = 0 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \quad bva = 0.65 \text{ m}$$

$$f_c = 27.459 \text{ MPa} \quad dv = 1.443 \text{ m}$$

$$v_{ux} := \frac{|VUx - \phi \cdot Vp|}{\phi \cdot b_v \cdot dv} = 102923.044 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$\text{if } v_{ux} < 0.125 \cdot f_c \quad \left. \begin{array}{l} \text{"Se usa } 0.8dv \leq 600\text{mm"} \\ \text{else} \\ \text{"Se usa } 0.4dv \leq 300\text{mm"} \end{array} \right\} = \text{"Se usa } 0.8dv \leq 600\text{mm"}$$

$$S1 := 0.8 \text{ } dv = 1.154 \text{ m} \quad S_{max} := 600 \text{ mm}$$

El código establece un máximo de separación del estribo de 600mm $Se := 600 \text{ mm}$

13. Determinación de la separación del refuerzo transversal para la sección crítica

13.1. Cargas y dimensiones

Longitud de la viga	$L = 25 \text{ m}$
Cargas permanentes	
Peso propio de la viga	$DCviga = 3228.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Peso barrera	$DCbr = 232.14 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Peso capa rodadura	$DWca = 431.25 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Cargas vivas	
Camión de diseño	
Distancia entre ejes L1	$L1 := 4.3 \text{ m}$
Distancia entre ejes L2	$L2 := 4.3 \text{ m}$
Carga P1	$P1 := 3569 \text{ kgf}$
Carga P2	$P2 := 14786 \text{ kgf}$
Carga P3	$P3 := 14786 \text{ kgf}$
Carril de diseño	$dv = 1.443 \text{ m}$
Carga viva LL	$CLL := 948.34 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Punto crítico	$Xc := dv + \frac{Aa}{2} = 1.943 \text{ m}$
Peso Viga + barrera	$WDC := DCviga + DCbr = 3460.74 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$
Cortante por carga permanente	$VDC := WDC \cdot \left(\frac{L}{2} - Xc \right) = 36536.132 \text{ kgf}$
Cortante por carga calzada	$VDW := DWca \cdot \left(\frac{L}{2} - Xc \right) = 4552.843 \text{ kgf}$
Cortante por camión de diseño	$VCD := P1 \cdot \left(1 - \frac{Xc + L1 + L2}{L} \right) \downarrow$

$$\begin{aligned}
 P1 &= 3569 \text{ kgf} & L1 &= 4.3 \text{ m} & & + P2 \cdot \left(1 - \frac{Xc + L1}{L}\right) \downarrow \\
 P2 &= 14786 \text{ kgf} & L2 &= 4.3 \text{ m} & & + P3 \cdot \left(1 - \frac{Xc}{L}\right) \\
 P3 &= 14786 \text{ kgf} & & & &
 \end{aligned}$$

Cortante por carril de diseño

$$\begin{aligned}
 VCD &= 26794.775 \text{ kgf} \\
 VCDca &:= CLL \cdot \frac{(L - Xc)^2}{2 \cdot L} = 10083.508 \text{ kgf}
 \end{aligned}$$

Parámetros de corte:

$$\begin{aligned}
 gv &:= 0.84 & nD &:= 1 & nI &:= 1 & \phi &= 0.9 \\
 IM &:= 1.33 & nR &:= 1 & n &:= nD \cdot nR \cdot nI = 1
 \end{aligned}$$

Estimación de la separación de estribos

$$\begin{aligned}
 \text{"VDC (kg)"} & & VDC &= 36536.132 \text{ kgf} \\
 \text{"VDW (kg)"} & & VDW &= 4552.843 \text{ kgf} \\
 \text{"VcamiónD*gv*IM (kg)"} & & V1 &:= VCD \cdot gv \cdot IM = 29935.123 \text{ kgf} \\
 \text{"Vcarril*gv (kg)"} & & V2 &:= VCDca \cdot gv = 8470.147 \text{ kgf} \\
 \text{"V(LL+IM) (kg)"} & & VLL_IM &:= V1 + V2 = 38405.269 \text{ kgf} \\
 \text{"Vu (kg)"} & & Vu &:= n \cdot (1.25 \cdot VDC + 1.5 \cdot VDW + 1.75 \cdot VLL_IM) \\
 & & Vu &= 119708.652 \text{ kgf} \\
 \text{"Vu/Ø (kg)"} & & \frac{Vu}{\phi} &= 133009.613 \text{ kgf} \\
 \text{"Vc (kg)"} & & Vc &= 320588.341 \text{ kgf} \\
 \text{"Vs=Vu/Ø-Vc (kg)"} & & Vs &:= \frac{Vu}{\phi} - Vc = -187578.728 \text{ kgf}
 \end{aligned}$$

La resistencia a cortante del concreto actúa totalmente, se colocará el acero mínimo en las secciones transversales

"Scal (cm)"

$$\begin{aligned}
 Dv &:= 1.2 \text{ cm} \\
 Adv &:= \pi \cdot \frac{Dv^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2 \\
 S_{reqd} &= \frac{A_v f_y d_v}{V_s} \\
 Scal &:= Adv \cdot 2 \cdot f_v \cdot \frac{dv}{V_s} = -7.307 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f_y = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Vs

“S admit (cm)”

Sadmit := 30 cm

A continuación se muestra la tabla para cara tramo de la mitad del puente:

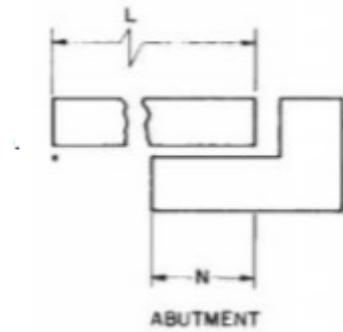
Tipo de corte	DISTANCIA A LO LARGO DEL TRAMO (%L)						
	0.00	0.068	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
VDC (kg)	43259.25	37369.07	34607.40	25955.55	17303.70	8651.85	0.00
VDW (kg)	5390.63	4656.64	4312.50	3234.38	2156.25	1078.13	0.00
VcamiónD+gv+IM (kg)	32812.26	30291.59	29109.74	25407.23	21704.71	18002.20	14299.69
Vcarril+gv (kg)	9957.57	8647.90	8065.63	6372.84	4879.21	3584.73	2489.39
V(LL+IM) (kg)	42769.83	38939.49	37175.38	31780.07	26583.92	21586.93	16789.08
Vu (kg)	137007.20	121840.40	114784.91	92911.13	71385.87	50209.12	29380.89
VuØ (kg)	152230.22	135378.22	127538.79	103234.59	79317.63	55787.91	32645.43
Vc (kg)	100441.46	100441.46	100441.46	100441.46	100441.46	100441.46	100441.46
Vs=VuØ-Vc (kg)	51788.76	34936.76	27097.33	2793.13	-21123.83	-44653.55	-67796.03
Seal (cm)	26.47	39.24	50.59	490.80	-64.90	-30.70	-20.22
S admit (cm)	20.00	30.00	30.00	30.00	600.00	600.00	600.00

Xeritico

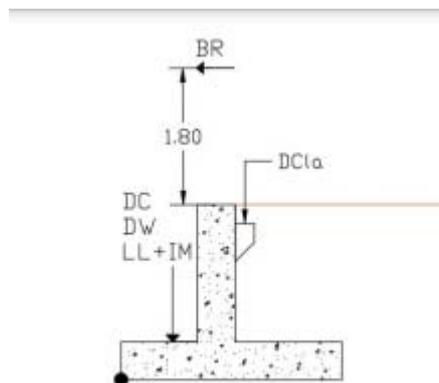
Tabla de cálculo de separación de estribos por tramo en la longitud del puente

APENDICE A6 DIMENSIONES DEL ESTRIBO

$L := 25 \text{ m}$	Longitud de puente
$H' := 0 \text{ mm}$	Altura Promedio (para 1 solo tramo)
$N := 305 \text{ mm} + 2.5 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \cdot L + 10 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \cdot H' = 367.5 \text{ mm}$	
$N := 40 \text{ cm}$	
$d_{\text{anclaje}} := 1.5 \text{ m}$	
$h_{\text{estribo}} := 2.31 \text{ m}$	$\phi_{\text{relleno}} := 35^\circ$
$h_{\text{parapeto}} := 1.81 \text{ m}$	$\gamma_{\text{rellenos}} := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
$h_{\text{base}} := 0.5 \text{ m}$	$E_c := 255358.052 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
$h_{\text{la}} := 0.25 \text{ m}$	$E_{\text{varilla}} := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
$b_{\text{estribos}} := 2.9 \text{ m}$	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
$b_{\text{parapeto}} := 1 \text{ m}$	$\gamma_{\text{suelo}} := 1870 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
$b_{\text{apoyo}} := 1 \text{ m}$	$\phi_{\text{suelo}} := 34.45^\circ$
$b_{\text{la}} := 0.25 \text{ m}$	$\gamma_c := 2.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
$b_{\text{talon}} := 1.4 \text{ m}$	$f_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
	$c_{\text{suelo}} := 14.50 \text{ kPa}$



Cargas aplicadas al estribo



Carga por peso permanente de superestructura

$$DC := 3228.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$X_{DC} := b_{\text{apoyo}} - 0.325 \text{ m} = 0.675 \text{ m}$$

$$X_{DC_centro} := X_{DC} - \frac{b_{\text{estribos}}}{2} = -0.775 \text{ m}$$

Carga por peso de losa

$$DC_{\text{losa}} := 708 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$X_{DC_losa} := b_{\text{apoyo}} + b_{\text{parapeto}} + \frac{b_{\text{la}}}{2} = 2.125 \text{ m}$$

$$X_{DC_lacentro} := X_{DC_losa} - \frac{b_{\text{estribos}}}{2} = 0.675 \text{ m}$$

Carga por peso de la capa de rodadura.

$$DW := 431.25 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$X_{DW} := b_{\text{apoyo}} - 0.325 \text{ m} = 0.675 \text{ m}$$

$$X_{DW_centro} := X_{DW} - \frac{b_{\text{estribos}}}{2} = -0.775 \text{ m}$$

Carga vertical transmitida por el vehículo y peatones

$$LL_v := 948.34 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$X_{LL_v} := b_{\text{apoyo}} - 0.325 \text{ m} = 0.675 \text{ m}$$

$$X_{LL_v_centro} := X_{LL_v} - \frac{b_{\text{estribos}}}{2} = -0.775 \text{ m}$$

Carga horizontal transmitida por el vehículo

$$BR := 232.14 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Y_{BR} := h_{\text{estribo}} + 1.8 \text{ m} = 4.11 \text{ m}$$

Carga horizontal transmitida por el vehículo

Altura del estribo (m)	h_{eq} (m)
1.50	1.20
3.00	0.90
≥ 6.00	0.60

$$Y_{rellenos} = (1.8 \cdot 10^3) \frac{kgf}{m^3}$$

$$K_o := 1 - \sin(\phi_{relleno}) = 0.426$$

$$\phi_{relleno} = 35^\circ$$

$$h_{eq} := 1.018 \text{ m}$$

$$q_{LS} := Y_{rellenos} \cdot h_{eq} = 1.832 \frac{\text{tonnef}}{m^2}$$

$$LS_h := q_{LS} \cdot K_o \cdot 1 \text{ m} = 0.781 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$LS_h := q_{LS} \cdot K_o \cdot h_{estribo} = 1.805 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Y_{LS_h} := 0.5 \cdot h_{estribo} = 1.155 \text{ m}$$

$$LS_v := q_{LS} \cdot b_{talon} = 2.565 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$X_{LS_v} := b_{apoyo} + b_{parapeto} + \frac{b_{talon}}{2} = 2.7 \text{ m}$$

$$X_{LS_v_centro} := X_{LS_v} - \frac{b_{estribos}}{2} = 1.25 \text{ m}$$

Consideraciones sísmicas

$$k_h := 0.35$$

$$k_v := 0$$

$$\phi_f := \phi_{relleno}$$

Ángulo de fricción interno

$$\delta := \frac{2}{3} \cdot \phi_{relleno} = 23.333^\circ$$

Ángulo de fricción entre el relleno y el muro

$$\beta := \text{atan}\left(\frac{1}{100}\right) = 0.573^\circ$$

Ángulo de relleno con respecto a la horizontal

$$i := 0^\circ$$

Ángulo de inclinación del material de relleno con respecto a la horizontal

Presión activa total causada por relleno

$$\theta_{MO} := \text{atan}\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right) = 19.29 \text{ deg}$$

Se establece la siguiente verificación;

$$\left. \begin{array}{l} \text{if } \phi_f \geq i + \theta_{MO} \\ \quad \parallel \text{ "cumple" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "no cumple" } \end{array} \right| = \text{"cumple"}$$

El coeficiente de presión activa sísmica del terreno es:

$$K_{AE} := \frac{(\cos(\phi_f - \theta_{MO} - \beta))^2}{\cos(\theta_{MO}) \cdot (\cos(\beta))^2 \cdot \cos(\delta + \beta + \theta_{MO})} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_f + \delta) \cdot \sin(\phi_f - \theta_{MO} - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta_{MO}) \cdot \cos(i - \beta)}} \right)^{-2}$$

$$K_{AE} = 0.555$$

CÁLCULO PAE.

Fuerza dinámica debido al empuje del relleno:

$$P_{AE} := \frac{1}{2} \cdot K_{AE} \cdot h_{estribo}^2 \cdot \gamma_{rellenos} = 2.665 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

CARGAS HORIZONTALES

$\theta := 0 \text{ deg}$ Ángulo de inclinación del muro con respecto a la horizontal

$$\Gamma := \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_f + \delta) \cdot \sin(\phi_f - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\beta - \theta)}} \right) = 1.724$$

$$k_a := \frac{(\cos(\phi_f - \theta))^2}{\Gamma \cdot ((\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\theta + \delta))} = 0.424$$

CARGAS ACTUANTES

SOBRECARGA VIVA EN EL TERRENO, CARGA LS.

$$p_1 := k_a \cdot h_{eq} \cdot \gamma_{rellenos} = 0.777 \frac{\text{tonnef}}{m^2} \quad \text{Presión del suelo}$$

$$P_{a_Coulomb} := \frac{1}{2} \cdot k_a \cdot \gamma_{rellenos} \cdot h_{estribo}^2 = 2.036 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

EMPUJE ACTIVO ESTÁTICO DEL TERRENO

$$p_2 := k_a \cdot h_{\text{estribo}} \cdot \gamma_{\text{rellenos}} = 1.763 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad \text{Presión del suelo}$$

$$E_H := p_2 \cdot \frac{h_{\text{estribo}}}{2} = 2.036 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad \text{Empuje}$$

$$Y_{eh} := \frac{h_{\text{estribo}}}{3} = 0.77 \text{ m} \quad \text{Posición de EH}$$

Diferencia entre empujes activo estático y del terreno debido al sismo:

$$\Delta_{PAE} := P_{AE} - P_{a_Coulomb} = 0.629 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Y_{PAE} := \frac{h_{\text{estribo}}}{2} = 1.155 \text{ m}$$

Peso causado por el relleno en el talón

$$W_{\text{relleno}} := b_{\text{talon}} \cdot (h_{\text{estribo}} - h_{\text{base}}) \cdot \gamma_{\text{rellenos}} = 4.561 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$X_{\text{relleno}} := b_{\text{estribos}} - \frac{b_{\text{talon}}}{2} = 2.2 \text{ m}$$

$$X_{\text{rellenos_centro}} := X_{\text{relleno}} - \frac{b_{\text{estribos}}}{2} = 0.75 \text{ m} \quad (h_{\text{estribo}} - h_{\text{base}}) \cdot \gamma_{\text{rellenos}} = 3.258 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Peso propio del estribo

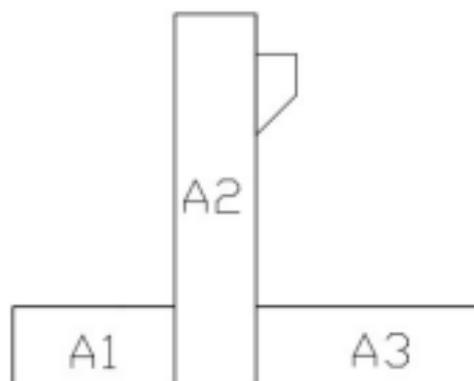
$$A1 := b_{\text{apoyo}} \cdot h_{\text{base}} = 0.5 \text{ m}^2$$

$$A2 := b_{\text{parapeto}} \cdot h_{\text{estribo}} = 2.31 \text{ m}^2$$

$$A3 := b_{\text{talon}} \cdot h_{\text{base}} = 0.7 \text{ m}^2$$

$$F1 := \gamma_c \cdot A1 = 1.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$F2 := \gamma_v \cdot A2 = 5.544 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$



$$F3 := \gamma_c \cdot A3 = 1.68 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$X_{F1} := \frac{b_{\text{apoyo}}}{2} = 0.5 \text{ m}$$

$$X_{F2} := b_{\text{apoyo}} + \frac{b_{\text{parapeto}}}{2} = 1.5 \text{ m}$$

$$X_{F3} := b_{\text{estribos}} - \frac{b_{\text{talon}}}{2} = 2.2 \text{ m}$$

$$X_{F1_Centro} := X_{F1} - \frac{b_{\text{estribos}}}{2} = -0.95 \text{ m}$$

$$X_{F2_Centro} := X_{F2} - \frac{b_{\text{estribos}}}{2} = 0.05 \text{ m}$$

$$X_{F3_Centro} := X_{F3} - \frac{b_{\text{estribos}}}{2} = 0.75 \text{ m}$$

Capacidad de soporte y excentricidad Fuerzas verticales y momentos resistentes Peso propio del estribo

$$W_{\text{estribos}} := (F1 + F2 + F3) \cdot 1 \text{ m} = 8.424 \text{ tonnef}$$

$$M_{r_Westribos} := F1 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F1} + F2 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F2} + F3 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F3} = 12.612 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{W_{\text{estribos}}} := F1 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F1_Centro} + F2 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F2_Centro} + F3 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F3_Centro} = 0.397 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Carga viva camión, peatones e impacto

$$P_{LLV} := LL_v \cdot 1 \text{ m} = 0.948 \text{ tonnef}$$

$$M_{r_PLLv} := P_{LLV} \cdot X_{LLV} = 0.64 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{PLLv} := P_{LLV} \cdot X_{LLV_centro} = -0.735 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso propio de la superestructura

$$P_{DC} := DC \cdot 1 \text{ m} = 3.229 \text{ tonnef}$$

$$M_{r_PDC} := P_{DC} \cdot X_{DC} = 2.179 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{PDC} := P_{DC} \cdot X_{DC_centro} = -2.502 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso losa de aproximación

$$P_{DCla} := DC_{\text{losa}} \cdot 1 \text{ m} = 0.708 \text{ tonnef}$$

$$M_{r_PDCl} := P_{DCla} \cdot X_{DC_losa} = 1.505 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{PDCl} := P_{DCla} \cdot X_{DC_lacentro} = 0.478 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso de la capa de rodadura

$$P_{DW} := DW \cdot 1 \text{ m} = 0.431 \text{ tonnef}$$

$$M_{r_PDW} := P_{DW} \cdot X_{DW} = 0.291 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{PDW} := P_{DW} \cdot X_{DW_centro} = -0.334 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso del relleno contenido

$$P_{relleno} := W_{relleno} \cdot 1 \text{ m} = 4.561 \text{ tonnef}$$

$$M_{r_relleno} := P_{relleno} \cdot X_{relleno} = 10.035 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{relleno} := P_{relleno} \cdot X_{rellenos_centro} = 3.421 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso de sobrecarga

$$P_{LSv} := LS_v \cdot 1 \text{ m} = 2.565 \text{ tonnef}$$

$$M_{r_LSv} := P_{LSv} \cdot X_{LSv} = 6.926 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{LSv} := P_{LSv} \cdot X_{LSv_centro} = 3.207 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Sumatoria de fuerzas verticales

$$FV := W_{estribos} + P_{LLv} + P_{DC} + P_{DCla} + P_{DW} + P_{relleno} + P_{LSv} = 20.867 \text{ tonnef}$$

$$FV_{min} := W_{estribos} + P_{DC} + P_{DCla} + P_{DW} + P_{relleno} + P_{LSv} = 19.918 \text{ tonnef}$$

Sumatoria de momentos resistentes

$$Mr := M_{r_Westribos} + M_{r_PLLv} + M_{r_PDC} + M_{r_PDCla} + M_{r_PDW} + M_{r_relleno} + M_{r_LSv} = 34.188 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mr_{min} := M_{r_Westribos} + M_{r_PDC} + M_{r_PDCla} + M_{r_PDW} + M_{r_relleno} + M_{r_LSv} = 33.548 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Fuerzas horizontales y momentos de volcamiento

Fuerza activa estática del relleno

$$P_{a_Coulomb} := P_{a_Coulomb} \cdot 1 \text{ m} = 2.036 \text{ tonnef}$$

$$M_{a_Coulomb} := P_{a_Coulomb} \cdot Y_{eh} = 1.568 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Fuerza activa dinámica del relleno

$$\Delta P_{AE} := \Delta P_{PAE} \cdot 1 \quad m = 0.629 \text{ tonnef}$$

$$M_{V_{\Delta PAE}} := \Delta P_{AE} \cdot Y_{PAE} = 0.727 \text{ tonnef} \cdot m$$

Empuje de sobrecarga

$$LS_h := LS_h \cdot 1 \quad m = 1.805 \text{ tonnef}$$

$$M_{V_{LS_h}} := \Delta P_{AE} \cdot Y_{LS_h} = 0.727 \text{ tonnef} \cdot m$$

Empuje por fuerza de frenado

$$BR := BR \cdot 1 \quad m = 0.232 \text{ tonnef}$$

$$M_{V_{BR}} := BR \cdot Y_{BR} = 0.954 \text{ tonnef} \cdot m$$

Sumatoria de fuerzas horizontales

$$FH := P_{a_Coulomb} + \Delta P_{AE} + LS_h + BR = 4.702 \text{ tonnef}$$

$$MV := M_{a_Coulomb} + M_{V_{\Delta PAE}} + M_{V_{LS_h}} + M_{V_{BR}} = 3.975 \text{ tonnef} \cdot m$$

Comprobación estado límite de resistencia 1a

$$FV_{R_a} := 0.9 \cdot W_{estribos} + 0 \cdot P_{LLV} + 0.9 \cdot P_{DC} + 0.9 \cdot P_{DCl_a} + 0.65 \cdot P_{DW} + P_{relleno} + 0 \cdot P_{LSV}$$

$$FV_{R_a} = 15.966 \text{ tonnef}$$

$$Mr_{R_a} := 0.9 \cdot M_{r_Westribos} + 0 \cdot M_{r_PLLV} + 0.9 \cdot M_{r_PDC} + 0.9 \cdot M_{r_PDCl_a} + 0.65 \cdot M_{r_PDW} + \\ + M_{r_relleno} + 0 \cdot M_{r_LSV}$$

$$Mr_{R_a} = 24.89 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$FH_{R_a} := 1.5 \cdot P_{a_Coulomb} + 0 \cdot \Delta P_{AE} + 1.75 \cdot LS_h + 1.75 \cdot BR = 6.619 \text{ tonnef}$$

$$MV_{R_a} := 1.5 \cdot M_{a_Coulomb} + 0 \cdot M_{V_{\Delta PAE}} + 1.75 \cdot M_{V_{LS_h}} + 1.75 \cdot M_{V_{BR}} = 5.293 \text{ tonnef} \cdot m$$

Fuerzas estado límite de resistencia 1b

$$FV_{R_b} := 1.25 \cdot W_{estribos} + 1.75 \cdot P_{LLV} + 1.25 \cdot P_{DC} + 1.25 \cdot P_{DCl_a} + 1.50 \cdot P_{DW} + 1.35 \cdot P_{relleno} + 1.75 \cdot P_{LSV}$$

$$FV_{R_b} = 28.404 \text{ tonnef}$$

$$Mr_{R_b} := 1.25 \cdot Mr_{Westribos} + 1.75 \cdot Mr_{PLLv} + 1.25 \cdot Mr_{PDC} + 1.25 \cdot Mr_{PDCl_a} + 1.50 \cdot Mr_{PDW} \downarrow \\ + 1.35 \cdot Mr_{relleno} + 1.75 \cdot Mr_{LSv}$$

$$Mr_{R_b} = 47.595 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$FH_{R_b} := 1.5 \cdot P_{a_Coulomb} + 0 \cdot \Delta P_{AE} + 1.75 \cdot LS_h + 1.75 \cdot BR = 6.619 \text{ tonnef}$$

$$Mv_{R_b} := 1.5 \cdot M_{a_Coulomb} + 0 \cdot M_{V_APAE} + 1.75 \cdot M_{V_LS_h} + 1.75 M_{V_BR} = 5.293 \text{ tonnef} \cdot m$$

Excentricidad estado límite de resistencia 1a

$$e_{R_a} := \frac{b_{estribos}}{2} - \frac{Mr_{R_a} - Mv_{R_a}}{FV_{R_a}} = 0.223 \text{ m}$$

$$e_{max} := \frac{b_{estribos}}{3} = 0.967 \text{ m}$$

if ($e_{R_a} > e_{max}$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Deslizamiento de estado límite de Evento Extremo 1

$$R_{t_Ra} := FV_{R_a} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi_{suelo}\right) + b_{estribos} \cdot c_{suelo} \cdot 1 \text{ m} = 11.054 \text{ tonnef}$$

$$\phi_t := 0.8$$

Factor de reducción de fuerza en contacto
T10.5.5.2.2-1

$$\phi_t \cdot R_{t_Ra} = 8.843 \text{ tonnef}$$

Fuerza resistente en la
base.

if ($FH_{R_a} > \phi_t \cdot R_{t_Ra}$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Excentricidad estado límite de resistencia 1b

$$e_{R_b} := \frac{b_{estribos}}{2} - \frac{Mr_{R_b} - Mv_{R_b}}{FV_{R_b}} = -0.039 \text{ m}$$

$$e_{max} := \frac{b_{estribos}}{3} = 0.967 \text{ m}$$

if ($e_{R_a} > e_{max}$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Deslizamiento de estado límite de Evento resistencia 1b

$$R_{t_Rb} := FV_{R_b} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi_{suelo}\right) + b_{estribos} \cdot c_{suelo} \cdot 1 \quad m = 16.325 \text{ tonnef}$$

$$\varphi_t := 0.8$$

Factor de reducción de fuerza en contacto
T10.5.5.2.2-1

$$\varphi_t \cdot R_{t_Rb} = 13.06 \text{ tonnef}$$

Fuerza resistente en la
base.

if ($FH_{R_b} > \varphi_t \cdot R_{t_Rb}$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Comprobación estado limite de Evento

Extremo 1

Fuerzas estado límite de Evento Extremo 1

$$FV_{EEI} := 1 \cdot W_{estribos} + 0.5 \cdot P_{LLV} + 1 \cdot P_{DC} + 1 \cdot P_{DCIa} + 1 \cdot P_{DW} + 1 \cdot P_{relleno} + 0.5 \cdot P_{LSv}$$

$$FV_{EEI} = 19.11 \text{ tonnef}$$

$$Mr_{EEI} := 1 \cdot M_{r_Westribos} + 0.5 \cdot M_{r_PLLv} + 1 \cdot M_{r_PDC} + 1 \cdot M_{r_PDCIa} + 1 \cdot M_{r_PDW} \downarrow \\ + 1 \cdot M_{r_relleno} + 0.5 \cdot M_{r_LSv}$$

$$Mr_{EEI} = 30.405 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$FH_{EEI} := 1 \cdot P_{a_Coulomb} + 1 \cdot \Delta P_{AE} + 0.5 \cdot LS_h + 0.5 \cdot BR = 3.684 \text{ tonnef}$$

$$Mv_{EEI} := 1 \cdot M_{a_Coulomb} + 1 \cdot M_{v_APAE} + 0.5 \cdot M_{v_LSH} + 0.5 \cdot M_{v_BR} = 3.135 \text{ tonnef} \cdot m$$

Excentricidad estado límite de Evento Extremo 1

$$e_{EEI} := \frac{b_{estribos}}{2} - \frac{Mr_{EEI} - Mv_{EEI}}{FV_{EEI}} = 0.023 \text{ m}$$

$$e_{max} := \frac{2 \cdot b_{estribos}}{5} = 1.16 \text{ m}$$

if ($e_{EEI} > e_{max}$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Deslizamiento de estado límite de Evento Extremo 1

$$R_{t_EEI} := FV_{EEI} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi_{suelo}\right) + b_{estribos} \cdot c_{suelo} \cdot 1 \text{ m} = 12.386 \text{ tonnef}$$

$$\varphi_t := 1 \quad \text{Factor de reducción de fuerza en contacto ART10.5.5.3.2}$$

$$\varphi_t \cdot R_{t_Rb} = 16.325 \text{ tonnef} \quad \text{Fuerza resistente en la base.}$$

$$FH_{EEI} = 3.684 \text{ tonnef}$$

if ($FH_{EEI} > \varphi_t \cdot R_{t_Rb}$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Capacidad de carga estribos (Arena limosa con bloque de roca)

$$c := 0.08 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad NF := 2.60 \text{ m} \quad Y_{suelo} := 1900 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_{suelo} := 29 \text{ deg} \quad Y'_{suelo} := Y_{suelo} - 1000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \cdot \left(1 - \frac{NF}{b_{estribos}}\right) = (1.797 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Debido a que el estribo estará apoyado en el suelo se concluye que no hay esfuerzos efectivos.

$$N_q := \left(\tan\left(45 \text{ deg} + \frac{\phi_{suelo}}{2}\right)\right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{suelo})} = 16.443$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi_{suelo}) = 27.86$$

$$N_y := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi_{suelo}) = 13.237$$

$$S_c := 1 + 0.2 \cdot \left(\frac{b_{estribos}}{10 \text{ m}}\right) \cdot \left(\tan\left(45 \text{ deg} + \frac{\phi_{suelo}}{2}\right)\right)^2 = 1.167$$

$$S_y := 1 + 0.1 \cdot \left(\frac{b_{estribos}}{10 \text{ m}}\right) \cdot \left(\tan\left(45 \text{ deg} + \frac{\phi_{suelo}}{2}\right)\right)^2 = 1.084$$

$$d_c := 1$$

$$d_y := 1$$

$$i_c := 1$$

$$i_y := 1$$

y

$$q_{u_suelo} := c \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma'_{suelo} \cdot b_{estribos} \cdot N_y \cdot S_y \cdot d_y \cdot i_y = 6.338 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Presiones actuantes en la base estado límite de resistencia 1b

$$q_{R_b} := \frac{\frac{FV_{R_b}}{m}}{b_{estribos} - 2 \cdot e_{R_b}} = 0.954 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if ($q_{R_b} > 0.45 \cdot q_{u_suelo}$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

$$0.45 \cdot q_{u_suelo} = 2.852 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Refuerzo de acero de temperatura

$$A_{s_{min}} := \frac{0.75 \text{ MPa} \cdot 90 \text{ cm} \cdot b_{parapeto}}{2 \cdot (90 \text{ cm} + b_{parapeto}) \cdot 4200} = 0.431 \text{ mm} \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi_{varilla} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s_{varilla}} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$Sep := \frac{A_{s_{varilla}}}{A_{s_{min}}} = 26.224 \text{ cm}$$

Separación máxima del hierro

$$S_{max_1} := 3 \cdot 90 \text{ cm} = 270 \text{ cm}$$

$$S_{max_2} := 45 \text{ cm}$$

Recubrimiento

$$rec := 7.5 \text{ cm}$$

EMPLLEAR
 $\phi 12\text{mm}@40\text{cm}$

Diseño estructural de la cara posterior acero vertical parapeto

Cortantes y momentos de diseño

$$Mls := 8252.58 \text{ kgf} \cdot m$$

$$Mpa := 3369.406 \text{ kgf} \cdot m$$

$$Mbr := 18135.938 \text{ kgf} \cdot m$$

$$Vls := 34085.357 \text{ kgf}$$

$$Vpa := 4552.843 \text{ kgf}$$

$$Vbr := 4552.843 \text{ kgf}$$

$$Mu := 1.25 \cdot Mpa + 1.5 \cdot Mbr + 1.75 \cdot Mls = (4.586 \cdot 10^4) \text{ kgf} \cdot m$$

$$Mservicio := Mpa + Mbr + Mls = 29.758 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Vu := 10690.9366 \text{ kgf}$$

Revisión de capacidad a flexión

$$\phi_{varilla} := 25 \text{ mm}$$

$$As_{varilla} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 4.909 \text{ cm}^2$$

$$sep := 15 \text{ cm}$$

$$Rec := 7.5 \text{ cm}$$

$$As_{parapeto} := As_{varilla} \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{sep}\right) = 32.725 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribos} := \frac{As_{parapeto} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot 100 \text{ cm}} = 5.775 \text{ cm}$$

$$d_{m_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi_{varilla}}{2} = 91.25 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_parapeto} := 0.9 \cdot As_{parapeto} \cdot f_y \cdot \left(d_{m_parapeto} - \frac{a_{estribos}}{2}\right) = (1.093 \cdot 10^5) \text{ kgf} \cdot m$$

if ($\phi M_{n_parapeto} < Mu$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 1.6$$

$$f_r := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{\text{parapeto}} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{\text{parapeto}}^2}{6} = (1.667 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot f_r \cdot S_{\text{parapeto}} = 143673.981 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$1.33 \cdot Mu = 60990.714 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_{n_parapeto} = 109304.607 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

if ($\phi M_{n_parapeto} \geq \min(M_{cr_parapeto}, 1.33 \cdot Mu)$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

Revisión de corte

$$d_{v_parapeto} := \max\left(d_{m_parapeto} - \frac{a_{\text{estribos}}}{2}, 0.9 \cdot d_{m_parapeto}, 0.72 \cdot b_{\text{parapeto}}\right) = 88.363 \text{ cm}$$

$$\beta_{\text{parapeto}} := 2$$

$$V_{n_parapeto} := 0.0316 \cdot \beta_{\text{parapeto}} \cdot \left(\sqrt{\frac{f_c}{\text{ksi}}} \cdot \text{ksi}\right) \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v_parapeto} = 78.354 \text{ tonnef}$$

$$V_{n_max} := 0.25 \cdot f_c \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v_parapeto} = 618537.547 \text{ kgf}$$

$$\phi V_{n_parapeto} := 0.9 \cdot \min(V_{n_parapeto}, V_{n_max}) = 70518.942 \text{ kgf}$$

if ($\phi V_{n_parapeto} \geq Vu$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

EMPLLEAR
 $\phi 25\text{mm}@15\text{cm}$

Diseño estructural de la cara frontal acero vertical parapeto

$$As_{min} := \frac{0.75 \text{ MPa} \cdot 100 \text{ cm} \cdot b_{parapeto}}{2 \cdot (100 \text{ cm} + b_{parapeto}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 0.455 \text{ mm}$$

$$\phi_{varilla} := 12 \text{ mm}$$

$$As_{varilla} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$Sep := \frac{As_{varilla}}{As_{min}} = 24.844 \text{ cm}$$

Separación máxima del hierro

$$Smax_1 := 3 \cdot 90 \text{ cm} = 270 \text{ cm}$$

$$Smax_2 := 45 \text{ cm}$$

Recubrimiento

$$rec := 7.5 \text{ cm}$$

EMPLEAR
 $\phi 12\text{mm}@40\text{cm}$

Diseño estructural de la cara posterior acero horizontal parapeto

Momento de diseño

$$Mu := 6 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Revisión de capacidad a flexión

$$\phi_{varilla} := 25 \text{ mm}$$

$$As_{varilla} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 4.909 \text{ cm}^2$$

$$sep := 15 \text{ cm}$$

$$Rec := 7.5 \text{ cm}$$

$$As_{parapeto} := As_{varilla} \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{sep}\right) = 32.725 \text{ cm}^2$$

$$a_{\text{estribos}} := \frac{As_{\text{parapeto}} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot 100 \text{ cm}} = 5.775 \text{ cm}$$

$$d_{m_{\text{parapeto}}} := b_{\text{parapeto}} - \text{Rec} - \frac{\phi_{\text{varilla}}}{2} = 91.25 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_{\text{parapeto}}} := 0.9 \cdot As_{\text{parapeto}} \cdot f_y \cdot \left(d_{m_{\text{parapeto}}} - \frac{a_{\text{estribos}}}{2} \right) = 109.305 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ($\phi M_{n_{\text{parapeto}}} < Mu$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$f_r := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{\text{parapeto}} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{\text{parapeto}}^2}{6} = (1.667 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_{\text{parapeto}}} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot f_r \cdot S_{\text{parapeto}} = 67.347 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 \cdot Mu = 7.98 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ($\phi M_{n_{\text{parapeto}}} \geq \min(M_{cr_{\text{parapeto}}}, 1.33 \cdot Mu)$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

EMPLLEAR
 $\phi 25\text{mm} @ 15\text{cm}$

Diseño estructural de la cara superior del pie acero vertical (Apoyo de vigas)

Momento de diseño

$$Mu := 158369.98 \text{ kgf} \cdot m$$

$$Vu := 34085.357 \text{ kgf}$$

Revisión de capacidad a flexión

$$\phi_{\text{varilla}} := 30 \text{ mm}$$

$$A_{s_{\text{varilla}}} := \pi \cdot \frac{\phi_{\text{varilla}}^2}{4} = 7.069 \text{ cm}^2$$

$$\text{sep} := 10 \text{ cm}$$

$$\text{Rec} := 7.5 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\text{parapeto}}} := A_{s_{\text{varilla}}} \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{\text{sep}}\right) = 70.686 \text{ cm}^2$$

$$a_{\text{estribos}} := \frac{A_{s_{\text{parapeto}}} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot 100 \text{ cm}} = 12.474 \text{ cm}$$

$$d_{m_{\text{parapeto}}} := b_{\text{parapeto}} - \text{Rec} - \frac{\phi_{\text{varilla}}}{2} = 91 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_{\text{parapeto}}} := 0.9 \cdot A_{s_{\text{parapeto}}} \cdot f_y \cdot \left(d_{m_{\text{parapeto}}} - \frac{a_{\text{estribos}}}{2}\right) = (2.265 \cdot 10^5) \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

if ($\phi M_{n_{\text{parapeto}}} < Mu$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$f_r := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{\text{parapeto}} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{\text{parapeto}}^2}{6} = (1.667 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_{\text{parapeto}}} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot f_r \cdot S_{\text{parapeto}} = 67.347 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$1.33 \cdot Mu = 210.632 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

if ($\phi M_{n_{\text{parapeto}}} \geq \min(M_{cr_{\text{parapeto}}}, 1.33 \cdot Mu)$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

Revisión de corte

$$d_{v_parapeto} := \max \left(d_{m_parapeto} - \frac{a_{estribos}}{2}, 0.9 \cdot d_{m_parapeto}, 0.72 \cdot b_{parapeto} \right) = 84.763 \text{ cm}$$

$$\beta_{parapeto} := 2$$

$$V_{n_parapeto} := 0.0316 \cdot \beta_{parapeto} \cdot \left(\sqrt{\frac{f_c}{ksi}} \cdot ksi \right) \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v_parapeto} = 75.163 \text{ tonnef}$$

$$V_{n_max} := 0.25 \cdot f_c \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v_parapeto} = 593.341 \text{ tonnef}$$

$$\phi V_{n_parapeto} := 0.9 \cdot \min(V_{n_parapeto}, V_{n_max}) = 67.646 \text{ tonnef}$$

if ($\phi V_{n_parapeto} \geq Vu$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

EMPLLEAR
 $\phi 30\text{mm}@10\text{cm}$

Diseño estructural de la cara inferior del pie acero horizontal (Apoyo de vigas)

Momento de diseño

$$Mu := 76369.05 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Revisión de capacidad a flexión

$$\phi_{varilla} := 20 \text{ mm}$$

$$As_{varilla} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 3.142 \text{ cm}^2$$

$$sep := 10 \text{ cm}$$

$$Rec := 7.5 \text{ cm}$$

$$As_{parapeto} := As_{varilla} \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{sep} \right) = 31.416 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribos} := \frac{As_{parapeto} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot 100 \text{ cm}} = 5.544 \text{ cm}$$

$$d_{m_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi_{varilla}}{2} = 91.5 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_parapeto} := 0.9 \cdot A_s_parapeto \cdot f_y \cdot \left(d_{m_parapeto} - \frac{a_{estribos}}{2} \right) = 105.366 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ($\phi M_{n_parapeto} < Mu$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$f_r := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = (1.667 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot f_r \cdot S_{parapeto} = 67.347 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 \cdot Mu = 101.571 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ($\phi M_{n_parapeto} \geq \min(M_{cr_parapeto}, 1.33 \cdot Mu)$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

EMPLEAR
 $\phi 20\text{mm}@10\text{cm}$

Diseño estructural de la cara inferior del pie acero horizontal (Apoyo de vigas)

Momento de diseño

$$Mu := 19092.26 \text{ kgf} \cdot m$$

Revisión de capacidad a flexión

$$\phi_{varilla} := 20 \text{ mm}$$

$$A_{s_varilla} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 3.142 \text{ cm}^2$$

$$sep := 10 \text{ cm}$$

$$Rec := 7.5 \text{ cm}$$

$$As_{parapeto} := As_{varilla} \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{\text{sep}} \right) = 31.416 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribos} := \frac{As_{parapeto} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot 100 \text{ cm}} = 5.544 \text{ cm}$$

$$d_{m_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi_{varilla}}{2} = 91.5 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_parapeto} := 0.9 \cdot As_{parapeto} \cdot f_y \cdot \left(d_{m_parapeto} - \frac{a_{estribos}}{2} \right) = 105.366 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ($\phi M_{n_parapeto} < Mu$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = (1.667 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot S_{parapeto} = 67.347 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 \cdot Mu = 25.393 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ($\phi M_{n_parapeto} \geq \min (M_{cr_parapeto}, 1.33 \cdot Mu)$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

EMPLLEAR
 $\phi 20\text{mm}@10\text{cm}$

Diseño estructural de la cara inferior del pie acero vertical (Apoyo de vigas)

Momento de diseño

$$Mu := 76369.05 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

Revisión de capacidad a flexión

$$\phi_{\text{varilla}} := 25 \text{ mm}$$

$$As_{\text{varilla}} := \pi \cdot \frac{\phi_{\text{varilla}}^2}{4} = 4.909 \text{ cm}^2$$

$$\text{sep} := 20 \text{ cm}$$

$$\text{Rec} := 7.5 \text{ cm}$$

$$As_{\text{parapeto}} := As_{\text{varilla}} \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{\text{sep}}\right) = 24.544 \text{ cm}^2$$

$$a_{\text{estribos}} := \frac{As_{\text{parapeto}} \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c \cdot 100 \text{ cm}} = 4.331 \text{ cm}$$

$$d_{m_{\text{parapeto}}} := b_{\text{parapeto}} - \text{Rec} - \frac{\phi_{\text{varilla}}}{2} = 91.25 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_{\text{parapeto}}} := 0.9 \cdot As_{\text{parapeto}} \cdot f_y \cdot \left(d_{m_{\text{parapeto}}} - \frac{a_{\text{estribos}}}{2}\right) = (8.265 \cdot 10^4) \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

if ($\phi M_{n_{\text{parapeto}}} < Mu$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{\text{parapeto}} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{\text{parapeto}}^2}{6} = (1.667 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_{\text{parapeto}}} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot S_{\text{parapeto}} = 67.347 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$$

$$1.33 \cdot Mu = 101.571 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$$

if ($\phi M_{n_parapeto} \geq \min (M_{cr_parapeto}, 1.33 \cdot Mu)$, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

EMPLLEAR
 $\phi 25\text{mm}@20\text{cm}$

Diseño estructural de la cara superior del talón acero vertical
Momento de diseño

$$Mu := 9 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Vu := 4 \text{ tonnef}$$

Revisión de capacidad a flexión

$$\phi_{varilla} := 18 \text{ mm}$$

$$As_{varilla} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 2.545 \text{ cm}^2$$

$$sep := 30 \text{ cm}$$

$$Rec := 7.5 \text{ cm}$$

$$As_{parapeto} := As_{varilla} \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{sep} \right) = 8.482 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribos} := \frac{As_{parapeto} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot 100 \text{ cm}} = 1.497 \text{ cm}$$

$$d_{m_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi_{varilla}}{2} = 91.6 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_parapeto} := 0.9 \cdot As_{parapeto} \cdot f_y \cdot \left(d_{m_parapeto} - \frac{a_{estribos}}{2} \right) = 29.13 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

if ($\phi M_{n_parapeto} < Mu$, "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

Revisión de acero mínimo

$$Y_1 := 1.6$$

$$Y_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = (1.667 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot S_{parapeto} = 67.347 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 \cdot Mu = 11.97 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\text{if} (\phi M_{n_parapeto} \geq \min (M_{cr_parapeto}, 1.33 \cdot Mu), \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Revisión de corte

$$d_{v_parapeto} := \max \left(d_{m_parapeto} - \frac{a_{estribos}}{2}, 0.9 \cdot d_{m_parapeto}, 0.72 \cdot b_{parapeto} \right) = 90.852 \text{ cm}$$

$$\beta_{parapeto} := 2$$

$$V_{n_parapeto} := 0.0316 \cdot \beta_{parapeto} \cdot \left(\sqrt{\frac{f'c}{ksi}} \cdot ksi \right) \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v_parapeto} = 80.562 \text{ tonnef}$$

$$V_{n_max} := 0.25 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v_parapeto} = 635.961 \text{ tonnef}$$

$$\phi V_{n_parapeto} := 0.9 \cdot \min (V_{n_parapeto}, V_{n_max}) = 72.505 \text{ tonnef}$$

$$\text{if} (\phi V_{n_parapeto} \geq Vu, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

EMPLLEAR
 $\phi 18mm@30cm$

Diseño estructural de la cara inferior del talón acero vertical

$$As_{min} := \frac{0.75 \text{ MPa} \cdot 90 \text{ cm} \cdot b_{parapeto}}{2 \cdot (90 \text{ cm} + b_{parapeto}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 0.431 \text{ mm}$$

$$\phi_{varilla} := 12 \text{ mm}$$

$$As_{varilla} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$Sep := \frac{As_{varilla}}{As_{min}} = 26.224 \text{ cm}$$

Separación máxima del hierro

$$S_{max_1} := 3 \cdot 90 \text{ cm} = 270 \text{ cm}$$

$$S_{max_2} := 45 \text{ cm}$$

Recubrimiento $rec := 7.5 \text{ cm}$

EMPLEAR
 $\phi 12\text{mm}@40\text{cm}$

Diseño estructural de la cara superior del talón acero horizontal

$$A_{s_{min}} := \frac{0.75 \text{ MPa} \cdot 90 \text{ cm} \cdot b_{parapeto}}{2 \cdot (90 \text{ cm} + b_{parapeto}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 0.431 \text{ mm}$$

$$\phi_{varilla} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s_{varilla}} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$Sep := \frac{A_{s_{varilla}}}{A_{s_{min}}} = 26.224 \text{ cm}$$

Separación máxima del hierro

$$S_{max_1} := 3 \cdot 90 \text{ cm} = 270 \text{ cm}$$

$$S_{max_2} := 45 \text{ cm}$$

Recubrimiento $rec := 7.5 \text{ cm}$

EMPLEAR
 $\phi 12\text{mm}@40\text{cm}$

Diseño estructural de la cara inferior del talón acero horizontal

$$A_{s_{min}} := \frac{0.75 \text{ MPa} \cdot 90 \text{ cm} \cdot b_{parapeto}}{2 \cdot (90 \text{ cm} + b_{parapeto}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 0.431 \text{ mm}$$

$$\phi_{varilla} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{s_{varilla}} := \pi \cdot \frac{\phi_{varilla}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$Sep := \frac{As_{varilla}}{As_{min}} = 26.224 \text{ cm}$$

Separación máxima del hierro

$$Smax_1 := 3 \cdot 90 \text{ cm} = 270 \text{ cm}$$

$$Smax_2 := 45 \text{ cm}$$

Recubrimiento

$$rec := 7.5 \text{ cm}$$

EMPLLEAR
 $\phi 12mm@40cm$

APENDICE A7

Estribo (Arena limosa)

$$Es := 80 \text{ MPa}$$

Módulo de elasticidad del suelo.

$$\mu := 0.45$$

Relación de Poisson del suelo.

$$FV := W_{estribos} + 0.5 \cdot P_{LLV} + P_{DC} + P_{DCla} + P_{DW} + P_{relleno} + 0.5 \cdot P_{LSv}$$

$$FV = 19.11 \text{ tonnef}$$

$$Mr := M_{r_Westribos} + 0.5 \cdot M_{r_PLLv} + M_{r_PDC} + M_{r_PDCl a} + M_{r_PDW} \downarrow \\ + M_{r_relleno} + 0.5 \cdot M_{r_LSv}$$

$$Mr_{R_a} = 24.89 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$MV := M_{a_Coulomb} + 0.5 \cdot M_{v_\Delta PAE} + 0.5 \cdot M_{v_LSh} + 0.5 \cdot M_{v_BR} = 2.771 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$e_{serv} := \frac{b_{estribos}}{2} - \frac{Mr - MV}{FV} = 0.004 \text{ m}$$

$$q_{ser_centro} := \frac{\frac{FV}{m}}{b_{estribos} - 2 \cdot e_{serv}} = 0.661 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$I_{centro} := 180.512 \frac{\text{cm}}{m}$$

$$q_{ser_borde} := \frac{\frac{FV}{m}}{b_{estribos} - 2 \cdot e_{serv}} = 0.661 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$I_{borde} := 101.133 \frac{\text{cm}}{m}$$

$$S_{centro} := q_{ser_centro} \cdot b_{estribos} \cdot \frac{(1 - \mu^2)}{E_s} \cdot I_{centro} = 0.338 \text{ cm}$$

$$S_{centro} := q_{ser_borde} \cdot b_{estribos} \cdot \frac{(1 - \mu^2)}{E_s} \cdot I_{borde} = 0.189 \text{ cm}$$

APENDICE A8

Slope stability analysis

Input data

Project

Settings

NEC Geotechnic y cementations

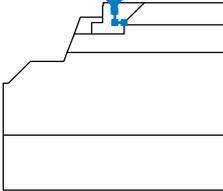
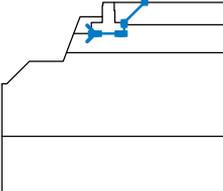
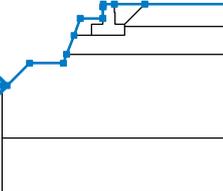
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard

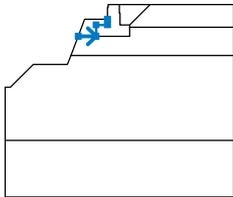
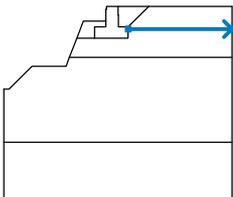
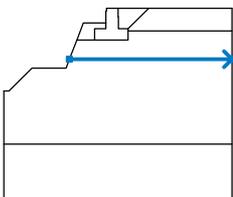
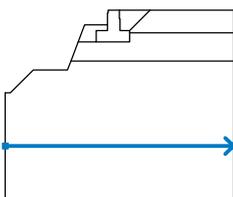
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Accidental design situation			
Safety factor :	$SF_s =$	1.00	[-]

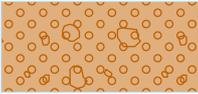
Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	0.00	-0.25	0.00	-0.75
		0.05	-0.75	0.05	-1.80	0.90	-1.80
2		-2.05	-2.80	-1.70	-2.80	-1.40	-2.80
		0.35	-2.80	0.65	-2.80	0.90	-2.80
		0.90	-2.00	0.90	-1.80	2.70	0.00
3		-10.00	-7.30	-9.55	-7.30	-7.55	-5.30
		-4.55	-5.30	-4.25	-4.50	-3.61	-2.80
		-3.05	-1.30	-1.05	-1.30	-1.05	-0.25
		-1.00	-0.25	-1.00	0.00	0.00	0.00
		2.70	0.00	10.00	0.00		

APENDICE A8

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		-3.61	-2.80	-2.05	-2.80	-2.05	-1.80
		-1.05	-1.80	-1.05	-1.30		
5		0.90	-2.00	10.00	-2.00		
6		-4.25	-4.50	10.00	-4.50		
7		-10.00	-12.00	10.00	-12.00		

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arena Limosa con bloques de roca		29.00	8.00	19.00
2	Bloques de roca/ Boleos rocoso con limo segmentante		33.00	3000.00	22.00
3	Grandes bloques de roca		35.00	10000.00	26.00

Soil parameters - uplift

APENDICE A8

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Arena Limosacon bloques de roca		19.00		
2	Bloques de roca/ Boleos rocoso con limo segmentante		22.00		
3	Grandes bloques de roca		26.00		

Soil parameters

Arena Limosacon bloques de roca

Unit weight : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 29.00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 8.00 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Bloques de roca/ Boleos rocoso con limo segmentante

Unit weight : $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 33.00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 3000.00 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22.00 \text{ kN/m}^3$

Grandes bloques de roca

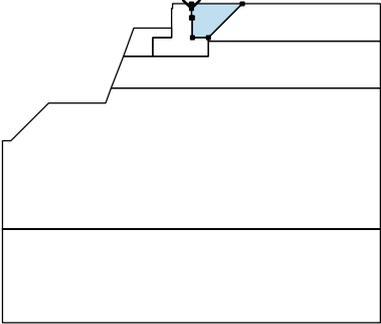
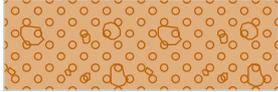
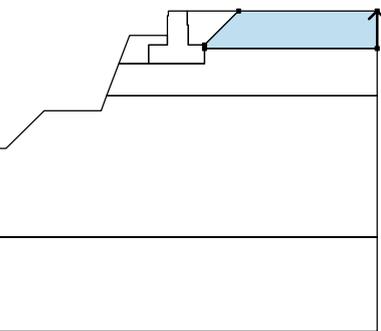
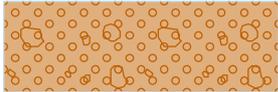
Unit weight : $\gamma = 26.00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 35.00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 10000.00 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 26.00 \text{ kN/m}^3$

Rigid bodies

APENDICE A8

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]
1	Material of structure		23.00
2	Concrete		24.00

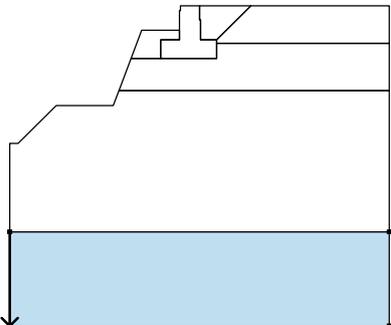
Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		0.00	0.00	0.00	-0.25	Arena Limosacon bloques de roca 
		0.00	-0.75	0.05	-0.75	
		0.05	-1.80	0.90	-1.80	
		2.70	0.00			
2		10.00	-2.00	10.00	0.00	Arena Limosacon bloques de roca 
		2.70	0.00	0.90	-1.80	
		0.90	-2.00			

APENDICE A8

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
3		-1.05	-1.80	-2.05	-1.80	Concrete
		-2.05	-2.80	-1.70	-2.80	
		-1.40	-2.80	0.35	-2.80	
		0.65	-2.80	0.90	-2.80	
		0.90	-2.00	0.90	-1.80	
		0.05	-1.80	0.05	-0.75	
		0.00	-0.75	0.00	-0.25	
		0.00	0.00	-1.00	0.00	
		-1.00	-0.25	-1.05	-0.25	
4		-2.05	-2.80	-2.05	-1.80	Arena Limosacon bloques de roca
		-1.05	-1.80	-1.05	-1.30	
		-3.05	-1.30	-3.61	-2.80	
5		10.00	-4.50	10.00	-2.00	Bloques de roca/ Boleos rocoso con limo segmentante
		0.90	-2.00	0.90	-2.80	
		0.65	-2.80	0.35	-2.80	
		-1.40	-2.80	-1.70	-2.80	
		-2.05	-2.80	-3.61	-2.80	
		-4.25	-4.50			
6		10.00	-12.00	10.00	-4.50	Grandes bloques de roca
		-4.25	-4.50	-4.55	-5.30	
		-7.55	-5.30	-9.55	-7.30	
		-10.00	-7.30	-10.00	-12.00	

APENDICE A8

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
7		-10.00	-12.00	-10.00	-17.00	Arena Limosacon bloques de roca
		10.00	-17.00	10.00	-12.00	
						

Anti-Slide piles

No.	Point		Length l [m]	Pile spacing b [m]	Cross-section [m]	Pile bearing capacity			
	x [m]	z [m]				Distribution along the pile	Max. bearing capacity V_u [kN]	Gradient K [-]	Passive force direction
1	1.55	2.80	8.00	1.00	d = 0.15	linear	35.15	0.95	perpendicular to pile
2	0.50	2.80	8.00	1.00	d = 0.15	linear	35.15	0.95	perpendicular to pile

Surcharge

No.	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude		
								q, q ₁ , f, F	q ₂	unit
1	line	permanent	z = -0.25	x = -0.55			0.00	108.00		kN/m
2	strip	permanent	on terrain	x = 0.00	l = 10.00		0.00	2180.02		kN/m ²

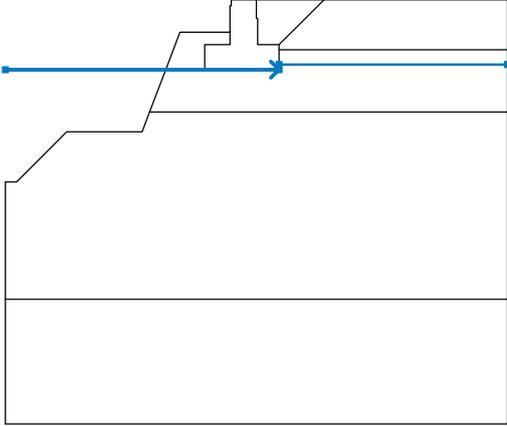
Surcharges

No.	Name
1	Bridge
2	Sobrecarga

Water

Water type : GWT

APENDICE A8

No.	GWT location	Coordinates of GWT points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10.00	-2.80	0.90	-2.80	0.90	-2.60
		10.00	-2.60				

Tensile crack

Tensile crack not input.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0.2630$

Vertical seismic coefficient : $K_v = 0.0790$

Settings of the stage of construction

Design situation : accidental

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	-2.57	[m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-35.97	[°]
	z =	1.90	[m]		$\alpha_2 =$	79.05	[°]
Radius :	R =	10.02	[m]				
Analysis of the slip surface without optimization.							

The forces acting on the pile

Spencer

Anti-Slide Pile No. 1 (-1.55; -2.80 [m])

APENDICE A8

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain. Anti-Slide Pile No. 2 (0.50; -2.80 [m])

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain.

Janbu

Anti-Slide Pile No. 1 (-1.55; -2.80 [m])

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain. Anti-Slide Pile No. 2 (0.50; -2.80 [m])

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain.

Morgenstern-Price

Anti-Slide Pile No. 1 (-1.55; -2.80 [m])

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain. Anti-Slide Pile No. 2 (0.50; -2.80 [m])

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain.

Slope stability verification (all methods)

Bishop : FS = 16.63 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Fellenius / Petterson : FS = 15.93 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Spencer : FS = 16.49 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Janbu : FS = 16.56 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Morgenstern-Price : FS = 16.56 > 1.00 **ACCEPTABLE**

ANEXO A9

Socavación general abscisa 1+040Km (suelo granular Arena limosa)

-Socavación general margen derecha (suelo granular Arena limosa)

$T := 100$	Periodo de retorno 100 años
$Q_D := 118.2 \frac{m^3}{s}$	Caudal de diseño T=100 años.
$n_{\text{corregido}} := 0.137486$	Coefficiente de rugosidad de manning.
$\gamma_d := 2.650 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico seco
$\gamma_{mez} := 1.05 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico mezcla
$H_o := 1.37 \text{ m}$	Tirante inicial.
$S_o := 0.04786$	Pendiente de la zona a analizar
$d_m := 3.15 \text{ mm}$	Diámetro medio del material granular
$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{corregido}}} = 1.591$	Coefficiente de distribución de gasto
$\lambda := 0.0973 \cdot \log(T) + 0.79 = 0.985$	Coefficiente de periodo de retorno.
$\varphi := 1.51 \cdot \gamma_{mez} - 0.54 \frac{ton}{m^3}$	Coefficiente de material en suspensión
$\varphi = 1.046 \frac{ton}{m^3}$	
$x := -0.0089 \cdot \left(\log \left(\frac{d_m}{mm} \right) \right)^2 - 0.041 \cdot \log \left(\frac{d_m}{mm} \right) + 0.395 = 0.372$	

Altura total con fondo erosionado

$$H_s := \left(\frac{\alpha \cdot \left(\frac{H_o}{m} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right)} \right)^{\frac{1}{1+x}} \cdot m = 2.11 \text{ m}$$

Altura de socavación: $Y_s := H_s - H_o = 0.74 \text{ m}$

Velocidad crítica de socavación: $V_s := 0.68 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right) \cdot \left(\frac{H_s}{m} \right)^x = 1.275 \frac{m}{s}$

Socavación general abscisa 1+040Km (suelo granular Arena limosa)

-Socavación general centro a 3m de la margen derecha (suelo granular Arena limosa)

$T := 100$	Periodo de retorno 100 años
$Q_D := 118.2 \frac{m^3}{s}$	Caudal de diseño T=100 años.
$n_{\text{corregido}} := 0.07125$	Coefficiente de rugosidad de manning.
$\gamma_d := 2.640 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico seco
$\gamma_{mez} := 1.04 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico mezcla
$H_o := 1.99 \text{ m}$	Tirante inicial.
$S_o := 0.04786$	Pendiente de la zona a analizar
$d_m := 3.2 \text{ mm}$	Diámetro medio del material granular
$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{corregido}}} = 3.07$	Coefficiente de distribución de gasto
$\lambda := 0.0973 \cdot \log(T) + 0.79 = 0.985$	Coefficiente de periodo de retorno.
$\varphi := 1.51 \cdot \gamma_{mez} - 0.54 \frac{ton}{m^3}$	Coefficiente de material en suspensión
$\varphi = 1.03 \frac{ton}{m^3}$	
$x := -0.0089 \cdot \left(\log \left(\frac{d_m}{mm} \right) \right)^2 - 0.041 \cdot \log \left(\frac{d_m}{mm} \right) + 0.395 = 0.372$	

Altura total con fondo erosionado

$$H_s := \left(\frac{\alpha \cdot \left(\frac{H_o}{m} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right)} \right)^{\frac{1}{1+x}} \cdot m = 5.402 \text{ m}$$

Altura de socavación: $Y_s := H_s - H_o = 3.412 \text{ m}$

Velocidad crítica de socavación: $V_s := 0.68 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right) \cdot \left(\frac{H_s}{m} \right)^x = 1.79 \frac{m}{s}$

Socavación general abscisa 1+040Km (suelo granular Arena limosa)

-Socavación general centro a 9m de la margen derecha (suelo granular Arena limosa)

$T := 100$	Periodo de retorno 100 años
$Q_D := 118.2 \frac{m^3}{s}$	Caudal de diseño T=100 años.
$n_{\text{corregido}} := 0.07125$	Coefficiente de rugosidad de manning.
$\gamma_d := 2.640 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico seco
$\gamma_{mez} := 1.04 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico mezcla
$H_o := 1.59 \text{ m}$	Tirante inicial.
$S_o := 0.04786$	Pendiente de la zona a analizar
$d_m := 3.2 \text{ mm}$	Diámetro medio del material granular
$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{corregido}}} = 3.07$	Coefficiente de distribución de gasto
$\lambda := 0.0973 \cdot \log(T) + 0.79 = 0.985$	Coefficiente de periodo de retorno.
$\varphi := 1.51 \cdot \gamma_{mez} - 0.54 \frac{ton}{m^3}$	Coefficiente de material en suspensión
$\varphi = 1.03 \frac{ton}{m^3}$	
$x := -0.0089 \cdot \left(\log\left(\frac{d_m}{mm}\right)\right)^2 - 0.041 \cdot \log\left(\frac{d_m}{mm}\right) + 0.395 = 0.372$	

Altura total con fondo erosionado

$$H_s := \left(\frac{\left(\frac{H_o}{m}\right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left(\frac{d_m}{mm}\right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton}\right)} \right)^{\frac{1}{1+x}} \quad \bullet m = 4.113 \text{ m}$$

Altura de socavación: $Y_s := H_s - H_o = 2.523 \text{ m}$

Velocidad crítica de socavación: $V_s := 0.68 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{d_m}{mm}\right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton}\right) \cdot \left(\frac{H_s}{m}\right)^x = 1.617 \frac{m}{s}$

Socavación general abscisa 1+040Km (suelo granular Arena limosa)

-Socavación general centro a 15m de la margen derecha (suelo granular Arena limosa)

$$T := 100$$

Periodo de retorno 100 años

$$Q_D := 118.2 \frac{m^3}{s}$$

Caudal de diseño T=100 años.

$$n_{\text{corregido}} := 0.07125$$

Coefficiente de rugosidad de manning.

$$\gamma_d := 2.640 \frac{\text{ton}}{m^3}$$

Peso específico seco

$$\gamma_{\text{mez}} := 1.04 \frac{\text{ton}}{m^3}$$

Peso específico mezcla

$$H_o := 1.96 \text{ m}$$

Tirante inicial.

$$S_o := 0.04786$$

Pendiente de la zona a analizar

$$d_m := 3.2 \text{ mm}$$

Diámetro medio del material granular

$$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{corregido}}} = 3.07$$

Coefficiente de distribución de gasto

$$\lambda := 0.0973 \cdot \log(T) + 0.79 = 0.985$$

Coefficiente de periodo de retorno.

$$\varphi := 1.51 \cdot \gamma_{\text{mez}} - 0.54 \frac{\text{ton}}{m^3}$$

Coefficiente de material en suspensión

$$\varphi = 1.03 \frac{\text{ton}}{m^3}$$

$$x := -0.0089 \cdot \left(\log \left(\frac{d_m}{\text{mm}} \right) \right)^2 - 0.041 \cdot \log \left(\frac{d_m}{\text{mm}} \right) + 0.395 = 0.372$$

Altura total con fondo erosionado

$$H_s := \left(\frac{\alpha \cdot \left(\frac{H_o}{m} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left(\frac{d_m}{\text{mm}} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{\text{ton}} \right)} \right)^{\frac{1}{1+x}} \cdot m = 5.303 \text{ m}$$

Altura de socavación: $Y_s := H_s - H_o = 3.343 \text{ m}$

Velocidad crítica de socavación: $V_s := 0.68 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{d_m}{\text{mm}} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{\text{ton}} \right) \cdot \left(\frac{H_s}{m} \right)^x = 1.777 \frac{m}{s}$

Socavación general abscisa 1+040Km (suelo granular Arena limosa)

-Socavación general margen izquierda (suelo granular Arena limosa)

$T := 100$	Periodo de retorno 100 años
$Q_D := 118.2 \frac{m^3}{s}$	Caudal de diseño T=100 años.
$n_{corregido} := 0.137436$	Coefficiente de rugosidad de manning.
$\gamma_d := 2.650 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico seco
$\gamma_{mez} := 1.075 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico mezcla
$H_o := 1.49 \text{ m}$	Tirante inicial.
$S_o := 0.04786$	Pendiente de la zona a analizar
$d_m := 2.21 \text{ mm}$	Diámetro medio del material granular
$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{corregido}} = 1.592$	Coefficiente de distribución de gasto
$\lambda := 0.0973 \cdot \log(T) + 0.79 = 0.985$	Coefficiente de periodo de retorno.
$\varphi := 1.51 \cdot \gamma_{mez} - 0.54 \frac{ton}{m^3}$	Coefficiente de material en suspensión
$\varphi = 1.083 \frac{ton}{m^3}$	
$x := -0.0089 \cdot \left(\log \left(\frac{d_m}{mm} \right) \right)^2 - 0.041 \cdot \log \left(\frac{d_m}{mm} \right) + 0.395 = 0.38$	

Altura total con fondo erosionado $\frac{1}{1+x}$

$$H_s := \left(\frac{\alpha \cdot \left(\frac{H_o}{m} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right)} \right)^{\frac{1}{1+x}} \cdot m = 2.436 \text{ m}$$

Altura de socavación: $Y_s := H_s - H_o = 0.946 \text{ m}$

Velocidad crítica de socavación: $V_s := 0.68 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right) \cdot \left(\frac{H_s}{m} \right)^x = 1.27 \frac{m}{s}$

Socavación local en estribos del puente

Se considera que la proyección del estribo en el cause del río es nula

Empleando la metodología de HIRE:

Estribo izquierdo

$\theta := 90^\circ$ Ángulo de esviaje del puente

$k_{a1} := 0.55$ Coeficiente de forma estribo (Melville, 1992; FHWA, 2001)

$k_{a2} := \left(\frac{90^\circ}{\theta}\right)^{0.13} = 1$ Coeficiente de corrección por inclinación del puente

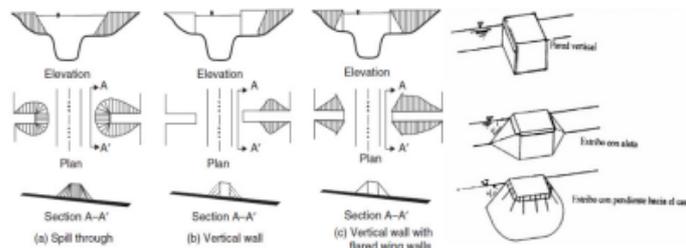
$y_3 := 1.54 \text{ m}$ Tirante aguas arriba del puente

$Fr_3 := 0.11$ Número de froude en el canal principal aguas arriba

Socavación local:

$$Y_{sl} := 4 \cdot y_3 \cdot \left(\frac{k_{a1}}{0.55}\right) \cdot k_{a2} \cdot Fr_3^{0.33} = 2.973 \text{ m}$$

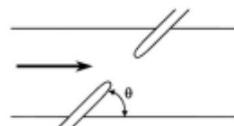
• Richardson & Davis, (Melville, 1992; FHWA, 2001):



Coeficientes de forma de estribos	
Descripción	K_{a1}
Pared vertical (<i>vertical wall</i>)	1
Pared vertical con alas/alerones acampanados (<i>wing walls</i>)	0.82
Con taludes (<i>spill through</i>)	0.55

• La definición de θ cambia, es diferente a la de socavación en pilas.

$$K_{a2} = \left(\frac{90}{\theta}\right)^{0.13}$$



• Si $\theta < 90^\circ$, el estribo apunta aguas abajo, sino, apunta aguas arriba.

Socavación local en estribos del puente

Se considera que la proyección del estribo en el cause del río es nula

Empleando la metodología de HIRE:

Estribo derecho

$\theta := 90^\circ$ Ángulo de esviaje del puente

$k_{a1} := 0.55$ Coeficiente de forma estribo (Melville, 1992; FHWA, 2001)

$k_{a2} := \left(\frac{90^\circ}{\theta}\right)^{0.13} = 1$ Coeficiente de corrección por inclinación del puente

$y_3 := 1.75 \text{ m}$ Tirante aguas arriba del puente

$Fr_3 := 0.11$ Número de froude en el canal principal aguas arriba

Socavación local:

$$Y_{sl} := 4 \cdot y_3 \cdot \left(\frac{k_{a1}}{0.55}\right) \cdot k_{a2} \cdot Fr_3^{0.33} = 3.379 \text{ m}$$

Socavación general en el puente (suelo granular Arena limosa)

-Socavación general margen izquierda (suelo granular Arena limosa)

$T := 100$	Periodo de retorno 100 años
$Q_D := 118.2 \frac{m^3}{s}$	Caudal de diseño T=100 años.
$n_{\text{corregido}} := 0.1198541$	Coefficiente de rugosidad de manning.
$\gamma_d := 2.6395 \frac{\text{ton}}{m^3}$	Peso específico seco
$\gamma_{\text{mez}} := 1.053 \frac{\text{ton}}{m^3}$	Peso específico mezcla
$H_o := 1.54 \text{ m}$	Tirante inicial.
$S_o := 0.03539$	Pendiente de la zona a analizar
$d_m := 3.25 \text{ mm}$	Diámetro medio del material granular
$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{corregido}}} = 1.57$	Coefficiente de distribución de gasto
$\lambda := 0.0973 \cdot \log(T) + 0.79 = 0.985$	Coefficiente de periodo de retorno.
$\varphi := 1.51 \cdot \gamma_{\text{mez}} - 0.54 \frac{\text{ton}}{m^3}$	Coefficiente de material en suspensión
$\varphi = 1.05 \frac{\text{ton}}{m^3}$	
$x := -0.0089 \cdot \left(\log \left(\frac{d_m}{\text{mm}} \right) \right)^2 - 0.041 \cdot \log \left(\frac{d_m}{\text{mm}} \right) + 0.395 = 0.372$	

Altura total con fondo erosionado $\frac{1}{1+x}$

$$H_s := \left(\frac{\left(\frac{H_o}{m} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left(\frac{d_m}{\text{mm}} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{\text{ton}} \right)} \right)^{\frac{1}{1+x}} \cdot m = 2.386 \text{ m}$$

Altura de socavación: $Y_s := H_s - H_o = 0.846 \text{ m}$

Velocidad crítica de socavación: $V_s := 0.68 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{d_m}{\text{mm}} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{\text{ton}} \right) \cdot \left(\frac{H_s}{m} \right)^x = 1.351 \frac{m}{s}$

Socavación general en el puente (suelo granular Arena limosa)

-Socavación general centro (suelo granular Arena limosa)

$T := 100$	Periodo de retorno 100 años
$Q_D := 118.2 \frac{m^3}{s}$	Caudal de diseño T=100 años.
$n_{\text{corregido}} := 0.06175$	Coefficiente de rugosidad de manning.
$\gamma_d := 2.677 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico seco
$\gamma_{mez} := 1.046 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico mezcla
$H_o := 1.669 m$	Tirante inicial.
$S_o := 0.03539$	Pendiente de la zona a analizar
$d_m := 1.7 mm$	Diámetro medio del material granular
$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{corregido}}} = 3.047$	Coefficiente de distribución de gasto
$\lambda := 0.0973 \cdot \log(T) + 0.79 = 0.985$	Coefficiente de periodo de retorno.
$\varphi := 1.51 \cdot \gamma_{mez} - 0.54 \frac{ton}{m^3}$	Coefficiente de material en suspensión
$\varphi = 1.039 \frac{ton}{m^3}$	
$x := -0.0089 \cdot \left(\log \left(\frac{d_m}{mm} \right) \right)^2 - 0.041 \cdot \log \left(\frac{d_m}{mm} \right) + 0.395 = 0.385$	

Altura total con fondo erosionado $\frac{1}{1+x}$

$$H_s := \left(\frac{\alpha \cdot \left(\frac{H_o}{m} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right)} \right)^{\frac{1}{1+x}} \cdot m = 4.831 m$$

Altura de socavación: $Y_s := H_s - H_o = 3.162 m$

Velocidad crítica de socavación: $V_s := 0.68 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right) \cdot \left(\frac{H_s}{m} \right)^x = 1.481 \frac{m}{s}$

Socavación general en el puente (suelo granular Arena limosa)

-Socavación general margen derecha (suelo granular Arena limosa)

$T := 100$	Periodo de retorno 100 años
$Q_D := 118.2 \frac{m^3}{s}$	Caudal de diseño T=100 años.
$n_{\text{corregido}} := 0.1917$	Coefficiente de rugosidad de manning.
$\gamma_d := 2.6253 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico seco
$\gamma_{mez} := 1.073 \frac{ton}{m^3}$	Peso específico mezcla
$H_o := 1.75 \text{ m}$	Tirante inicial.
$S_o := 0.03539$	Pendiente de la zona a analizar
$d_m := 5.3 \text{ mm}$	Diámetro medio del material granular
$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{corregido}}} = 0.981$	Coefficiente de distribución de gasto
$\lambda := 0.0973 \cdot \log(T) + 0.79 = 0.985$	Coefficiente de periodo de retorno.
$\varphi := 1.51 \cdot \gamma_{mez} - 0.54 \frac{ton}{m^3}$	Coefficiente de material en suspensión
$\varphi = 1.08 \frac{ton}{m^3}$	
$x := -0.0089 \cdot \left(\log \left(\frac{d_m}{mm} \right) \right)^2 - 0.041 \cdot \log \left(\frac{d_m}{mm} \right) + 0.395 = 0.361$	

Altura total con fondo erosionado $\frac{1}{1+x}$

$$H_s := \left(\frac{\alpha \cdot \left(\frac{H_o}{m} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right)} \right)^{\frac{1}{1+x}} \cdot m = 1.762 \text{ m}$$

Altura de socavación: $Y_s := H_s - H_o = 0.012 \text{ m}$

Velocidad crítica de socavación: $V_s := 0.68 \frac{m}{s} \cdot \left(\frac{d_m}{mm} \right)^{0.28} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{\varphi \cdot m^3}{ton} \right) \cdot \left(\frac{H_s}{m} \right)^x = 1.415 \frac{m}{s}$

Apéndice B

Obra:	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente:	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación:	Guayaquil
Fecha:	31/8/2022

PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL						
No.	Código	Descripción del rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	1	Materiales				\$ 15.360.00
2	1.1	Suministro				\$ 15.360.00
3	1.1.1	Suministro de materiales para conectores de corte	u	8.00	\$ 1.920.00	\$ 15.360.00
4	2	Obra civil				\$ 276.055.83
5	2.1	Trabajos preliminares				\$ 7.061.64
6	2.1.1	Desbroce y Limpieza	m ²	1484.01	\$ 1.40	\$ 2.083.10
7	2.1.2	Replanteo y nivelacion con equipo topográfico	m ²	2361.24	\$ 2.11	\$ 4.978.54
8	2.2	Construcción de muros de protección				\$ 17.876.74
9	2.2.1	Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 6m	m	84.00	\$ 104.93	\$ 8.814.23
10	2.2.2	Muro de contención de hormigón armado altura menor a 3m	m ³	13.50	\$ 185.59	\$ 2.505.40
11	2.2.3	Sistema de encofrado para muro de contención de hormigón.	m ²	113.82	\$ 17.18	\$ 1.954.93
12	2.2.4	Excavación en roca con equipo liviano (compresor)	m ³	81.84	\$ 38.98	\$ 3.189.79
13	2.2.5	Entibado en cimentaciones profundidad hasta 3m	m ²	46.50	\$ 8.60	\$ 399.84
14	2.2.6	Relleno compactado con material del sitio	m ³	67.50	\$ 8.31	\$ 560.85
15	2.2.7	Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 (I)	m ³	3.00	\$ 150.57	\$ 451.70
16	2.3	Construcción de puente				\$ 226.908.25
17	2.3.1	Excavación y desalojo a máquina	m ³	301.62	\$ 5.81	\$ 1.752.53
18	2.3.2	Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 (II)	m ³	16.50	\$ 144.78	\$ 2.388.94
19	2.3.3	Relleno compactado con material de préstamo importado	m ³	70.00	\$ 22.08	\$ 1.545.47
20	2.3.4	Fy=4200kg/cm	kg	45796.67	\$ 2.63	\$ 120.654.19
21	2.3.5	Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 8m	m	352.00	\$ 115.37	\$ 40.608.85
22	2.3.6	Suministro e instalación de tubería PVC 110mm (drenaje)	m	11.60	\$ 13.18	\$ 152.91
23	2.3.7	Carpeta asfáltica 7.5 cm	m ²	332.50	\$ 13.08	\$ 4.348.51
24	2.3.8	Demolición de estructura	m ²	185.25	\$ 100.05	\$ 18.534.87
25	2.3.9	Baranda de acero galvanizado tubo redondo 2 1/2"	m	54.00	\$ 45.99	\$ 2.483.68
26	2.3.10	Instalación de conectores de corte	u	8.00	\$ 122.31	\$ 978.44
27	2.3.11	Imprimación de capa de rodadura	m ²	332.50	\$ 0.72	\$ 239.40
28	2.3.12	apuntalamiento.	m ³	190.50	\$ 174.39	\$ 33.220.46
29	2.4	Rectificación de taludes				\$ 24.209.20
30	2.4.1	Excavación utilizando voldadura con microretardo	m ³	37.50	\$ 358.86	\$ 13.457.18
31	2.4.2	Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos	m ²	3829.50	\$ 2.81	\$ 10.752.02
32	3	Actividades complementarias				\$ 5.415.83
33	3.1	Batería sanitaria Obreros de 11 hasta 20 personas	u	5.00	\$ 342.05	\$ 1.710.24
34	3.2	Letrero de obra	u	30.00	\$ 64.57	\$ 1.937.16
35	3.3	Instalación provisional de agua	u	6.00	\$ 68.63	\$ 411.77
36	3.4	Bombeo Ø3" en horario nocturno	d	12.00	\$ 60.00	\$ 720.02
37	3.5	Bombeo Ø3"	d	38.00	\$ 16.75	\$ 636.64
38	4	Plan de manejo ambiental, señalética y seguridad				\$ 13.319.52
39	4.1	Plan de manejo ambiental				\$ 9.129.66
40	4.1.1	Charlas de concientización	u	27.00	\$ 130.97	\$ 3.536.28
41	4.1.2	Control de polvo	m ³	47.00	\$ 9.85	\$ 462.86
42	4.1.3	Control de ruido	u	20.00	\$ 25.40	\$ 508.05
43	4.1.4	Señalética temporal de obra	u	17.00	\$ 63.71	\$ 1.083.00
44	4.1.5	Instructivos ambientales	m ²	16.00	\$ 1.29	\$ 20.65
45	4.1.6	Monitoreo y medición de aire Nox, Hora, SO2, CO2	h	9.00	\$ 71.70	\$ 645.33
46	4.1.7	Replantación de zona vegetal	m ²	60.00	\$ 24.61	\$ 1.476.50
47	4.1.8	Transporte de residuos inertes con contenedor	u	11.00	\$ 127.00	\$ 1.396.99
48	4.2	Señalización y seguridad				\$ 4.189.86
		Construcción e instalación de letreros, señalización y seguridad				
49	4.2.1	vial	global	10.00	\$ 154.83	\$ 1.548.33
50	4.2.2	Suministro e instalación de cinta de peligro	m	385.00	\$ 0.19	\$ 74.43
51	4.2.3	Suministro e instalación de conos para barrera de seguridad	u	36.00	\$ 19.33	\$ 696.00
52	4.2.4	para desvío de vehículos y señalética)	global	1.00	\$ 1.871.10	\$ 1.871.10
52	5	Operaciones y mantenimiento				\$ 14.257.06
53	5.1	Operaciones				\$ 11.168.02
54	5.1.1	Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos	día	15.00	\$ 744.53	\$ 11.168.02
55	5.2	Mantenimiento				\$ 3.089.04
56	5.2.1	Mantenimiento preventivo de uniones de puente y estructura	u	2.00	\$ 1.544.52	\$ 3.089.04
SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO						\$ 324.408.24

SUMA DE COSTO DIRECTO		\$ 324.408.24
COSTO INDIRECTO ***	20%	\$ 54.068.04
SUBTOTAL (SIN IVA)		\$ 324.408.24
12% IVA	12%	\$ 38.928.99
SUBTOTAL (CON IVA)		\$ 363.337.23
IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO		\$ 363.337.23

Trescientos sesenta y tres mil trescientos treinta y siete con veintitrés (centavos)

*** COSTO INDIRECTO INCLUIDO EN CADA RUBRO

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

1.1.1	Suministro de materiales para conectores de corte
--------------	--

Detalles	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Materiales para apoyos de viga en puente	8				8	u	
Subtotal					8	u	

2.1.1	Desbroce y Limpieza
--------------	----------------------------

Detalles	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Área de construcción 1	1.00				858.65	m ²	
Área de construcción 2	1.00				625.36	m ²	
Subtotal					1484.01	m²	

2.1.2	Replanteo y nivelacion con equipo topográfico
--------------	--

Detalles	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Área de construcción 1	1.00				858.65	m ²	
Área de construcción 2	1.00				625.36	m ²	
Área de construcción 3	1.00				877.23	m ²	
Subtotal					2361.24	m²	

2.2.1	Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 6m
--------------	---

Detalles	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Muro	14.00	6.00			84.00	m	
Subtotal					84.00	m	

2.2.2	Muro de contención de hormigón armado altura menor a 3m
--------------	--

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
1+137 km - 1+152 km	1.00	15.00	2	2.7	13.50	m ³	
Subtotal					13.50	m³	

2.2.3	Sistema de encofrado para muro de contención de hormigón.
--------------	--

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
1+137 km - 1+152 km	1.00	15.00	2.4	3	113.82	m ²	
Subtotal					113.82	m²	

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

2.2.4	Excavación en roca con equipo liviano (compresor)
--------------	--

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
1+137 km - 1+152 km	1.00	15.00	2	3	81.84	m ³	
			Subtotal		81.84	m³	

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

2.2.5	Entibado en cimentaciones profundidad hasta 3m
--------------	---

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
1+137 km - 1+152 km	1.00	15.00	2	2.7	46.50	m ²	
Subtotal					46.50	m²	

2.2.6	Relleno compactado con material del sitio
--------------	--

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
1+137 km - 1+152 km	1.00	15.00	2	2.7	67.50	m ³	
Subtotal					67.50	m³	

2.2.7	Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 (I)
--------------	--

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
1+137 km - 1+152 km	1.00	15.00	1.8	0.1	3.00	m ³	
Subtotal					3.00	m³	

2.3.1	Excavacion y desalojo a máquina
--------------	--

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
0+241 km - 0+251 km	1.00	10.00	10	1.5	301.62	m ³	
Subtotal					301.62	m³	

2.3.2	Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 (II)
--------------	---

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
0+241 km - 0+251 km	2.00	10.00	7.5	0.1	16.50	m ³	
Subtotal					16.50	m³	

2.3.3	Relleno compactado con material de préstamo importado
--------------	--

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
0+241 km - 0+251 km	2.00	10.00	7	1.2	70.00	m ³	
Subtotal					70.00	m³	

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

2.3.4 Suministro e instalación de acero de refuerzo estructural Fy=4200kg/cm

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Losa - tablero	1.00	10.00	25	0.165	28541.92	kg	
Viga TEE	4.00	25.00	2.5	1.6	2596.75	kg	
Estibos	2.00	11.00	2.5	1.6	14658.00	kg	
Subtotal					45796.67	kg	

2.3.5 Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 8m

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Estribo	2.00	11.00	1.7	2.3	352.00	m	
Subtotal					352.00	m	

2.3.6 Suministro e instalación de tubería PVC 110mm (drenaje)

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Tablero puente	1.00	0.20			1.60	m	
Estribo	1.00				10.00	m	
Subtotal					11.60	m	

2.3.7 Carpeta asfáltica 7.5 cm

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Capa de rodadura	1.00	35.00	9.5	0.075	332.50	m ²	
Subtotal					332.50	m²	

2.3.8 Demolición de estructura

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente existente	1.00	19.50	10	1.25	185.25	m ²	
Subtotal					185.25	m²	

2.3.9 Baranda de acero galvanizado tubo redondo 2 1/2"

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Baranda izquierda	1.00	25.00		0.8	27.00	m	
Baranda derecha	1.00	25.00		0.8	27.00	m	
Subtotal					54.00	m	

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

2.3.10 Instalación de conectores de corte

Ubicación	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Estribo izquierda	4.00				4.00	u	
Estribo derecho	4.00				4.00	u	
Subtotal					8.00	u	

2.3.11 Imprimación de capa de rodadura

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
0+241 km - 0+251 km	1.00	35.00	9.5		332.50	m ²	
Subtotal					332.50	m²	

2.3.12 Hormigón f'c=280kg/cm² para estructuras. Incluye encofrado y apuntalamiento.

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente y estribos	1.00	5.00	7.6	2.8	190.50	m ³	
Subtotal					190.50	m³	

2.4.1 Excavación utilizando voldadura con microretardo

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
1+790 km - 1+795 km	1.00	5.00	7.6	2.8	37.50	m ³	
Subtotal					37.50	m³	

2.4.2 Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos

Abscisa	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
1+724 km - 1+950 km	1.00	50.00	15		750.00	m ²	
0+198 km - 0+289 km	1.00	205.30	15		3079.50	m ²	
Subtotal					3829.50	m²	

3.1 Bateria sanitaria Obreros de 11 hasta 20 personas

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	2.00				2.00	u	
Muro	2.00				2.00	u	
Rotura	1.00				1.00	u	
Subtotal					5.00	u	

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

3.2	Letrero de obra
------------	------------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	10.00				10.00	u	
Muro	5.00				5.00	u	
Rotura	8.00				8.00	u	
Vía	7.00				7.00	u	
Subtotal					30.00	u	

3.3	Instalación provisional de agua
------------	--

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	3.00				3.00	u	
Muro	2.00				2.00	u	
Rotura	1.00				1.00	u	
Subtotal					6.00	u	

3.4	Bombeo Ø3" en horario nocturno
------------	---------------------------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	5.00				5.00	d	
Muro	4.00				4.00	d	
Rotura	3.00				3.00	d	
Subtotal					12.00	d	

3.5	Bombeo Ø3"
------------	-------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	15.00				15.00	d	
Muro	16.00				16.00	d	
Rotura	7.00				7.00	d	
Subtotal					38.00	d	

4.1.1	Charlas de concientización
--------------	-----------------------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	15.00				15.00	u	
Muro	5.00				5.00	u	
Rotura	7.00				7.00	u	
Subtotal					27.00	u	

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

4.1.2	Control de polvo
--------------	-------------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	24.00				24.00	m ³	
Muro	10.00				10.00	m ³	
Rotura	5.00				5.00	m ³	
Vía	8.00				8.00	m ³	
Subtotal					47.00	m³	

4.1.3	Control de ruido
--------------	-------------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	6.00				6.00	u	
Muro	4.00				4.00	u	
Rotura	8.00				8.00	u	
Vía	2.00				2.00	u	
Subtotal					20.00	u	

4.1.4	Señalética temporal de obra
--------------	------------------------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	5.00				5.00	u	
Muro	3.00				3.00	u	
Rotura	2.00				2.00	u	
Vía	7.00				7.00	u	
Subtotal					17.00	u	

4.1.5	Instructivos ambientales
--------------	---------------------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	7.00				7.00	m ²	
Muro	3.00				3.00	m ²	
Rotura	4.00				4.00	m ²	
Vía	2.00				2.00	m ²	
Subtotal					16.00	m²	

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

4.1.6	Monitoreo y medición de aire Nox, Hora, SO2, CO2
--------------	---

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	4.00				4.00	h	
Muro	2.00				2.00	h	
Rotura	2.00				2.00	h	
Vía	1.00				1.00	h	
					9.00	h	

4.1.7	Replantación de zona vegetal
--------------	-------------------------------------

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	10.00				10.00	m ²	
Muro	25.00				25.00	m ²	
Rotura	10.00				10.00	m ²	
Vía	15.00				15.00	m ²	
					60.00	m²	

4.1.8	Transporte de residuos inertes con contenedor
--------------	--

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	5.00				5.00	u	
Muro	3.00				3.00	u	
Rotura	2.00				2.00	u	
Vía	1.00				1.00	u	
					11.00	u	

4.2.1	Construcción e instalación de letreros, señalización y seguridad vial
--------------	--

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	2.00				2.00	global	
Muro	2.00				2.00	global	
Rotura	2.00				2.00	global	
Vía	2.00				2.00	global	
	2.00				2.00		
					10.00	global	

CANTIDADES

Obra	Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu
Oferente	Ney Canales; Elias Fienco
Ubicación	Guayaquil
Fecha	miércoles, 31 de agosto de 2022

4.2.2 Suministro e instalación de cinta de peligro

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	200.00				200.00	m	
Muro	65.00				65.00	m	
Rotura	80.00				80.00	m	
Vía	40.00				40.00	m	
Subtotal					385.00	m	

4.2.3 Suministro e instalación de conos para barrera de seguridad

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	10.00				10.00	u	
Muro	5.00				5.00	u	
Rotura	14.00				14.00	u	
Vía	7.00				7.00	u	
Subtotal					36.00	u	

4.2.4 Plan vial (Incluye plano y memoria técnica de estudio de ruta para desvío de vehículos y señalética)

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Puente	0.25				0.25	global	
Muro	0.25				0.25	global	
Rotura	0.25				0.25	global	
Vía	0.25				0.25	global	
Subtotal					1.00	global	

5.1.1 Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Mantenimiento	15.00				15.00	día	
Subtotal					15.00	día	

5.2.1 Mantenimiento preventivo de uniones de puente y estructura

Detalle	Volumen- Área- Unidad				Total	Unidad	Descripción
	N°	L(m)	a(m)	h(m)			
Mantenimiento	1.00				1.00	u	
Subtotal					1.00	u	

1 Obra Civil

1.1 Trabajos preliminares

1.1.1 Desbroce y limpieza

Descripción:

Consiste en la remoción de maleza, hojas y basura existentes en el área a intervenir para la construcción del proyecto, "Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu" ubicado la comunidad de Charquiyacu perteneciente al cantón Caluma, considerando toda el área de implantación de la obra más el talud a lo largo de ciertos sectores del río en una Tramo longitudinal de casi 2 kilómetros

El contratista una vez realizará el trabajo de limpieza y desbroce manual y mecánicamente, este material será deposita en el sitio donde indique el fiscalizador para luego proceder con el desalojo.

Materiales mínimos:

- No se requiere de materiales.

Normativa:

- No aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)

Medición y pago:

La medición se la efectuará por metro cuadrado (m2) de área de desbroce y limpieza.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro ser requerirá de:

- Herramientas menores

1.1.2 Replanteo y nivelación con equipo topográfico

Descripción:

Antes de iniciar la construcción, el constructor y el fiscalizador definirán el trazado geométrico de acuerdo con los planos del proyecto, de igual manera se definirá y marcará los niveles de la construcción a realizarse. Deberá adicionalmente dejar un hito principal que permita una fácil comprobación del nivel de la obra. Por ningún motivo se realizarán cambios geométricos o de niveles en obra sin previa aprobación del arquitecto responsable del proyecto.

Este trabajo será realizado por un ingeniero o topógrafo, ayudado de cinta métrica de precisión y por un equipo topográfico. Se deberá dejar colocados datos de acuerdo al proyecto.

El contratista una vez realizará el trabajo de limpieza y desbroce manual y mecánicamente, este material será deposita en el sitio donde indique el fiscalizador para luego proceder con el desalojo.

Materiales mínimos:

- Tiras 2.5x2.5x250

Normativa:

- No aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Cadenero (ESTRUC. OCUP. D2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)
- Topógrafo (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m²) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Nivel para topografía (incluye trípode y mira).
- Nivel láser de precisión (rango de error de +/- 0,2mm/ m)
- Herramientas menores

1.2 Construcción de muros de protección

1.2.1 Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 6m

Descripción:

La función de los anclajes continuos inyectados es mejorar el soporte de del muro de contención colocada en la izquierda aguas abajo. Minimizando los efectos de falla de vuelco y de deslizamiento que puede afectar al muro. Además, aumentar la cohesión y capacidad portante del suelo.

Los anclajes continuos inyectados están conformados por una lechada de bentonita, cemento y aditivos, con barra de refuerzo de 25mm. La lechada al ser colocada se expande y genera una rugosidad que se adhiere en la perforación.

Procedimiento:

Se realizarán una `perforaciones de 15 cm de diámetro a una profundidad de 6m con la ayuda de a perforadora de roca mecánica. Posterior se ingresa una barra de acero de refuerzo de 25 mm y se inyecta la lechada con el uso de la inyectora bajo presión y un compresor

Materiales mínimos:

- Separador homologado para muros.
- Acero en barras corrugadas, Grado 60 ($f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$), de varios diámetros, según NTE-INEN-2167 y ASTM A 706.
- Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.

- Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado.
- Agua.
- Arena cribada.
- Agregado grueso homogeneizado, de tamaño máximo 12,5 mm.
- Cemento gris en sacos.
- Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1 G1)
- Inspector de obra (ESTRUC. OCUP. B3)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro lineal (m) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Equipo de suelda autógena
- Martillo neumático con compresor
- Equipo de inyección (cemento)
- Perforadora de roca mecánica 0,5 - 0,7 Mpa
- Mezcladora de lechada manual (2sacos)
- Herramientas menores

1.2.2 Muro de contención de hormigón armado altura menor a 3m

Descripción:

Muro de contención de tierras de superficie plana, sin puntera, de hormigón armado, de hasta 3 m de altura, realizado con hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa), clase de exposición F0 S0 P0 C0, tamaño máximo del agregado 12,5 mm, consistencia blanda, preparado en obra, y vaciado con medios manuales, y acero Grado 60 ($f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$), con una cuantía aproximada de 22 kg/m^3 . Incluso tubos de PVC para drenaje, alambre de atar y separadores.

Procedimiento:

Replanteo de la cimentación del muro. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Disposición de los tubos de drenaje. Resolución de juntas de construcción. Preparación del hormigón. Vaciado y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales, si procede.

Materiales mínimos:

- Cemento tipo I(50kg)
- Resina Resintex 50

- Acero de refuerzo $f_c=4200\text{kg/cm}^2$
- Varios
- Oxígeno cilindro 6m³
- Diesel
- Barreno de perforación 1 1/2" x 3m

Normativa:

- No aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Ferrero.
- Ayudante ferrero.
- Ayudante de albañil de obra civil.
- Albañil de obra civil.
- Maestro de estructura mayor, en el proceso de hormigonado.
- Ayudante estructurista, en el proceso de hormigonado.

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cúbico (m³) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Concretera
- Herramientas menores

1.2.3 Sistema de encofrado para muro de contención de hormigón.

Descripción:

Montaje y desmontaje en una cara del muro, de sistema de encofrado a dos caras con acabado para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de hasta 3 m de altura y superficie plana, para contención de tierras. Incluso tubos de PVC para formación de mechinales; pasamuros para paso de los tensores; elementos de sustentación, fijación y apuntalamiento necesarios para su estabilidad; y líquido desencofraste, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.

Procedimiento:

Replanteo del encofrado sobre la cimentación. Limpieza de la base de apoyo del muro en la cimentación. Colocación de tubos para formación de mechinales. Colocación de pasamuros para paso de los tensores. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y apuntalamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.

Materiales mínimos:

- Paneles metálicos modulares, para encofrar muros de hormigón de hasta 3 m de altura.
- Estructura soporte de sistema de encofrado vertical, para muros de hormigón a dos caras, de hasta 3 m de altura, formada por tornapuntas metálicos para estabilización y aplomado de la superficie encofrante.
- Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.
- Tubo de PVC liso, de varios diámetros.
- Pasamuros de PVC para paso de los tensores del encofrado, de varios diámetros y longitudes.

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Encofrador.
- Ayudante encofrador.

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m²) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

1.2.4 **Excavación en roca con equipo liviano (compresor)**

Descripción:

Comprende la excavación de masas de rocas medianamente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, debe ser removido necesariamente con equipo pesado.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual menor de un metro cúbico (01m³), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural y requieran ser fragmentadas.

La partida incluye remover, cargar y transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios aprobados el material fragmentado de los cortes requeridos hasta el nivel indicado para la subrasante descrito en los planos y las secciones transversales del proyecto con la aprobación de la Supervisión.

Procedimiento:

Se deberá efectuar los cortes requeridos del terreno hasta el nivel indicado para los taludes y subrasante descrito en los planos, debiendo fragmentarse el material de roca hasta un tamaño adecuado, para luego ser almacenado temporalmente en las zonas aprobadas por la Supervisión para su eliminación. El Contratista no podrá disponer de estos ni retirarlos para fines distintos del Contrato sin autorización previa de la Supervisión. Se deberá verificar la existencia de instalaciones subterráneas y en caso de producir daño a

instalaciones de terceros, el contratista deberá reparar y/o resarcir a su costo dichos daños.

Materiales mínimos:

- No aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m3) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Martillo neumático con compresor
- Herramientas menores

1.2.5 Entibado en cimentaciones profundidad hasta 3m

Descripción:

Uso de barreras metálicas para la seguridad de los trabajos a ejecutar en taludes recientemente excavados con una profundidad mayor a 1.5 m.

Procedimiento:

Una vez excavado la zanja se procede a colocar las barreras metálicas de forma perpendicular a la superficie de trabajo. Se deben colocar los arriostamientos al menos cada 1m de longitud del entibado, en caso de requerirse mas por las presiones del terreno se deberá discontinuar lo trabajos y retirar el material que ejerce presión sobre el entibado. Una ves finalizado los trabajos requeridos se extraen los apoyos y luego las planchas metálicas con el uso de maquinaria.

Materiales mínimos:

- Clavos
- Alfajía 7 x 7 x 250
- Pingo
- Tablero contrachapado para encofrado 4x8

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m2) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

1.2.6 Relleno compactado con material del sitio

Descripción:

Se refiere a rellenos con materiales compactados con métodos mecánicos, para la conformación de plataformas.

Procedimiento:

En el relleno se empleará preferentemente el producto de la propia excavación, cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material de préstamo, con el que previo el visto bueno del Fiscalizador se procederá a realizar el relleno. En ningún caso el material de relleno deberá tener un peso específico en seco menor de 1.600 kg/m³. El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- a) No debe contener material orgánico.
- b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o igual que 5 cm.
- c) Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Cuando los diseños señalen que las características del suelo deben ser mejoradas, se realizará un cambio de suelo con mezcla de tierra y cemento (terreno - cemento) en las proporciones indicadas en los planos o de acuerdo con las indicaciones del Fiscalizador. La tierra utilizada para la mezcla debe cumplir con los requisitos del material para relleno.

Una vez aceptado el material por parte de la Fiscalización, el contratista procederá a organizar su trabajo y colocación del material para la conformación de las plataformas, evitando la contaminación con materiales extraños o inadecuados

El relleno se lo realizará por capas, las mismas que no deben superar los 30 cm de espesor.

En la compactación deberá obtenerse una densidad del 90% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de proctor modificado. La humedad del material será controlada de tal manera que permanezca en el rango requerido para obtener la densidad especificada. .

Una vez que la plataforma haya sido rellena y compactada, el Constructor deberá limpiar el área de trabajo de todo sobrante de material de relleno o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera, el Fiscalizador podrá ordenar la paralización de todos los demás trabajos hasta que la mencionada limpieza se haya efectuado y el Constructor no podrá hacer reclamos por extensión del tiempo o demora ocasionada. La Fiscalización comprobará la calidad de los trabajos

Materiales mínimos:

- No Aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Chofer: Tanqueros (Estr. Oc. C1)
- OP. Rodillo autopropulsado (estr. ocp C2)

- OP. Motoniveladora (estr. ocp C1)
- OP. Retroexcavadora (estr. ocp C1)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m3) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro ser requerirá de:

- Motoniveladora
- Rodillo vibratorio doble tambor
- Volqueta 8m3
- Retroexcavadora 75 HP
- Herramientas menores

1.2.7 Replanteo de hormigón simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$

Descripción:

Se refiere a la construcción de la capa de concreto de 140 kg/ cm². En el fondo de las excavaciones destinadas a recibir los plintos de hormigón simple.

Antes de iniciar a la colocación del hormigón simple en los plintos, se vaciará sobre el fondo limpio y nivelado de la excavación, una capa de concreto simple de 0,05 cm. de espesor, cuya

superficie debe alcanzar la cota inferior de la cimentación indicada en los planos arquitectónicos

y/o estructurales y aprobados por el fiscalizador.

Materiales mínimos:

- Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA
- Arena
- Ripio
- Agua

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m3) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro ser requerirá de:

- Concretera 1 saco
- Vibrador
- Herramientas menores

1.3 Construcción de puente

1.3.1 Excavación y desalojo a máquina

Descripción:

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, elementos estructurales; incluyendo las operaciones necesarias para: compactar o limpiar el replantillo y los taludes, el retiro del material producto de las excavaciones, y conservar las mismas por el tiempo que se requiera hasta culminar satisfactoriamente la actividad planificada

Procedimiento:

La excavación será efectuada de acuerdo con los datos señalados en los planos, en cuanto a alineaciones pendientes y niveles, excepto cuando se encuentren inconvenientes imprevistos en cuyo caso, aquellos pueden ser modificados de conformidad con el criterio técnico del Fiscalizador.

Se entenderá por excavación a máquina el área en la que se realice esta labor con equipo mecánico según el proyecto tanto para la conformación de las plataformas y taludes necesarios y planteadas en el mismo, cuanto para la fundición de elementos estructurales que merezcan este tipo de excavación dentro del proyecto, incluyendo las operaciones necesarias para compactar y la remoción del material producto de las excavaciones que se desalojará inmediatamente. Excavación a máquina en tierra incluirá la remoción de todo tipo de material (sin clasificar).

Materiales mínimos:

- No Aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Operador (ESTRUC. OCUP. D2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m3) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Volqueta 8m3
- Retroexcavadora
- Herramientas menores

1.3.2 Replanteo de hormigón simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$

Descripción:

Se refiere a la construcción de la capa de concreto de 140 kg/cm^2 . En el fondo de las excavaciones destinadas a recibir los plintos de hormigón simple.

Antes de iniciar a la colocación del hormigón simple en los plintos, se vaciará sobre el fondo limpio y nivelado de la excavación, una capa de concreto simple de $0,05 \text{ cm}$. de espesor, cuya superficie debe alcanzar la cota inferior de la cimentación indicada en los planos arquitectónicos y/o estructurales y aprobados por el fiscalizador.

Materiales mínimos:

- Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA
- Arena
- Ripio
- Agua

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m^3) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Concretera 1 saco
- Vibrador
- Herramientas menores

1.3.3 Relleno compactado con material de préstamo importado

Descripción:

Este material se obtendrá de aquellas zonas de préstamos previamente calificadas y autorizadas por la Fiscalización. Se ejecutarán en las zonas adyacentes al canal de desvío, con la finalidad de rellenar el antiguo cauce del estero atravesado.

Procedimiento:

Por tratarse de un trabajo que requiere especial atención, el procedimiento de trabajo y el equipo para utilizarse debe ser seguido de acuerdo con el siguiente procedimiento.

- El material adecuado de la excavación será incorporado a la obra previa autorización de la fiscalización, para lo que previamente se realizará los ensayos de laboratorio respectivo.

- El material de préstamo importado será previamente aprobado por el fiscalizador y no podrá contener material vegetal, troncos, escombros y no deben presentar expansividades mayores al 4%, índice de plasticidad < 15% y su densidad máxima no debe ser menor a 1400 kg/m³

- La colocación del material de préstamo importado se los hará en capas aproximadamente horizontales y su espesor será determinado por la fiscalización de acuerdo con el equipo de compactación que disponga el contratista de la obra.

- No se permitirá la colocación de piedras con diámetros mayores a 0.10 mts. dentro de un espesor de 20 cmts. bajo el nivel de la sub-rasante.

Materiales mínimos:

- No Aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)
- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Chofer: Tanqueros (Estr. Oc. C1)
- Chofer volqueta
- OP. Rodillo autopropulsado (estr. ocp C2)
- OP. Retroexcavadora (estr. ocp C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m³) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Motoniveladora
- Rodillo vibratorio doble tambor
- Volqueta 8m³
- Retroexcavadora 75 HP
- Tanquero

- Herramientas menores

1.3.4 Suministro e instalación de acero de refuerzo estructural Fy=4200kg/cm²

Descripción:

Esta partida comprenderá el aprovisionamiento, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las varillas de acero para el refuerzo en estructuras de concreto armado, de acuerdo con las especificaciones siguientes, en conformidad con los planos correspondientes y con las indicaciones del Supervisor.

Materiales mínimos:

- Acero de refuerzo estructural Fy=4200kg/cm²
- Alambre de amarre

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Maestro de obra
- Peón
- Fierro
- Ayudante de fierro

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por kilogramo (kg) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Cortadora doblador de hierro
- Herramientas menores

1.3.5 Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 8m

Descripción:

La función de los anclajes continuos inyectados es mejorar el soporte de del muro de contención colocada en la izquierda aguas abajo. Minimizando los efectos de falla de vuelco y de deslizamiento que puede afectar al muro. Además, aumentar la cohesión y capacidad portante del suelo.

Los anclajes continuos inyectados están conformados por una lechada de bentonita, cemento y aditivos, con barra de refuerzo de 25mm. La lechada al ser colocada se expande y genera una rugosidad que se adhiere en la perforación.

Procedimiento:

Se realizarán perforaciones de 15 cm de diámetro a una profundidad de 8m con la ayuda de a perforadora de roca mecánica. Posterior se ingresa una barra de acero de refuerzo de 25 mm y se inyecta la lechada con el uso de la inyectora bajo presión y un compresor

Materiales mínimos:

- Separador homologado para muros.

- Acero en barras corrugadas, Grado 60 ($f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$), de varios diámetros, según NTE-INEN-2167 y ASTM A 706.
- Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.
- Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado.
- Agua.
- Arena cribada.
- Agregado grueso homogeneizado, de tamaño máximo 12,5 mm.
- Cemento gris en sacos.
- Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1 G1)
- Inspector de obra (ESTRUC. OCUP. B3)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro lineal (m) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Equipo de suelda autógena
- Martillo neumático con compresor
- Equipo de inyección (cemento)
- Perforadora de roca mecánica 0,5 - 0,7 Mpa
- Mezcladora de lechada manual (2sacos)
- Herramientas menores

1.3.6 Suministro e instalación de tubería PVC 110mm (drenaje)

Descripción:

Comprende el suministro de tubería de PVC de 110mm para el desagüe de agua por bombeo de la calzada del puente y acumulación en estribos bajo la capa de rodadura y loza de aproximación.

Procedimiento:

La instalación de la tubería se dará de forma perpendicular a la vía del puente, será colocados tramos de tubería en los espaldones de la calzada del puente acuerdo a las disposiciones presentadas en planos aprobados por fiscalización. Función es conducir el agua almacenada por bombeo de la calzada.

Materiales mínimos:

- Polilimpia
- Polipega
- Tubo PVC 110mm

- Accesorios PVC 110mm

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Ayudante de plomero
- Plomero

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro lineal (m) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

1.3.7 Carpeta asfáltica 7.5 cm

Descripción:

Este trabajo consiste en la construcción de una carpeta de hormigón asfáltico de 3”(7.5cm) de espesor.

Procedimiento:

Previo a colocar la capa de hormigón asfáltico se debe proporcionar una capa de imprimación acorde a los volúmenes definidos por el fiscalizador.

Luego tender la capa de asfalto considerando una temperatura oscilante entre 110y 130°C acorde con lo indicado en NEC15.

El relleno debe cumplir con los requisitos especificados en la norma AASHTO M17.

Materiales mínimos:

- Fino cribado
- Material granular
- Diesel
- Asfalto AP-3 RC-350

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)
- Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1 G1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m2) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Cargadora Frontal
- Rodillo compactador
- Rodillo vibratorio doble tambor

- Planta de asfalto
- Distribuidor de asfalto
- Equipo de inyección (cemento)
- Herramientas menores

1.3.8 Demolición de estructura

Descripción:

Actividad que consiste en la demolición a máquina con equipo pesado o a mano, complementariamente. Se realizará la demolición de estructuras de hormigón armado en alturas mayores a 2m.

Procedimiento:

Se realizará la demolición a maquinaria y complementariamente a mano con una cuadrilla de trabajo que incluye a 4 peones y 2 maestro de obra. El estado de maquinaria como rotomartillo, herramientas menores debe ser verificado acorde a los requerimientos establecidos por el fiscalizador del proyecto.

Materiales mínimos:

- Combustible

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m2) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Rotomartillo
- Generador
- Herramientas menores

1.3.9 Suministro e instalación de conectores de corte

Descripción:

Actividad prevé el suministro e instalación de conectores de corte para el apoyo de las vigas.

Procedimiento:

Se establecen las dimensiones y especificaciones de los materiales acorde a los planos de diseño o requerimiento especial bajo sustentación de diseño por parte del fiscalizador del proyecto.

Deben estar apoyados sobre una un recuadro de hormigón de alta resistencia, a la distancia especificada en los planos de diseño. Y realizar los ensayos pertinentes que aconseja la normativa.

Las especificaciones de los materiales deben de cumplir los estándares de calidad y requisitos mínimos establecidos por la AASTHO LRFD.

Materiales mínimos:

- Conector de corte tipo STUP

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)
- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Soldador
- Ayudante de soldador
- Inspector de soldadura

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por unidad (u) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Equipo y elementos auxiliares para soldar
- Herramientas menores

1.3.10 Imprimación de capa de rodadura

Descripción:

Colocación de una delgada capa de asfalto para la adherencia respecto a la carpeta asfáltica que se colocará.

Procedimiento:

Se dispone material de asfalto en cantidades de 1 a 2.25 lt por metros cuadrados. Dependiendo de las propiedades del material a imprimirse y la temperatura específica.

Materiales mínimos:

- Asfalto
- Diesel

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Operador de distribuidor asfáltico
- Operados de barredor autopropulsada
- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m²) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Distribuidor de asfalto
- Escoba autopropulsada

- Herramientas menores

1.4 Rectificación de taludes

1.4.1 Excavación utilizando voladura con microretardo

Descripción:

Desmonte en roca, con explosivos y vagón perforador hidráulico sobre cadenas, con martillo en fondo, y carga sobre camión.

Procedimiento:

Replanteo de los barrenos. Perforación de los barrenos. Transporte y preparación de los explosivos. Colocación de los explosivos. Detonación de los explosivos. Control posterior a la explosión. Extracción de los productos resultantes. Carga a camión de los materiales excavados.

Materiales mínimos:

- Goma-2 ECO, incluso p/p de detonador, cordón detonante y otros accesorios de voladura

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Oficial 1ª artillero.

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m3) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Vagón perforador hidráulico sobre cadenas, con martillo en fondo y diámetro de perforación de 150 mm.
- Pala cargadora sobre cadenas, de 96 kW/1,8 m³, equipada con escarificadora.
- Herramientas menores

1.4.2 Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos

Descripción:

Esta especificación consiste en perfilado y refino de taludes de desmonte, de hasta 3 m de altura, en roca, con medios mecánicos.

Procedimiento:

El procedimiento comprende

- Reparación de la zona de trabajo.
- Situación de los puntos topográficos.
- Ejecución del perfilado y del refino.

Materiales mínimos:

- No aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Oficial 1ª construcción de obra civil.

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m2) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Retrocargadora sobre neumáticos, de 74 kW, con martillo rompedor.
- Herramientas menores

2 Actividades complementarias

2.1 Batería sanitaria Obreros de 11 hasta 20 personas

Descripción:

Este rubro se refiere a la compra de una batería sanitaria para el uso de todo el personal de obra. Se deberá colocar referencias de ejes, las cuales permanecerán fijas durante la construcción de la obra

Materiales mínimos:

- Cabaña SENCILLA sanitaria RENTECO

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por unidad (u) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

2.2 Letrero de obra**Descripción:**

Este rubro comprende el letrero de obra con la descripción del nombre de la obra, e lugar, el agente constructor, fiscalización, duración del proyecto y cantidad de personas beneficiadas

Materiales mínimos:

- Letrero de obra

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Ayudante de perforador (ESTRUC. OCUP. D2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por unidad (m) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

2.3 Instalación provisional de agua**Descripción:**

En el interior de los campamentos provisionales se deberán instalar puntos de agua para el uso general y uso personal

Materiales mínimos:

- Llave de manguera. Manija "T". 1/2"
- Manguera flex PE 1/2" Plastidor
- Montura & Accesorios para acometida de agua

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por unidad (m) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

2.4 Bombeo Ø3"

Descripción:

Uso de equipo de bombeo para trabajos en los que el nivel freático se encuentra elevado, imposibilitando las acciones en maquinarias o manuales.

El uso de equipo corresponde a bombas de 3" de succión incluidas las conexiones necesarias para el desagüe al nuevo lugar sin alterar la ejecución de las actividades ni rendimiento de los demás suministros del proyecto.

Materiales mínimos:

- Combustible

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Operador de equipo liviano

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por día (d) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Bomba Ø3"
- Generador eléctrico mediano para alumbrado y otros
- Torre de iluminación
- Herramientas menores

2.5 Bombeo Ø3" en horario nocturno

Descripción:

Uso de equipo de bombeo para trabajos en los que el nivel freático se encuentra elevado, imposibilitando las acciones en maquinarias o manuales en horario nocturno.

El uso de equipo corresponde a bombas de 3" de succión incluidas las conexiones necesarias para el desagüe al nuevo lugar sin alterar la ejecución de las actividades ni rendimiento de los demás suministros del proyecto. Además, se implantará estación des de iluminación para el desarrollo de actividades nocturnas en el proyecto.

Materiales mínimos:

- Combustible

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Operador de equipo liviano

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por día (d) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Bomba Ø3"
- Generador eléctrico mediano para alumbrado y otros
- Torre de iluminación
- Herramientas menores

3 Plan de manejo ambiental

3.1 Plan de manejo ambiental

3.1.1 Charlas de concientización

Descripción:

Este rubro comprende de charlas a la comunidad, con el propósito de informar sobre el proyecto que se está realizando y los beneficios que traerá a la comunidad post la culminación de este. También se tratarán temas ambientales para el personal de obras y habitantes de sector.

Materiales mínimos:

- Combustible

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Operador de equipo liviano

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por día (d) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Equipos de audio y video
- Camioneta doble cabina

- Herramientas menores

3.1.2 Control de polvo

Descripción:

Este rubro se refiere al humedecimiento del material extraído durante las diversas actividades constructivas, con lo cual se evite la afectación por la cantidad de polvo resultado de la ejecución del proyecto.

Materiales mínimos:

- Agua

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Chofer tanquero
- Peón

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m3) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro ser requerirá de:

- Tanquero
- Herramientas menores

3.1.3 Control de ruido

Descripción:

Este rubro comprende las mediciones del ruido en lugares críticos durante la fase constructiva para establecer condiciones acústicas aceptables para los trabajadores y habitantes aledaños.

Materiales mínimos:

- Agua

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Técnico ambientalista
- Ayudante técnico

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por unidad (u) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro ser requerirá de:

- Sonómetro digital
- Herramientas menores

3.1.4 Señalética temporal de obra

Descripción:

Señalética preventiva de seguridad dispuesta en lugares estratégicos para minimizar los riesgos causados por el desarrollo de las actividades del proyecto.

Se debe cumplir con criterios de visibilidad, comodidad y comprensibilidad para todo usuario, tanto interno como externo a la obra. Además, acatar las disposiciones de área de seguridad laboral de parte de fiscalización.

El uso de la señalética debe prever información preventiva de accidentes al usuario de manera diurna y nocturna.

Materiales mínimos:

- Cinta de seguridad
- Conos
- Malla rígida

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)
- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por unidad (u) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro ser requerirá de:

- Sonómetro digital
- Herramientas menores

3.1.5 Instructivos ambientales

Descripción:

Este rubro comprende volantes informativos con respecto a temas ambientales para el personal de obra y moradores de sector

Materiales mínimos:

- Impresiones, hojas

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cubico (m3) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

3.1.6 Monitoreo y medición de aire Nox, Hora, SO2, CO2

Descripción:

Este rubro comprende los procedimientos para prevenir y controlar los impactos negativos que se pueden ocasionar por efecto de emisiones de gases contaminantes y material particulado que resulta de las operaciones de zonas de excavación y/o movimiento de suelo, circulación de vehículos entre otros.

Materiales mínimos:

- No Aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Técnico ambiental

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por hora (h) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Estación de monitoreo y medición de aire Nox, Hora, SO2, CO2
- Herramientas menores

3.1.7 Replantación de zona vegetal

Descripción:

Se dispondrá de la especie de árbol establecida por parte de la fiscalización de proyecto. El lugar de plantación no debe afectar las futuras obras ni impedir el paso vehicular, El ingeniero agrónomo deberá determinar el correcto suelo y profundidad de excavación para la plantación. En caso de ser mayor a 1.5 m de profundidad se realizará a máquina. El desarrollo de esta actividad no debe interrumpir ninguna otra actividad del proyecto.

Materiales mínimos:

- Césped natural
- Árbol endémico no perecible vida mayor a 5 años

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Técnico ambiental
- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m2) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

3.1.8 Transporte de residuos inertes con contenedor

Descripción:**Materiales mínimos:**

- No Aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Técnico ambiental

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro cuadrado (m2) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Carga y cambio de contenedor de 7 m³, para recogida de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados, producidos en obras de construcción y/o demolición, colocado en obra a pie de carga, incluso servicio de entrega y alquiler.
- Herramientas menores

3.2 Señalización y seguridad

3.2.1 Construcción e instalación de letreros, señalización y seguridad vial

Descripción:

Para el proyecto se dispondrá en puntos estratégicos el uso de señalética para seguridad vial y se suministrará carteles de información para la seguridad tanto civil y personal en obra.

Materiales mínimos:

- Panel de aluminio reflectivo
- Cinta reflectiva de seguridad
- Otros

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Ayudante
- Técnico en seguridad laboral
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará global (global) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

3.2.2 Suministro e instalación de malla de peligro

Descripción:

Se establece un cercado rígido para el uso de protección civil y estructuras aledañas al sitio de la obra. Por otro lado, se debe constatar la altura a la que debe ser instalada para la protección óptima acorde con el requerimiento del Ing Geólogo y fiscalización del proyecto. Esta malla se ubicará en los sitios donde se produzcan las explosiones y parte del material a desalojar sea expulsado a altas velocidades.

Materiales mínimos:

- Cinta plástica de peligro

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón (ESTRUC. OCUP. E2)
- Técnico en seguridad laboral
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro lineal (m) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

3.2.3 Suministro e instalación de conos para barrera de seguridad

Descripción:

Como complementación de seguridad vial y señalética se dispondrá de conos para la delimitación del tránsito en la zona de trabajo.

Materiales mínimos:

- Conos H=0.8m

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Ayudante
- Técnico en seguridad laboral
- Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por unidad (u) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

4 Operaciones y mantenimiento

4.1 Operaciones

4.1.1 Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos

Descripción:

Esta especificación consiste en perfilado y refino de taludes de desmonte, de hasta 3 m de altura, en roca, con medios mecánicos.

Procedimiento:

El procedimiento comprende

- Reparación de la zona de trabajo.
- Situación de los puntos topográficos.
- Ejecución del perfilado y del refino.

Materiales mínimos:

- No aplica

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Oficial 1ª construcción de obra civil.

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por metro lineal (m) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Retrocargadora sobre neumáticos, de 74 kW, con martillo rompedor.
- Herramientas menores

4.2 Mantenimiento

4.2.1 Mantenimiento preventivo de uniones de puente y estructura

Descripción:

Este rubro involucra reparaciones pequeñas o medianas de manera oportuna para que eviten reparaciones completas en el puente. Se considera 2 tipos de mantenimientos:

- Mantenimiento en intervalos especificados: comprende servicios sistemáticos grupales en una base programada, por ejemplo: Limpieza de instalaciones de drenaje.
- Mantenimientos necesarios: Comprende actividades cuando sea necesario prever de trabajos de reparación para prevenir deterioración extensa, por ejemplo: Sellado de tableros de concreto.

Materiales mínimos:

- Punte de unión de dos componentes a base de resina epoxi, para mejorar la adherencia entre hormigón o mortero fresco y hormigón o mortero endurecido, y como imprimación de barrera para protección de armaduras.

Mano de obra:

El personal requerido para este trabajo estará constituido por las siguientes categorías:

- Peón especializado construcción.

Medición y pago:

La medición y forma de pago de este rubro se realizará por unidad (u) previa aprobación de fiscalización.

Equipo requerido: Para efectos de ejecución de este rubro se requerirá de:

- Herramientas menores

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

1.1.1

Unidad:

u

Detalle:

Suministro de materiales para conectores de corte

Rendimiento:

1 u/hora

1 hora/u

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
18723 Conector de corte tipo STUP	u	1.00	\$ 1.600.00	\$ 1.600.00
			\$	-
			\$	-
			\$	-
			\$	-
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 1.600.00

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
			\$ -	1.00	\$ -
			\$ -	1.00	\$ -
			\$ -	1.00	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ -

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
					\$ -
					\$ -
					\$ -
			Herramientas	5%	\$ -
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ -

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*B
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	1.600.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	320.00
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	1.920.00
VALOR OFERTADO	\$	1.920.00

**VALOR

UN MIL NOVECIENTOS VEINTE 0/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.1.1

Unidad:

m²

Detalle:

Desbroce y Limpieza

Rendimiento:

3.57 Unidades/hora

0.280112045 horas/unid

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornl/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.29	\$ 13.71	\$ 3.98	0.28	1.11
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					1.11

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas				5%	\$ 0.06
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.06

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	1.17
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	0.23
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	1.40
VALOR OFERTADO	\$	1.40

**VALOR

UN 4037/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.1.2

Unidad:

m²

Detalle:

Replanteo y nivelacion con equipo topográfico

Rendimiento:

3.57 m²/hora

0.280 hora/m²

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
18138 Tiras 2.5x2.5x250	u	0.20	\$ 0.38	\$ 0.08
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 0.08

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornl/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15851 Cadenero (ESTRUC. OCUP. D2)	0.24	\$ 13.82	\$ 3.32	0.28	\$ 0.93
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.01	\$ 15.32	\$ 0.15	0.28	\$ 0.04
15870 Topografo (ESTRUC. OCUP. C1)	0.08	\$ 15.32	\$ 1.23	0.28	\$ 0.34
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 1.32

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18616 Equipo de topografía	0.08	\$ 13.39	\$ 1.07	0.28	\$ 0.30
			Herramientas	5%	\$ 0.07
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.37

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$	1.76
20% \$	0.35
0% \$	-
\$	2.11
\$	2.11

**VALOR

DOS 1084/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.2.1

Unidad:

m

Detalle:

Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 6m

Rendimiento:

3.45 m/hora

0.29 hora/m

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
16605 Cemento tipo I(50kg)	u	0.14	\$ 7.80	1.09
17102 Resina Resintex 50	gal	0.13	\$ 14.07	1.83
18083 Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	0.89	\$ 0.81	0.72
18116 Varios	glb	3.00	\$ 1.00	3.00
18547 Oxigeno cilindro 6m3	u	0.25	\$ 60.00	15.00
12468 Diesel	litro	5.76	\$ 0.27	1.56
18853 Barreno de perforacion 1 1/2" x 3m	u	0.01	\$ 217.00	2.17
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 25.37

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	\$ 13.21	\$ 26.43	0.29	7.66
15871 Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1 G1)	2.20	\$ 14.80	\$ 32.56	0.29	9.44
15872 Inspector de obra (ESTRUC. OCUP. B3)	0.04	\$ 14.84	\$ 0.59	0.29	0.17
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					17.27

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18184 Equipo de solda autógena	1	\$ 10.00	\$ 10.00	0.29	2.90
18724 Martillo neumático con compresor	1	\$ 80.00	\$ 80.00	0.29	23.19
18899 Equipo de inyección (cemento)	1	\$ 90.00	\$ 90.00	0.29	26.09
18752 Perforadora de roca mecánica 0,5 - 0,7 Mpa	1	\$ 60.00	\$ 60.00	0.29	17.39
18654 Mezcladora de lechada manual (2sacos)	1	\$ 1.60	\$ 1.60	0.29	0.46
				Herramientas	5% \$ 0.86
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 44.81

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$	87.44
20% \$	17.49
0% \$	-
\$	104.93
\$	104.93

**VALOR

CIENTO CUATRO 9313/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.2.2

Unidad:

m³

Detalle:

Muro de contención de hormigón armado altura menor a 3m

Rendimiento:

0.2 m³/hora5 hora/m³

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
12843 Separador homologado para muros.	U	8.00	\$ 0.07	\$ 0.56
12834 Acero en barras corrugadas, Grado 60 (fy=4200 kg/cm ²), de varios diámetros, según NTE-INEN-2167 y ASTM A 706.	kg	22.44	\$ 1.40	\$ 31.42
12675 Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	kg	0.29	\$ 1.77	\$ 0.51
17739 Tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor, con extremo abocardado.	m	0.05	\$ 4.63	\$ 0.23
16352 Agua.	m ³	0.25	\$ 1.77	\$ 0.45
19272 Arena cribada.	m ³	0.55	\$ 7.84	\$ 4.30
12823 Agregado grueso homogeneizado, de tamaño máximo 12,5 mm.	m ³	0.27	\$ 13.07	\$ 3.49
1735 Cemento gris en sacos.	kg	483.84	\$ 0.17	\$ 82.25
18341 Aditivo plastificante para la reducción del agua de amasado del hormigón.	l	2.42	\$ 2.64	\$ 6.39

SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)

\$ 129.58

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
16263 Fierro.	0.27	\$ 1.71	\$ 0.45	5.00	\$ 2.27
17263 Ayudante fierro.	0.34	\$ 1.10	\$ 0.37	5.00	\$ 1.85
12445 Ayudante de albañil de obra civil.	1.17	\$ 1.06	\$ 1.24	5.00	\$ 6.19
18321 Albañil de obra civil.	1.23	\$ 1.65	\$ 2.02	5.00	\$ 10.11
19832 Maestro de estructura mayor, en el proceso de hormigonado.	0.06	\$ 1.71	\$ 0.09	5.00	\$ 0.47
19833 Ayudante estructurista, en el proceso de hormigonado.	0.33	\$ 1.10	\$ 0.36	5.00	\$ 1.80

SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)

\$ 22.70

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18184 Concretera	0.63	\$ 0.39	\$ 0.25	5.00	\$ 1.23
Herramientas				5%	\$ 1.14

SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)

\$ 2.37

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -

SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)

\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

\$ 154.65

INDIRECTOS Y UTILIDADES

20% \$ 30.93

OTROS INDIRECTOS

0% \$ -

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

\$ 185.59

VALOR OFERTADO

\$ 185.59

**VALOR

CIENTO OCHENTA Y CINCO 5854/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante: Canales Ney, Fienco Elias

Obra: Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 2.2.3 Unidad: m²
 Detalle: Sistema de encofrado para muro de contención de hormigón.
 Rendimiento: 0.5 m²/hora 2 hora/m²

1. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b	
17432 Paneles metálicos modulares, para encofrar muros de hormigón de hasta 3 m de altura.	m ²	0.007	\$ 234.97	\$	1.64
21743 Estructura soporte de sistema de encofrado vertical, para muros de hormigón a dos caras, de hasta 3 m de altura, formada por tornapuntas metálicos para estabilización y aplomado de la superficie encofrante.	u	0.007	\$ 323.08	\$	2.26
23245 Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	l	0.030	\$ 2.12	\$	0.06
23145 Tubo de PVC liso, de varios diámetros.	m	0.020	\$ 8.96	\$	0.18
18432 Pasamuros de PVC para paso de los tensores del encofrado, de varios diámetros y longitudes.	u	0.400	\$ 1.09	\$	0.44
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$	4.59

2. MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad A	Jornl/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R		
12465 Encofrador.	0.307	\$ 8.88	\$ 2.73	2.00	\$	\$	5.45
12466 Ayudante encofrador.	0.335	\$ 5.69	\$ 1.91	2.00	\$	\$	3.81
		\$	-	2.00	\$	\$	-
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$		9.26

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS							
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R		
Herramientas				5%	\$	\$	0.46
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$		0.46

4. TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b	
				\$	-
				\$	-
				\$	-
				\$	-
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$	-

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	14.31
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	2.86
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	17.18
VALOR OFERTADO	\$	17.18

**VALOR DIECISIETE 1756/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.2.4

Unidad:

m³

Detalle:

Excavación en roca con equipo liviano (compresor)

Rendimiento:

1.25 m³/hora

0.8 hora/m³

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo total
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
5837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	3.20	4.79 \$	15.32	0.80	12.26
15839 Operador de equipo liviano (ESTRUC. OCUP. D2)	0.80	4.84 \$	3.87	0.80	3.10
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.08	5.36 \$	0.43	0.80	0.34
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					15.70

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18724 Martillo neumático con compresor	0.8 \$	25.00 \$	20.00	0.8 \$	16.00
			Herramientas	5% \$	0.78
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					16.78

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					-

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	32.48
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	6.50
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	38.98
VALOR OFERTADO	\$	38.98

**VALOR

TREINTA Y OCHO 976/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.2.5

Unidad:

m²

Detalle:

Entibado en cimentaciones profundidad hasta 3m

Rendimiento:

3.03 m²/hora

0.33 hora/m²

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
14452 Clavos	kg	0.25	\$ 1.03	\$ 0.26
17324 Alfaja 7 x 7 x 250	u	0.33	\$ 3.00	\$ 0.99
12843 Pingo	m	1.50	\$ 1.10	\$ 1.65
19843 Tablero contrachapado para encofrado 4x8	u	0.10	\$ 16.00	\$ 1.60
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 4.50

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
5837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.33	\$ 11.61	\$ 3.83	0.33	\$ 1.26
5831 Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	0.33	\$ 11.73	\$ 3.87	0.33	\$ 1.28
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 2.54

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas		5%	\$		\$ 0.13
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.13

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*B	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	7.17
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	1.43
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	8.60
VALOR OFERTADO	\$	8.60

**VALOR

OCHO 5987/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.2.6

Unidad:

m³

Detalle:

Relleno compactado con material del sitio

Rendimiento:

25 m³/hora

0.04 hora/m³

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo total
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornl/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1	\$ 2.64	\$ 2.64	0.04	0.11
15854 Chofer: Tanqueros (Estr. Oc. C1)	1	\$ 5.33	\$ 5.33	0.04	0.21
15845 OP. Rodillo autopropulsado (estr. ocp C2)	1	\$ 3.89	\$ 3.89	0.04	0.16
158456 OP. Motoniveladora (estr. ocp C1)	1	\$ 4.07	\$ 4.07	0.04	0.16
15847 OP. Retroexcavadora (estr. ocp C1)	1	\$ 4.07	\$ 4.07	0.04	0.16
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.25	\$ 4.20	\$ 1.05	0.04	0.04
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					0.84

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15879 Motoniveladora	1	\$ 56.00	\$ 56.00	0.04	2.24
15882 Rodillo vibratorio doble tambor	1	\$ 30.00	\$ 30.00	0.04	1.20
15883 Volqueta 8m3	1	\$ 30.00	\$ 30.00	0.04	1.20
18268 Retroexcavadora 75 HP	1	\$ 35.00	\$ 35.00	0.04	1.40
			Herramientas	5%	0.04
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					6.08

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
SUBTOTAL DE TRASNPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTALDEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$	6.92
20% \$	1.38
0% \$	-
\$	8.31
\$	8.31

**VALOR

OCHO 3089/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.2.7

Unidad:

m³

Detalle:

Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 (I)

Rendimiento:

1 m³/hora

1 hora/m³

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
15914 Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	6.18	\$ 7.68	\$ 47.46
18054 Arena	m ³	0.65	\$ 13.50	\$ 8.78
18055 Ripio	m ³	0.95	\$ 18.00	\$ 17.10
18056 Agua	m ³	0.24	\$ 0.85	\$ 0.20
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 73.54

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	9.00	\$ 3.83	\$ 34.47	1.00	\$ 34.47
15838 Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	\$ 3.87	\$ 7.74	1.00	\$ 7.74
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	2.00	\$ 4.04			
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 42.21

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18057 Concretera 1 saco	1	\$ 4.48	\$ 4.48	1	\$ 4.48
15324 Vibrador	1	\$ 3.13	\$ 3.13	1	\$ 3.13
			Herramientas	5%	\$ 2.11
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 9.72

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	125.47
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	25.09
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	150.57
VALOR OFERTADO	\$	150.57

**VALOR

CIENTO CINCUENTA 5663/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.1

Unidad:

m³

Detalle:

Excavacion y desalojo a máquina

Rendimiento:

20 m³/hora

0.05 hora/m³

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo total
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
5837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.05	0.1915
15865 Operador (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.05	0.1935
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	85.80	85.8	0.05	4.29
1					4.29

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15883 Volqueta 8m3	0.2	\$ 30.00	\$ 6.00	0.05	\$ 0.30
18268 Retroexcavadora	0.03	\$ 25.00	\$ 0.75	0.05	\$ 0.04
				Herramientas	5% \$ 0.21
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.55

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	4.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	0.97
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	5.81
VALOR OFERTADO	\$	5.81

**VALOR

CINCO 8104/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.2

Unidad:

m³

Detalle:

Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 (II)

Rendimiento:

1 m³/hora

1 hora/m³

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
15914 Arena	m ³	0.65	\$ 10.00	\$ 6.50
18054 Cemento tipo I (50kg)	u	6.00	\$ 7.80	\$ 46.80
18055 Ripio	m ³	0.95	\$ 15.00	\$ 14.25
18056 Agua	m ³	0.24	\$ 2.00	\$ 0.48
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 68.03

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	\$ 3.83	\$ 3.83	1.00	\$ 3.83
15838 Albañil (ESTRUC. OCUP. D2)	8.00	\$ 3.87	\$ 30.96	1.00	\$ 30.96
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	2.00	\$ 4.04	\$ 8.08	1.00	\$ 8.08
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 42.87

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18057 Concretera 1 saco	1	\$ 4.48	\$ 4.48	1	\$ 4.48
15324 Vibrador	1	\$ 3.13	\$ 3.13	1	\$ 3.13
			Herramientas	5%	\$ 2.14
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 9.75

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$	120.65
20% \$	24.13
0% \$	-
\$	144.78
\$	144.78

**VALOR

CIENTO CUARENTA Y CUATRO 7842/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.3

Unidad:

m³

Detalle:

Relleno compactado con material de préstamo importado

Rendimiento:

20.000 m³/hora0.05 hora/m³

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
17626 Material de relleno importado	m ³	1.20	\$ 7.00	\$ 8.40
18342 Agua	m ³	0.10	\$ 2.00	\$ 0.20

SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)

\$ 8.60

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.25	\$ 4.04	\$ 1.01	0.05	\$ 0.05
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	\$ 3.60	\$ 7.20	0.05	\$ 0.36
15854 Chofer: Tanqueros (Estr. Oc. C1)	1.00	\$ 3.84	\$ 3.84	0.05	\$ 0.19
15246 Chofer volqueta	1.00	\$ 3.84	\$ 3.84	0.05	\$ 0.19
15845 OP. Rodillo autopropulsado (estr. ocp C2)	1.00	\$ 3.85	\$ 3.85	0.05	\$ 0.19
15847 OP. Retroexcavadora (estr. ocp C1)	1.00	\$ 4.04	\$ 4.04	0.05	\$ 0.20

SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)

\$ 1.19

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15879 Motoniveladora	1	\$ 56.00	\$ 56.00	0.05	\$ 2.80
15882 Rodillo vibratorio doble tambor	1	\$ 30.00	\$ 30.00	0.05	\$ 1.50
15883 Volqueta 8m3	1	\$ 30.00	\$ 30.00	0.05	\$ 1.50
18268 Retroexcavadora 75 HP	1	\$ 35.00	\$ 35.00	0.05	\$ 1.75
19835 Tanquero	1	\$ 20.00	\$ 20.00	0.05	\$ 1.00
Herramientas				5%	\$ 0.06

SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)

\$ 8.61

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -

SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)

\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

\$ 18.40

OTROS INDIRECTOS

20% \$ 3.68

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

0% \$ -

VALOR OFERTADO

\$ 22.08

**VALOR

VEINTIDOS 781/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.4

Unidad:

kg

Detalle:

Suministro e instalación de acero de refuerzo estructural Fy=4200kg/cm

Rendimiento:

34.84 kg/hora

0.0287 hora/kg

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
13421 Acero de refuerzo estructural Fy=4200kg/cm²	kg	1.05	\$ 1.08	\$ 1.13
34542 Alambre de amarre	lb	0.11	\$ 0.90	\$ 0.10
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 1.23

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
16272 Maestro de obra	0.25	\$ 4.04	\$ 1.01	0.0287	\$ 0.03
16273 Peón	4.00	\$ 3.60	\$ 14.40	0.0287	\$ 0.41
16274 Fierro	2.00	\$ 3.65	\$ 7.30	0.0287	\$ 0.21
16275 Ayudante de fierro	2.00	\$ 3.60	\$ 7.20	0.0287	\$ 0.21
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 0.86

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
34621 Cortadora doblador de hierro	1	\$ 2.13	\$ 2.13	0.0287	\$ 0.06
Herramientas					\$ 0.04
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.10

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$	-
\$	-
\$	2.20
20% \$	0.44
0% \$	-
\$	2.63
\$	2.63

**VALOR

DOS 6346/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.5

Unidad:

m

Detalle:

Anclaje con varilla d=150mm inyectada Ø25mm a 8m

Rendimiento:

3.45 m/hora

0.289855072 hora/m

1. MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B			
16605 Cemento tipo I(50kg)	u	0.14	\$ 7.80	1.09			
17102 Resina Resintex 50	gal	0.13	\$ 14.07	1.83			
18083 Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	0.89	\$ 0.81	0.72			
18116 Varios	glb	3.00	\$ 1.00	3.00			
18547 Oxigeno cilindro 6m3	u	0.25	\$ 60.00	15.00			
12468 Diesel	litro	5.76	\$ 0.27	1.56			
18853 Barreno de perforacion 1 1/2" x 3m	u	0.01	\$ 217.00	2.17			
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$	25.37		

2. MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R		
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	\$ 13.21	\$ 26.43	0.29	7.66		
15871 Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1 G1)	2.20	\$ 14.80	\$ 32.56	0.29	9.44		
15872 Inspector de obra (ESTRUC. OCUP. B3)	0.04	\$ 14.84	\$ 0.59	0.29	0.17		
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)						\$	17.27

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS							
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R		
18184 Equipo de suelda autógena	1	\$ 20.00	\$ 20.00	0.29	5.80		
18724 Martillo neumático con compresor	1	\$ 80.00	\$ 80.00	0.29	23.19		
18899 Equipo de inyección (cemento)	1	\$ 100.00	\$ 100.00	0.29	28.99		
18752 Perforadora de roca mecanica U,5 - Ø 7 Mna	1	\$ 80.00	\$ 80.00	0.29	23.19		
18654 Mezcladora de lechada manual (2sacos)	1	\$ 1.60	\$ 1.60	0.29	0.46		
				Herramientas	5%	\$	0.86
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)						\$	53.50

4. TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*B			
				\$	-		
				\$	-		
				\$	-		
				\$	-		
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$	-		

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	96.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	19.23
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	115.37
VALOR OFERTADO	\$	115.37

**VALOR CIENTO QUINCE 3661/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.6

Unidad:

m

Detalle:

Suministro e instalación de tubería PVC 110mm (drenaje)

Rendimiento:

2 m/hora

0.5 hora/m

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
18733 Polilimpia	gln	0.01	\$ 25.29	\$ 0.25
18734 Polipega	gln	0.01	\$ 43.43	\$ 0.43
18735 Tubo PVC 110mm	m	1.00	\$ 2.49	\$ 2.49
18736 Accesorios PVC 110mm	u	0.05	\$ 2.50	\$ 0.13

SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)

\$ 3.30

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18327 Ayudante de plomero	1.00	\$ 7.20	\$ 7.20	0.50	\$ 3.60
18326 Plomero	1.00	\$ 7.30	\$ 7.30	0.50	\$ 3.65
		\$	\$ -	0.50	\$ -

SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)

\$ 7.25

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas		5%		\$	\$ 0.36

SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)

\$ 0.36

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
Transporte de materiales	m	0.2	\$ 0.35	\$ 0.07
			\$	\$ -
			\$	\$ -
			\$	\$ -

SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)

\$ 0.07

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

\$ 10.98

INDIRECTOS Y UTILIDADES

20% \$ 2.20

OTROS INDIRECTOS

0% \$ -

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

\$ 13.18

VALOR OFERTADO

\$ 13.18

**VALOR

TRECE 1816/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.7

Unidad:

m²

Detalle:

Carpeta asfáltica 7.5 cm

Rendimiento:

300 m²/hora

0.0033 hora/m²

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
19499 Fino cribado	m ²	0.10	\$ 13.50	\$ 1.35
19500 Material granular	m ²	0.10	\$ 13.50	\$ 1.35
19501 Diesel	gal	2.94	\$ 1.03	\$ 3.03
19502 Asfalto AP-3 RC-350	kg	10.92	\$ 0.38	\$ 4.15
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 9.88

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	0.15	\$ 3.83	\$ 0.57	0.0033	\$ 0.00
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.30	\$ 4.29	\$ 1.29	0.0033	\$ 0.00
15871 Operadores Equipo Pesado (ESTRUC. OCUP. C1 G1)	0.30	\$ 4.29	\$ 1.29	0.0033	\$ 0.00
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					0.01

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15876 Cargadora Frontal	1	\$ 35.20	\$ 35.20	0.0033	\$ 0.12
15881 Rodillo compactador	1	\$ 30.00	\$ 30.00	0.0033	\$ 0.10
15882 Rodillo vibratorio doble tambor	1	\$ 30.00	\$ 30.00	0.0033	\$ 0.10
15886 Planta de asfalto	1	\$ 88.00	\$ 88.00	0.0033	\$ 0.29
18997 Distribuidor de asfalto	1	\$ 70.00	\$ 70.00	0.0033	\$ 0.23
18899 Equipo de inyección (cemento)	1	\$ 52.80	\$ 52.80	0.0033	\$ 0.17
				Herramientas 5%	\$ 0.00
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					1.01

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	10.90
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	2.18
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	13.08
VALOR OFERTADO	\$	13.08

**VALOR

TRECE 782/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.8

Unidad:

m²

Detalle:

Demolición de estructura

Rendimiento:

2 m²/hora

0.5 hora/m²

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
19283 Combustible	l	3.00	\$ 1.85	\$ 5.55
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 5.55

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	16.00	\$ 7.16	\$ 114.56	0.50	\$ 57.28
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	4.00	\$ 8.30	\$ 33.20	0.50	\$ 16.60
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 73.88

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18184 Rotomartillo	0.25	\$ 1.15	\$ 0.29	0.5	\$ 0.14
18724 Generador	0.25	\$ 0.36	\$ 0.09	0.5	\$ 0.05
			Herramientas	5%	\$ 3.69
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 3.88

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
Transporte de combustible	l	0.02	\$ 3.25	\$ 0.07
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ 0.07

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	83.38
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	16.68
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	100.05
VALOR OFERTADO	\$	100.05

**VALOR

C1EN 533/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.9

Unidad:

m

Detalle:

Baranda de acero galvanizado tubo redondo 2 1/2"

Rendimiento:
1. MATERIALES

0.24 m/hora

4.1667 hora/m

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
18234 Cuadradillo de perfil macizo de acero laminado en caliente de 12x12 mm, montado en taller con tratamiento anticorrosión según ISO 1461 e imprimación SHOP-PRIMER a base de resina polivinil-butiral con un espesor medio de recubrimiento de 20 micras.	m	2.05	\$ 7.31	\$ 14.99
18235 Tubo circular de perfil hueco de acero laminado en frío de diámetro 60 mm, montado en taller con tratamiento anticorrosión según ISO 1461 e imprimación SHOP-PRIMER a base de resina polivinil-butiral con un espesor medio de recubrimiento de 20 micras.	m	1.35	\$ 8.22	\$ 11.10
18236 Anclaje mecánico con taco de expansión de acero galvanizado, tuerca y arandela.	u	1.20	\$ 1.90	\$ 2.28
18237 Imprimación SHOP-PRIMER a base de resinas pigmentadas con óxido de hierro rojo, cromato de zinc y fosfato de zinc.	kg	0.16	\$ 13.86	\$ 2.22

SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)

\$ 30.58

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
16253 Cerrajero.	0.60	\$ 2.00	\$ 1.20	4.17	\$ 5.03
16254 Ayudante cerrajero.	0.38	\$ 1.27	\$ 0.48	4.17	\$ 2.01
		\$ -	\$ -	4.17	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 7.04

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0.1	\$ 0.86	\$ 0.09	4.1667	\$ 0.36
Herramientas				5%	\$ 0.35
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.71

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

\$ 38.33

INDIRECTOS Y UTILIDADES

20% \$ 7.67

OTROS INDIRECTOS

0% \$ -

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

\$ 45.99

VALOR OFERTADO

\$ 45.99

**VALOR

CUARENTA Y CINCO 994/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.10

Unidad:

u

Detalle:

Instalación de conectores de corte

Rendimiento:

9.00 u/hora

0.1111 hora/u

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
				\$ -
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.25	\$ 4.04	\$ 1.01	0.11	\$ 0.11
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	\$ 3.60	\$ 3.60	0.11	\$ 0.40
15472 Soldador	2.00	\$ 4.04	\$ 8.08	0.11	\$ 0.90
15473 Ayudante de soldador	2.00	\$ 3.70	\$ 7.40	0.11	\$ 0.82
15474 Inspector de soldadura	1.00	\$ 25.00	\$ 25.00	0.11	\$ 2.78
		\$ -	\$ -	0.11	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 5.01

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
19323 Equipo y elementos auxiliares para soldar	2	\$ 255.00	\$ 510.00	0.1111	\$ 56.66
			Herramientas	5%	\$ 0.25
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 56.91

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
Transporte de materiales y equipos	glb	1	40	\$ 40.00
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ 40.00

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)
INDIRECTOS Y UTILIDADES
OTROS INDIRECTOS
COSTOS TOTAL DEL RUBRO
VALOR OFERTADO

\$ 101.92
 20% \$ 20.38
 0% \$ -
 \$ 122.31
 \$ 122.31

**VALOR

CIENTO VEINTIDOS 3052/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.11

Unidad:

m²

Detalle:

Imprimación de capa de rodadura

Rendimiento:

285.71 m²/hora

0.0035 hora/m²

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
1764 Asfalto	lt	0.85	\$ 0.30	\$ 0.26
12653 Diesel	lt	0.21	\$ 0.30	\$ 0.06
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 0.32

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15434 Operador de distribuidor asfáltico	1.00	\$ 3.85	\$ 3.85	0.00	\$ 0.01
15435 Operados de barredor autopropulsada	1.00	\$ 3.85	\$ 3.85	0.00	\$ 0.01
15436 Peón	2.00	\$ 3.60	\$ 7.20	0.00	\$ 0.03
				\$ -	\$ -
				\$ -	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)				\$ -	\$ 0.05

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Distribuidor de asfalto	1	\$ 28.01	\$ 28.01	0.0035	\$ 0.10
Escoba autopropulsada	1	\$ 17.73	\$ 17.73	0.0035	\$ 0.06
				Herramientas 5%	\$ 0.00
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)				\$ -	\$ 0.16

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
Asfalto	lt	0.85	\$ 0.079	\$ 0.07
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ 0.07

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	0.60
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	0.12
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	0.72
VALOR OFERTADO	\$	0.72

**VALOR

CERO 72/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.3.12

Unidad:

m³

Detalle:

Hormigón f'c=280kg/cm² para estructuras. Incluye encofrado y apuntalamiento.

Rendimiento:
1. MATERIALES

4.00 m³/hora

0.25 hora/m³

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	m ²	0.19	53.58 \$	10.29
Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	m ²	0.03	120.13 \$	3.84
Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	u	0.11	22.67 \$	2.52
Madera de pino.	m ³	0.01	418.69 \$	4.19
Puntas de acero de 20x100 mm.	kg	0.18	10.30 \$	1.80
Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	lt	0.13	2.13 \$	0.27
Separador homologado para vigas.	u	4.00	0.10 \$	0.40
Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	kg	1.65	1.77 \$	2.92
Hormigón f'c=280 kg/cm ² (28 MPa), clase de exposición F0 S1 P0 C1, tamaño máximo del agregado 25 mm, consistencia blanda, premezclado en planta, según NEC-11 y ACI 318.	m ³	1.05	120.77 \$	126.81
			\$	-
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)			\$	126.81

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Encofrador	2.33	4.93 \$	11.49	0.25 \$	2.87
Ayudante encofrador.	2.33	4.15 \$	9.67	0.25 \$	2.42
Fierrero	1.61	4.83 \$	7.78	0.25 \$	1.94
Ayudante fierrero.	1.25	4.15 \$	5.19	0.25 \$	1.30
Maestro de estructura mayor, en el proceso de hormigonado.	0.10	4.75 \$	0.48	0.25 \$	0.12
Ayudante estructurista, en el proceso de hormigonado.	0.38	4.13 \$	1.57	0.25 \$	0.39
				\$	-
				\$	-
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)				\$	9.04

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Vibrador compactador	1	4.25 \$	4.25	0.25 \$	1.06
Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón	0.15	198.19 \$	29.73	0.25 \$	7.43
			Herramientas	5% \$	0.45
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)				\$	8.95

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
Transporte de hormigón	m ³	1.05	0.5 \$	0.53
			\$	-
			\$	-
			\$	-
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)			\$	0.53

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	145.32
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	29.06
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	174.39
VALOR OFERTADO	\$	174.39

**VALOR

CIENTO SETENTA Y CUATRO 3856/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante: Canales Ney, Fienco Elias

Obra: Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 2.4.1 Unidad: m³

Detalle: Excavación utilizando voldadura con microretardo

Rendimiento: 0.7 m³/hora 1.4286 hora/m³

1. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B		Costo total C=A*b
34431 Goma-2 ECO, incluso p/p de detonador, cordón detonante y otros accesorios de voldadura	kg	0.30	\$ 5.92	\$	1.78
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)					\$ 1.78

2. MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
12394 Oficial 1º artillero	1.00	\$ 19.93	\$ 19.93	1.43	\$ 28.47
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 28.47

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
43245 Vagón perforador hidráulico sobre cadenas, con martillo en fondo y diámetro de perforación de 150 mm.	1	\$ 131.75	\$ 131.75	1.4286	\$ 188.22
35322 Pala cargadora sobre cadenas, de 96 kW/1,8 m ³ , equipada con escarificadora.	1	\$ 54.36	\$ 54.36	1.4286	\$ 77.66
			Herramientas	5%	\$ 1.42
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 267.30

4. TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B		Costo total C=A*b
Tranporte de material explosivo	kg	0.3	\$ 5	\$	1.50
				\$	-
				\$	-
				\$	-
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					\$ 1.50

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	299.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	59.81
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	358.86
VALOR OFERTADO	\$	358.86

**VALOR TRESIENTOS CINCUENTA Y OCHO 858/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.4.2

Unidad:

m²

Detalle:

Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos

Rendimiento:

32.25806452 m²/hora

0.031 hora/m²

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo total
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
13563 Oficial 1ª construcción de obra civil.	1.00	\$ 19.93	\$ 19.93	0.01	\$ 0.14
			\$ -	0.03	\$ -
			\$ -	0.03	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 0.14

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
16593 Retrocargadora sobre neumáticos, de 74 kW, con martillo rompedor.	1	\$ 70.75	\$ 70.75	0.031	\$ 2.19
			Herramientas	5%	\$ 0.01
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 2.20

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	2.34
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	0.47
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	2.81
VALOR OFERTADO	\$	2.81

**VALOR

DOS 8077/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante: Canales Ney, Fienco Elias

Obra: Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 3.1 Unidad: u

Detalle: Bateria sanitaria Obreros de 11 hasta 20 personas

Rendimiento: 0.2 Unidades/hora 5 horas/unid

1. MATERIALES							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo		Costo total	
22206	Cabaña SENCILLA sanitaria RENTECO	mes	2.00	\$	134.40	\$	268.80
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)						\$	268.80

2. MANO DE OBRA							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo		Costo total	
5837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	2.00	\$	3.83	\$	7.66
15868	Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	Hora	2.00	\$	4.29	\$	8.58
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)						\$	16.24

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo		Costo total	
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)						\$	-

4. TRANSPORTE							
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo		Costo total	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)						\$	-

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	285.04
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	57.01
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	342.05
VALOR OFERTADO	\$	342.05

**VALOR TRESIENTOS CUARENTA Y DOS 48/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

3.2

Unidad:

u

Detalle:

Letrero de obra

Rendimiento:

2 Unidades/hora

0.5 horas/unid

1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad		Precio productivo		Costo total
21045	Letrero de obra	u	1.00	\$	45.00	\$	45.00
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)							\$ 45.00

2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad		Precio productivo		Costo total
5850	Ayudante de perforador (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	1.00	\$	3.87	\$	3.87
15868	Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	Hora	1.00	\$	4.29	\$	4.29
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)							\$ 8.16

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad		Precio productivo		Costo total
	Herramientas				5.00%	\$	0.65
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)							\$ 0.65

4. TRANSPORTE

	Descripción	Unidad	Cantidad		Precio productivo		Costo total
						\$	-
						\$	-
						\$	-
						\$	-
						\$	-
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)							\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

\$ 53.81

INDIRECTOS Y UTILIDADES

20% \$ 10.76

OTROS INDIRECTOS

0% \$ -

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

\$ 64.57

VALOR OFERTADO

\$ 64.57

**VALOR

SESENTA Y CUATRO 572/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

3.3

Unidad:

u

Detalle:

Instalación provisional de agua

Rendimiento:

0.5 Unidades/hora

2 horas/unid

1. MATERIALES

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo		Costo total
17431	Llave de manguera. Manija "T". 1/2"	u	1.00	\$	9.55	\$ 9.55
18420	Manguera flex PE 1/2" Plastidor	m	20.00	\$	0.40	\$ 8.00
22067	Montura & Accesorios para acometida de agua	u	1.00	\$	30.00	\$ 30.00
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)						\$ 47.55

2. MANO DE OBRA

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo		Costo total
15837	Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	Hora	0.75	\$	3.83	\$ 2.87
15847	Plomero (ESTRUC. OCUP. D2)	Hora	0.75	\$	3.87	\$ 2.90
15868	Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	Hora	0.75	\$	4.29	\$ 3.22
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)						\$ 8.99

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo		Costo total
				Herramientas	5.00%	\$ 0.65
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)						\$ 0.65

4. TRANSPORTE

	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio productivo		Costo total
						\$ -
						\$ -
						\$ -
						\$ -
						\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)						\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

\$ 57.19

INDIRECTOS Y UTILIDADES

20% \$ 11.44

OTROS INDIRECTOS

0% \$ -

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

\$ 68.63

VALOR OFERTADO

\$ 68.63

**VALOR

SESENTA Y OCHO 628/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

3.4

Unidad:

d

Detalle:

Bombeo Ø3" en horario nocturno

Rendimiento:

0.125 d/hora

8 hora/d

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
13464 Combustible	gal	1.50 \$	1.85 \$	2.78
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 2.78

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
17532 Operador de equipo liviano	3.60 \$	0.15 \$	0.54	8.00 \$	4.34
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 4.34

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
14423 Bomba Ø3"	0.5 \$	1.63 \$	0.81	8 \$	6.52
Generador eléctrico mediano para alumbrado y otros	8 \$	0.55 \$	4.38	8 \$	35.04
Torre de iluminación	0.2	5/8 \$	0.13	8 \$	1.00
			Herramientas	5% \$	0.22
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 42.77

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
Transporte de combustible	gal	4	0.03 \$	0.11
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ 0.11

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$	50.00
20% \$	10.00
0% \$	-
\$	60.00
\$	60.00

**VALOR

SESENTA 16/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

3.5

Unidad:

d

Detalle:

Bombeo Ø3"

Rendimiento:

0.125 d/hora

8 hora/d

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
13464 Combustible	gal	1.50	\$ 1.85	\$ 2.78
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 2.78

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
17532 Operador de equipo liviano	3.60	\$ 0.15	\$ 0.54	8.00	\$ 4.34
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 4.34

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
14423 Bomba Ø3"	0.5	\$ 1.63	\$ 0.81	8	\$ 6.52
			Herramientas	5%	\$ 0.22
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 6.73

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*B
Transporte de combustible	gal	4	\$ 0.03	\$ 0.11
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ 0.11

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$	13.96
20% \$	2.79
0% \$	-
\$	16.75
\$	16.75

**VALOR

DIECISEIS 7536/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

4.1.1

Unidad:

u

Detalle:

Charlas de concientización

Rendimiento:

0.14 u/hora

6.981 hora/u

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Chofer camioneta	1.00	\$ 5.29	\$ 5.29	6.98	\$ 36.93
Peón	1.00	\$ 3.60	\$ 3.60	6.98	\$ 25.13

SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)

\$ 62.06

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Equipos de audio y video	1	\$ 1.50	\$ 1.50	6.981	\$ 10.47
Camioneta doblecabina	1	\$ 4.80	\$ 4.80	6.981	\$ 33.51
			Herramientas	5%	\$ 3.10

SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)

\$ 47.08

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)
INDIRECTOS Y UTILIDADES
OTROS INDIRECTOS
COSTOS TOTAL DEL RUBRO
VALOR OFERTADO

\$ 109.14
 20% \$ 21.83
 0% \$ -
 \$ 130.97
 \$ 130.97

**VALOR

CIENTO TREINTA 9733/100 DÓLARES

 FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 4.1.2 Unidad: m³
 Detalle: Control de polvo
 Rendimiento: 5.88 m³/hora 0.17 hora/m³

1. MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b		
18734 Agua	m ³	1.05	\$ 2.00	\$		2.10
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)						\$ 2.10
2. MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R	
17243 Chofer tanquero	1.00	\$ 3.84	\$ 3.84	3.84	0.17	\$ 0.65
17244 Peón	0.50	\$ 3.60	\$ 1.80	1.80	0.17	\$ 0.31
			\$ -	-	0.17	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)						\$ 0.96
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R	
14653 Tanquero	1	\$ 30.00	\$ 30.00	30.00	0.17	\$ 5.10
			Herramientas	5%	\$	0.05
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)						\$ 5.15
4. TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b		
				\$		-
				\$		-
				\$		-
				\$		-
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)						\$ -
COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)				\$		8.21
INDIRECTOS Y UTILIDADES				20%	\$	1.64
OTROS INDIRECTOS				0%	\$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO				\$		9.85
VALOR OFERTADO				\$		9.85

**VALOR NUEVE 8481/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

4.1.3

Unidad:

u

Detalle:

Control de ruido

Rendimiento:

2.00 u/hora

0.5 hora/u

1. MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B			Costo total C=A*b
18734 Agua	m³	1.05	\$ 2.00			2.10
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)						\$ 2.10
2. MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R	
17623 Técnico ambientalista	1.00	\$ 4.15	\$ 4.15	4.15	0.50	2.08
17624 Ayudante técnico	1.00	\$ 3.60	\$ 3.60	3.60	0.50	1.80
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)						\$ 3.88
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R	
16542 Sonómetro digital	1	\$ 30.00	\$ 30.00	0.5	\$ 15.00	
			Herramientas	5%	\$ 0.19	
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)						\$ 15.19
4. TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B			Costo total C=A*b
						\$ -
						\$ -
						\$ -
						\$ -
						\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)						\$ -
COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)						\$ 21.17
INDIRECTOS Y UTILIDADES						20% \$ 4.23
OTROS INDIRECTOS						0% \$ -
COSTOS TOTAL DEL RUBRO						\$ 25.40
VALOR OFERTADO						\$ 25.40

**VALOR

VEINTICINCO 4025/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

4.1.4

Unidad:

u

Detalle:

Señalética temporal de obra

Rendimiento:

1.00 u/hora

1 hora/u

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
18324 Cinta de seguridad	u	1.00	\$ 25.00	\$ 25.00
19241 Conos	u	1.00	\$ 18.00	\$ 18.00
19734 Malla rígida	m	3.00	\$ 0.56	\$ 1.68
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 44.68

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
5837 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.20	\$ 4.04	\$ 0.81	1.00	\$ 0.81
15868 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	\$ 3.60	\$ 7.20	1.00	\$ 7.20
				\$ 1.00	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 8.01

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas		5%	\$		\$ 0.40
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.40

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$ 53.09
 20% \$ 10.62
 0% \$ -
 \$ 63.71
 \$ 63.71

**VALOR

SESENTA Y TRES 7061/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

4.1.5

Unidad:

m²

Detalle:

Instructivos ambientales

Rendimiento:

50.00 m²/hora

0.02 hora/m²

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
16753 Impresiones , hojas	u	20	0.05	1
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 1.00

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornl/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15868 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	\$ 3.60	\$ 3.60	0.02	\$ 0.07
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)				\$ 0.02	\$ -

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas		5%		\$	0.00
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)				\$	0.00

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*B
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	1.08
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	0.22
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	1.29
VALOR OFERTADO	\$	1.29

**VALOR

UN 2907/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

4.1.6

Unidad:

h

Detalle:

Monitoreo y medición de aire Nox, Hora, SO2, CO2

Rendimiento:

1.00 h/hora

1 hora/h

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
16348 Técnico ambiental	1.00	\$ 4.05	\$ 4.05	1.00	\$ 4.05
					\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 4.05

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18391 Estación de monitoreo y medición de aire Nox, Hora, SO2, CO2	1	\$ 54.25	\$ 54.25	1	\$ 54.25
				Herramientas	\$ 0.20
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 54.45

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
Transporte y monitoreo y medición de aire Nox, Hora, SO2, CO2	h	1	\$ 1.25	\$ 1.25
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ 1.25

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$ 59.75
20% \$ 11.95
0% \$ -
\$ 71.70
\$ 71.70

**VALOR

SETENTA Y UN 703/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

4.1.7

Unidad:

m²

Detalle:

Replantación de zona vegetal

Rendimiento:

2.50 m²/hora

0.4 hora/m²

1. MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Rendimiento		Costo total C=A*b	
7472 Césped natural	m ²	1.05	3.64	0.40	\$	0.42	3.822
7473 Arbol endémico no perecible vida mayor a 5años	u	1	15	0.40	\$	0.40	15
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)						\$	15.00
2. MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R		
16348 Técnico ambiental	0.25	\$ 10.38	2.59	0.40	\$	0.40	1.04
15868 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	\$ 9.63	9.63	0.40	\$	0.40	3.85
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)						\$	4.89
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS							
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R		
Herramientas				5%	\$	0.24	0.24
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)						\$	0.24
4. TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Rendimiento		Costo total C=A*b	
Transporte de arboles y plantas	h	0.3	1.25	0.40	\$	0.38	0.38
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)						\$	0.38
COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)						\$	20.51
INDIRECTOS Y UTILIDADES						20%	\$ 4.10
OTROS INDIRECTOS						0%	\$ -
COSTOS TOTAL DEL RUBRO						\$	24.61
VALOR OFERTADO						\$	24.61

**VALOR

VEINTICUATRO 6083/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 4.1.8

Unidad: u

Detalle: Transporte de residuos inertes con contenedor

Rendimiento: 1.00 u/hora

1 hora/u

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornl/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
16348 Técnico ambiental	1.00	\$ 4.05	\$ 4.05	1.00	\$ 4.05
				\$ -	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)				\$ -	\$ 4.05

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
17242 Carga y cambio de contenedor de 7 m ³ , para recogida de residuos inertes de hormigones, morteros y prefabricados, producidos en obras de construcción y/o demolición, colocado en obra a pie de carga, incluso servicio de entrega y alquiler.	1	\$ 101.58	\$ 101.58	1	\$ 101.58
				Herramientas	5% \$ 0.20
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)				\$ -	\$ 101.78

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*B
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	105.83
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	21.17
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	127.00
VALOR OFERTADO	\$	127.00

**VALOR CIENTO VEINTISEIS 999/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

4.2.1

Unidad:

global

Detalle:

Construcción e instalación de letreros, señalización y seguridad vial

Rendimiento:

60.00 global /hora

0.0167 hora/global

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*b
18453 Panel de aluminio reflectivo	ml	1.05	\$ 113.15	\$ 118.81
18455 Cinta reflectiva de seguridad	roll	1.00	\$ 5.40	\$ 5.40
18458 Otros	global	1.00	\$ 3.00	\$ 3.00
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 127.21

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	10.00	\$ 3.64	\$ 36.40	0.02	\$ 0.61
15732 Ayudante	10.00	\$ 3.60	\$ 36.00	0.02	\$ 0.60
18342 Técnico en seguridad laboral	3.00	\$ 4.05	\$ 12.15	0.02	\$ 0.20
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	5.00	\$ 3.85	\$ 19.25	0.02	\$ 0.32
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 1.73

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas				5%	\$ 0.09
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.09

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo total
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)

INDIRECTOS Y UTILIDADES

OTROS INDIRECTOS

COSTOS TOTAL DEL RUBRO

VALOR OFERTADO

\$ 129.03
 20% \$ 25.81
 0% \$ -
 \$ 154.83
 \$ 154.83

**VALOR

CIENTO CINCUENTA Y CUATRO 8332/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.8.2

Unidad:

m

Detalle:

Suministro e instalación de cinta de peligro

Rendimiento:

100.00 m/hora

0.01 hora/m

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
18214 Cinta plastica de peligro	m	1.00	\$ 0.07	\$ 0.07
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 0.07

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15837 Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	\$ 3.64	\$ 7.28	0.01	\$ 0.07
18342 Técnico en seguridad laboral	0.25	\$ 4.05	\$ 1.01	0.01	\$ 0.01
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	\$ 3.85	\$ 0.39	0.01	\$ 0.00
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 0.09

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas				5%	\$ 0.00
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.00

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo total
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	0.16
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	0.03
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	0.19
VALOR OFERTADO	\$	0.19

**VALOR

CERO 1933/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

2.8.3

Unidad:

u

Detalle:

Suministro e instalación de conos para barrera de seguridad

Rendimiento:

10.00 u/hora

0.1 hora/u

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
12374 Conos H=0.8m	Unidad	1.00	\$ 15.20	\$ 15.20
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 15.20

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
15732 Ayudante	2.00	\$ 3.64	\$ 7.28	0.10	\$ 0.73
18342 Técnico en seguridad laboral	0.25	\$ 4.05	\$ 1.01	0.10	\$ 0.10
15868 Maestro de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	\$ 3.85	\$ 0.39	0.10	\$ 0.04
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 0.87

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas				5%	\$ 0.04
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 0.04

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo total
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	16.11
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	3.22
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	19.33
VALOR OFERTADO	\$	19.33

**VALOR

DIECINUEVE 3334/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

4.2.4

Unidad:

global

Detalle:

Plan vial (Incluye plano y memoria técnica de estudio de ruta para desvío de vehículos y señalética)

Rendimiento:

0.01 global/hora

100 hora/global

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
18342 Técnico en seguridad laboral	3.00 \$	4.95 \$	14.85	100.00 \$	1.485.00
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)				\$	1.485.00

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
Herramientas				5% \$	74.25
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)				\$	74.25

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo total
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ -

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	1.559.25
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20% \$	311.85
OTROS INDIRECTOS	0% \$	-
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	1.871.10
VALOR OFERTADO	\$	1.871.10

**VALOR

UN MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y UN 10/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

5.1.1

Unidad:

día

Detalle:

Perfilado y refino de cunetas, con medios mecánicos

Rendimiento:

1.5 día/hora

0.6667 hora/día

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo total
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ -

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jorn/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
13563 Oficial 1ª construcción de obra civil.	3.00	\$ 19.93	\$ 59.79	0.01	\$ 0.42
		\$	-	0.67	\$ -
		\$	-	0.67	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 0.42

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
16593 Retrocargadora sobre neumáticos, de 74 kW, con martillo rompedor.	2	\$ 90.00	\$ 180.00	0.6667	\$ 120.01
			Herramientas	5%	\$ 0.02
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 120.03

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b
Transporte de maquinaria	u	1	500	\$ 500.00
				\$ -
				\$ -
				\$ -
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)				\$ 500.00

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)	\$	620.45
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	\$ 124.09
OTROS INDIRECTOS	0%	\$ -
COSTOS TOTAL DEL RUBRO	\$	744.53
VALOR OFERTADO	\$	744.53

**VALOR

SETECIENTOS CUARENTA Y CUATRO 5345/100 DÓLARES

FIRMA

Nombre de Ofertante:

Canales Ney, Fienco Elias

Obra:

Soluciones técnicas para detener el peligroso avance erosivo y destructivo en sectores críticos del río Caluma en la comuna de Charquiyacu

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:

5.2.1

Unidad:

u

Detalle:

Mantenimiento preventivo de uniones de puente y estructura

Rendimiento:

0.25 u/hora

4 hora/u

1. MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio Unitario B	Costo total C=A*B
18723 Puente de unión de dos componentes a base de resina epoxi, para mejorar la adherencia entre hormigón o mortero fresco y hormigón o mortero endurecido, y como imprimación de barrera para protección de armaduras.	kg	85.00	\$ 9.15	\$ 777.75
				\$ -
SUBTOTAL DE MATERIALES (MA.)				\$ 777.75

2. MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornl/Hr B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
19347 Peón especializado construcción.	3.00	\$ 16.25	\$ 48.75	4.00	\$ 195.00
18656 Técnico estructuras	2.00	\$ 31.50	\$ 63.00	4.00	\$ 252.00
				4.00	\$ -
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA (MO.)					\$ 447.00

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo Hora C=A*B	Rendimiento R	Costo total D=C*R
		\$ -	\$ -	4	\$ -
		\$ -	\$ -	4	\$ -
		\$ -	\$ -	4	\$ -
			Herramientas	5%	\$ 22.35
SUBTOTAL DE EQUIPOS (EQ.)					\$ 22.35

4. TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo total C=A*b	
Transporte de materiales	Unidad	1	\$ 40	\$ 40.00	
				\$ -	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL DE TRANSPORTE (TR.)					\$ 40.00

COSTO DIRECTOS (MA+MO+EQ+TR)
INDIRECTOS Y UTILIDADES
OTROS INDIRECTOS
COSTOS TOTAL DEL RUBRO
VALOR OFERTADO

\$ 1.287.10
 20% \$ 257.42
 0% \$ -
 \$ 1.544.52
 \$ 1.544.52

**VALOR

UN MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO 52/100 DÓLARES

 FIRMA

Apéndice C

Cantilever wall analysis

Input data

Project

Date : 6/8/2022

Settings

NEC Geotecnia y construcción

Materials and standards

Concrete structures : ACI 318-11

Wall analysis

Active earth pressure calculation : Coulomb
 Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel
 Earthquake analysis : Mononobe-Okabe
 Shape of earth wedge : Calculate as skew
 Base key : The base key is considered as inclined footing bottom
 Allowable eccentricity : 0.333
 Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor for overturning :	SF _o =	3.00	[-]
Safety factor for sliding resistance :	SF _s =	1.50	[-]
Safety factor for bearing capacity :	SF _b =	1.50	[-]

Material of structure

Unit weight $\gamma = 24.00$ kN/m³

Analysis of concrete structures carried out according to the standard ACI 318-11.

Concrete : Concrete ACI

Compressive strength $f_c' = 28.00$ MPa

Longitudinal steel : A706/60

Tensile strength $f_y = 413.69$ MPa

Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.10
3	0.10	0.10

APENDICE C1

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
4	0.10	2.50
5	1.30	2.50
6	1.30	2.70
7	-0.10	2.70
8	-0.10	2.50
9	-0.10	0.00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 0.77 m².

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Arena Limosa SM1		34.45	14.50	18.70	11.30	17.23
2	Arena Limosa con bloques de roca		29.00	8.00	19.00	9.00	17.33
3	Grandes bloque de rocas		35.00	10000.00	26.00	16.00	16.88
4	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes		33.00	3000.00	22.00	12.00	17.00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

Arena Limosa SM1

Unit weight : $\gamma = 18.70$ kN/m³
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 34.45$ °
 Cohesion of soil : $C_{ef} = 14.50$ kPa
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 17.23$ °
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.30$ kN/m³

Arena Limosa con bloques de roca

Unit weight : $\gamma = 19.00$ kN/m³
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 29.00$ °
 Cohesion of soil : $C_{ef} = 8.00$ kPa

APENDICE C1

Angle of friction struc.-soil : $\delta = 17.33^\circ$
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Grandes bloque de rocas

Unit weight : $\gamma = 26.00 \text{ kN/m}^3$
Stress-state : effective
Angle of internal friction : $\varphi_{\text{ef}} = 35.00^\circ$
Cohesion of soil : $c_{\text{ef}} = 10000.00 \text{ kPa}$
Angle of friction struc.-soil : $\delta = 16.88^\circ$
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 26.00 \text{ kN/m}^3$

Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes

Unit weight : $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$
Stress-state : effective
Angle of internal friction : $\varphi_{\text{ef}} = 33.00^\circ$
Cohesion of soil : $c_{\text{ef}} = 3000.00 \text{ kPa}$
Angle of friction struc.-soil : $\delta = 17.00^\circ$
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 22.00 \text{ kN/m}^3$

Backfill

Assigned soil : Arena Limosa SM1
Slope = 45.00°

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	2.00	0.00 .. 2.00	Arena Limosa SM1	
2	2.00	2.00 .. 4.00	Arena Limosa con bloques de roca	
3	2.50	4.00 .. 6.50	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes	
4	7.50	6.50 .. 14.00	Grandes bloque de rocas	
5	-	14.00 .. ∞	Arena Limosa SM1	

Foundation

APENDICE C1

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

Terrain behind the structure is flat.

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 2.00 m

Uplift in foot. bottom due to different pressures is considered as parabolic.

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: passive

Soil on front face of the structure - Arena Limosa con bloques de roca

Angle of friction struc.-soil $\delta = 29.00^\circ$

Soil thickness in front of structure $h = 1.00$ m

Terrain surcharge $f = 2.00$ kN/m²

Terrain shape in front of structure

No.	Coordinate x[m]	Depth z[m]
1	0.00	0.00
2	0.00	-1.00
3	-0.60	-1.00
4	-1.20	-0.50
5	-2.20	-0.50

Origin [0,0] is located in bottom left edge of construction.

Positive coordinate +z has downward direction.

Earthquake

Factor of horizontal acceleration $K_h = 0.2630$

Factor of vertical acceleration $K_v = 0.0790$

Water below the GWT is restricted.

Base anchorage

Geometry

Spacing $x = 0.70$ m

Depth $h = 6.00$ m

Hole diameter $d = 0.15$ m

Spacing of holes $v = 1.00$ m

Pull out resistance is derived from parameters

Ultimate bond $a = 150.00$ kPa

Safety factor $SF_e = 1.50$

Pull out resistance $T_p = 282.74$ kN/m

APENDICE C1

Strength of reinforcement is derived from parameters

Bar diameter $d_s = 25.0$ mm

Ultimate strength $f_y = 420.00$ MPa

Tensile strength $R_t = 114.54$ kN

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.94	18.48	0.32	1.000
Earthq.- constr.	4.86	-0.94	-1.46	0.32	1.000
FF resistance	-52.95	-0.45	-29.35	0.00	1.000
Resistance on front face	-10.47	-0.50	-5.81	0.00	1.000
Earthq.- face	4.15	-0.67	2.30	0.00	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.05	21.61	0.57	1.000
Earthquake - soil wedge	6.72	-0.96	-2.02	0.60	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.64	0.14	0.14	1.000
Earthquake - soil wedge	0.04	-2.64	-0.01	0.14	1.000
Active pressure	6.05	-0.59	9.80	1.15	1.000
Water pressure	2.45	-0.23	0.00	0.15	1.000
Uplift pressure	0.00	0.00	-3.27	1.05	1.000
Earthq.- act.pressure	13.72	-1.90	24.23	0.52	1.000
Base anchorage	0.00	0.00	114.54	0.70	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 120.75$ kNm/m

Overturning moment $M_{ovr} = 18.28$ kNm/m

Safety factor = 6.61 > 3.00

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 93.69$ kN/m

Active horizontal force $H_{act} = -25.44$ kN/m

Safety factor = 1000.00 > 1.50

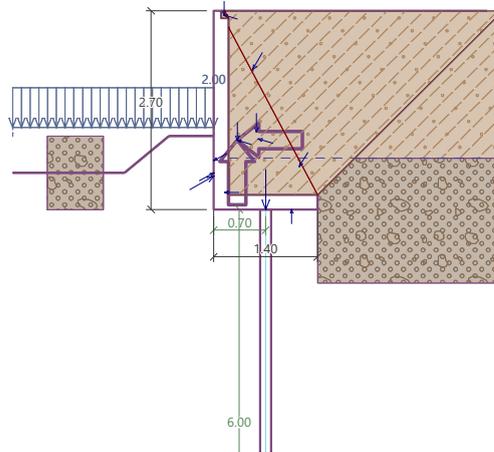
Wall for slip is SATISFACTORY

APENDICE C1

Overall check - WALL is SATISFACTORY

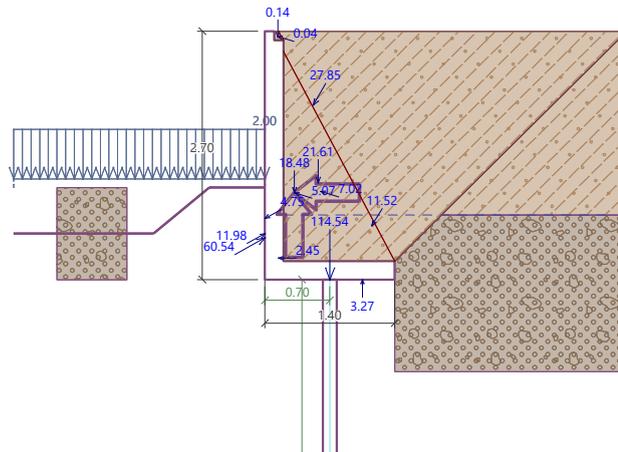
Name : Verification

Stage - analysis : 1 - 1



Name : Verification

Stage - analysis : 1 - 1



Warning - allowable range of input data exceeded during earthquake analysis!
The analysis is carried out with the modified value of terrain inclination β .

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

APENDICE C1

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	1.96	149.19	-25.44	0.009	108.60

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	1.96	149.19	-25.44

Verification of foundation soil

Stress in the footing bottom : rectangle

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force $e = 0.009$

Maximum allowable eccentricity $e_{alw} = 0.333$

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Verification of bearing capacity

Max. stress at footing bottom $\sigma = 108.60$ kPa

Bearing capacity of foundation soil $R_d = 649.69$ kPa

Safety factor = 5.98 > 1.50

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Wall stem check - front reinf.

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-1.22	11.75	0.10	1.000
Earthq.- constr.	3.09	-1.22	-0.93	0.10	1.000
FF resistance	-38.05	-0.39	-21.09	0.00	1.000
Resistance on front face	-8.36	-0.40	-4.64	0.00	1.000
Earthq.- face	2.65	-0.53	1.47	0.00	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.45	0.19	0.15	1.000
Earthquake - soil wedge	0.05	-2.45	-0.01	0.15	1.000
Pressure at rest	25.61	-0.82	0.00	0.20	1.000
Water pressure	1.24	-0.17	0.00	0.20	1.000
Uplift pressure	0.00	-2.50	0.00	0.10	1.000
Earthquake - pressure at rest	25.77	-1.25	0.00	0.20	1.000

APENDICE C1

Wall stem check - front reinf.

Front reinforcement is not required.

Wall stem check - back reinf.

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-1.22	11.75	0.10	1.000
Earthq.- constr.	3.09	-1.22	-0.93	0.10	1.000
FF resistance	-38.05	-0.39	-21.09	0.00	1.000
Resistance on front face	-8.36	-0.40	-4.64	0.00	1.000
Earthq.- face	2.65	-0.53	1.47	0.00	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.45	0.19	0.15	1.000
Earthquake - soil wedge	0.05	-2.45	-0.01	0.15	1.000
Pressure at rest	25.61	-0.82	0.00	0.20	1.000
Water pressure	1.24	-0.17	0.00	0.20	1.000
Uplift pressure	0.00	-2.50	0.00	0.10	1.000
Earthquake - pressure at rest	25.77	-1.25	0.00	0.20	1.000

Wall stem check - back reinf.

Wall check at the construction joint 2.50 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

8 prof. 16.0 mm, cover 16.0 mm

Inputted reinforcement area = 1608.5 mm²

Required reinforcement area = 600.6 mm²

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.20 m

Reinforcement ratio ρ = 0.91 % > 0.33 % = ρ_{min}

Position of neutral axis c = 0.03 m < 0.08 m = c_{max}

Ultimate shear force ϕV_n = 116.00 kN > 12.00 kN = V_u

Ultimate moment ϕM_n = 97.19 kNm > 38.19 kNm = M_u

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall stem check - back reinf.

Wall check at the construction joint 0.10 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

8 prof. 16.0 mm, cover 16.0 mm

Inputted reinforcement area = 1608.5 mm²

Required reinforcement area = 600.6 mm²

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.10 m

APENDICE C1

Reinforcement ratio $\rho = 2.12 \% > 0.33 \% = \rho_{min}$
 Position of neutral axis $c = 0.03 \text{ m} < 0.03 \text{ m} = c_{max}$
 Ultimate shear force $\phi V_n = 50.09 \text{ kN} > 0.15 \text{ kN} = V_u$
 Ultimate moment $\phi M_n = 37.30 \text{ kNm} > 0.01 \text{ kNm} = M_u$

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall stem check - back reinf. - V_u

Wall check at the construction joint 1.70 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

8 prof. 16.0 mm, cover 16.0 mm

Inputted reinforcement area = 1608.5 mm²

Required reinforcement area = 600.6 mm²

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.20 m

Ultimate shear force $\phi V_n = 116.00 \text{ kN} > 26.97 \text{ kN} = V_u$

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall heel check

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.10	5.76	0.80	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.05	21.61	0.57	1.000
Active pressure	6.05	-0.59	9.80	1.15	1.000
Base anchorage	0.00	0.00	114.54	0.70	1.000
Contact stress	0.00	0.00	-126.85	0.79	1.000

Wall heel check

Reinforcement and dimensions of the cross-section

8 prof. 16.0 mm, cover 16.0 mm

Inputted reinforcement area = 1608.5 mm²

Required reinforcement area = 600.6 mm²

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.20 m

Reinforcement ratio $\rho = 0.91 \% > 0.33 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis $c = 0.03 \text{ m} < 0.08 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force $\phi V_n = 116.00 \text{ kN} > 24.86 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment $\phi M_n = 97.03 \text{ kNm} > 38.19 \text{ kNm} = M_u$

Cross-section is SATISFACTORY.

Cantilever wall analysis

Input data

Project

Date : 6/8/2022

Settings

NEC GEOTECNIA Y CIMENTACIONES

Materials and standards

Concrete structures : ACI 318-11

Wall analysis

Active earth pressure calculation : Coulomb
 Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel
 Earthquake analysis : Mononobe-Okabe
 Shape of earth wedge : Calculate as skew
 Base key : The base key is considered as inclined footing bottom
 Allowable eccentricity : 0.333
 Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor for overturning :	SF _o =	3.00	[-]
Safety factor for sliding resistance :	SF _s =	1.50	[-]
Safety factor for bearing capacity :	SF _b =	1.50	[-]

Material of structure

Unit weight $\gamma = 24.00$ kN/m³

Analysis of concrete structures carried out according to the standard ACI 318-11.

Concrete : Concrete ACI

Compressive strength $f_c' = 28.00$ MPa

Longitudinal steel : A706/60

Tensile strength $f_y = 413.69$ MPa

Geometry of structure

No.	Coordinate	Depth
	X [m]	Z [m]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.10
3	0.10	0.10

APENDICE C2

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
4	0.10	2.50
5	1.30	2.50
6	1.30	2.70
7	-0.10	2.70
8	-0.10	2.50
9	-0.10	0.00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 0.77 m².

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Arena Limosa SM1		34.45	14.50	18.70	11.30	17.23
2	Arena Limosa con bloques de roca		29.00	8.00	19.00	9.00	17.33
3	Grandes bloque de rocas		35.00	10000.00	26.00	16.00	16.88
4	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes		33.00	3000.00	22.00	12.00	17.00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

Arena Limosa SM1

Unit weight : $\gamma = 18.70$ kN/m³
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 34.45$ °
 Cohesion of soil : $C_{ef} = 14.50$ kPa
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 17.23$ °
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.30$ kN/m³

Arena Limosa con bloques de roca

Unit weight : $\gamma = 19.00$ kN/m³
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 29.00$ °
 Cohesion of soil : $C_{ef} = 8.00$ kPa

APENDICE C2

Angle of friction struc.-soil : $\delta = 17.33^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

Grandes bloque de rocas

Unit weight : $\gamma = 26.00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{\text{ef}} = 35.00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{\text{ef}} = 10000.00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 16.88^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 26.00 \text{ kN/m}^3$

Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes

Unit weight : $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{\text{ef}} = 33.00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{\text{ef}} = 3000.00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 17.00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 22.00 \text{ kN/m}^3$

Backfill

Assigned soil : Arena Limosa SM1
 Slope = 45.00°

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	2.00	0.00 .. 2.00	Arena Limosa SM1	
2	2.00	2.00 .. 4.00	Arena Limosa con bloques de roca	
3	2.50	4.00 .. 6.50	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes	
4	7.50	6.50 .. 14.00	Grandes bloque de rocas	
5	-	14.00 .. ∞	Arena Limosa SM1	

Foundation

APENDICE C2

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

Terrain behind the structure is flat.

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 2.00 m

Uplift in foot. bottom due to different pressures is not considered.

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: passive

Soil on front face of the structure - Arena Limosa con bloques de roca

Angle of friction struc.-soil $\delta = 29.00^\circ$

Soil thickness in front of structure $h = 1.00$ m

Terrain surcharge $f = 2.00$ kN/m²

Terrain shape in front of structure

No.	Coordinate x[m]	Depth z[m]
1	0.00	0.00
2	0.00	-1.00
3	-0.60	-1.00
4	-1.20	-0.50
5	-2.20	-0.50

Origin [0,0] is located in bottom left edge of construction.

Positive coordinate +z has downward direction.

Earthquake

Factor of horizontal acceleration $K_h = 0.2630$

Factor of vertical acceleration $K_v = 0.0790$

Water below the GWT is restricted.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.94	18.48	0.32	1.000

APENDICE C2

Name	F _{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F _{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Earthq.- constr.	4.86	-0.94	-1.46	0.32	1.000
FF resistance	-52.95	-0.45	-29.35	0.00	1.000
Resistance on front face	-10.47	-0.50	-5.81	0.00	1.000
Earthq.- face	4.15	-0.67	2.30	0.00	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.05	21.61	0.57	1.000
Earthquake - soil wedge	6.72	-0.96	-2.02	0.60	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.64	0.14	0.14	1.000
Earthquake - soil wedge	0.04	-2.64	-0.01	0.14	1.000
Active pressure	6.05	-0.59	9.80	1.15	1.000
Water pressure	2.45	-0.23	0.00	0.15	1.000
Uplift pressure	0.00	-2.70	0.00	0.10	1.000
Earthq.- act.pressure	13.72	-1.90	24.23	0.52	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 40.58$ kNm/m

Overturning moment $M_{ovr} = 14.85$ kNm/m

Safety factor = 2.73 < 3.00

Wall for overturning is NOT SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 31.87$ kN/m

Active horizontal force $H_{act} = -25.44$ kN/m

Safety factor = 1000.00 > 1.50

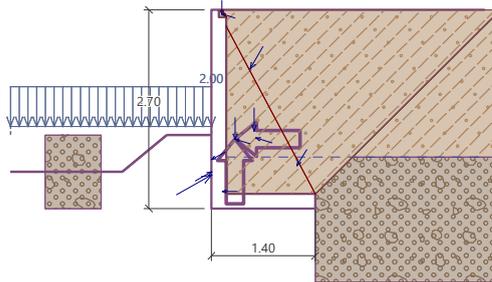
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is NOT SATISFACTORY

APENDICE C2

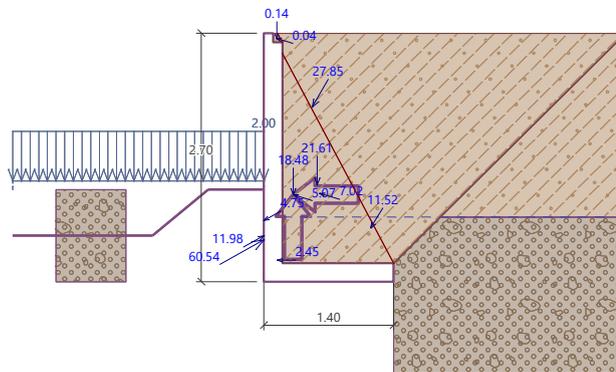
Name : Verification

Stage - analysis : 1 - 1



Name : Verification

Stage - analysis : 1 - 1



Warning - allowable range of input data exceeded during earthquake analysis!
The analysis is carried out with the modified value of terrain inclination β .

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

APENDICE C2

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	0.81	37.92	-25.44	0.015	27.94

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	0.81	37.92	-25.44

Verification of foundation soil

Stress in the footing bottom : rectangle

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force $e = 0.015$

Maximum allowable eccentricity $e_{alw} = 0.333$

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Verification of bearing capacity

Max. stress at footing bottom $\sigma = 27.94$ kPa

Bearing capacity of foundation soil $R_d = 649.69$ kPa

Safety factor = 23.25 > 1.50

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Wall stem check - front reinf.

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-1.22	11.75	0.10	1.000
Earthq.- constr.	3.09	-1.22	-0.93	0.10	1.000
FF resistance	-38.05	-0.39	-21.09	0.00	1.000
Resistance on front face	-8.36	-0.40	-4.64	0.00	1.000
Earthq.- face	2.65	-0.53	1.47	0.00	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.45	0.19	0.15	1.000
Earthquake - soil wedge	0.05	-2.45	-0.01	0.15	1.000
Pressure at rest	25.61	-0.82	0.00	0.20	1.000
Water pressure	1.24	-0.17	0.00	0.20	1.000
Uplift pressure	0.00	-2.50	0.00	0.10	1.000
Earthquake - pressure at rest	25.77	-1.25	0.00	0.20	1.000

APENDICE C2

Wall stem check - front reinf.

Front reinforcement is not required.

Wall stem check - back reinf.

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-1.22	11.75	0.10	1.000
Earthq.- constr.	3.09	-1.22	-0.93	0.10	1.000
FF resistance	-38.05	-0.39	-21.09	0.00	1.000
Resistance on front face	-8.36	-0.40	-4.64	0.00	1.000
Earthq.- face	2.65	-0.53	1.47	0.00	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.45	0.19	0.15	1.000
Earthquake - soil wedge	0.05	-2.45	-0.01	0.15	1.000
Pressure at rest	25.61	-0.82	0.00	0.20	1.000
Water pressure	1.24	-0.17	0.00	0.20	1.000
Uplift pressure	0.00	-2.50	0.00	0.10	1.000
Earthquake - pressure at rest	25.77	-1.25	0.00	0.20	1.000

Wall stem check - back reinf.

Wall check at the construction joint 2.50 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

5 prof. No. 3, cover 20.0 mm

Inputted reinforcement area = 356.3 mm²

Required reinforcement area = 603.4 mm²

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.20 m

Ultimate shear force $\phi V_n = 115.49 \text{ kN} > 12.00 \text{ kN} = V_u$

Reinforcement ratio $\rho = 0.20 \% < 0.33 \% = \rho_{min}$

Cross-section is NOT SATISFACTORY; increase reinforcement ratio.

Wall stem check - back reinf.

Wall check at the construction joint 0.10 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

5 prof. No. 3, cover 20.0 mm

Inputted reinforcement area = 356.3 mm²

Required reinforcement area = 603.4 mm²

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.10 m

Reinforcement ratio $\rho = 0.47 \% > 0.33 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis $c = 0.02 \text{ m} < 0.03 \text{ m} = c_{max}$

APENDICE C2

Ultimate shear force $\phi V_n = 49.59 \text{ kN} > 0.15 \text{ kN} = V_u$
Ultimate moment $\phi M_n = 12.11 \text{ kNm} > 0.01 \text{ kNm} = M_u$

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall stem check - back reinf. - V_u

Wall check at the construction joint 1.70 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

5 prof. No. 3, cover 20.0 mm

Inputted reinforcement area = 356.3 mm²

Required reinforcement area = 603.4 mm²

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.20 m

Ultimate shear force $\phi V_n = 115.49 \text{ kN} > 26.97 \text{ kN} = V_u$

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall heel check

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-0.10	5.76	0.80	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-1.05	21.61	0.57	1.000
Active pressure	6.05	-0.59	9.80	1.15	1.000
Contact stress	0.00	0.00	-32.07	0.78	1.000

Wall heel check

Reinforcement and dimensions of the cross-section

10 prof. No. 3, cover 20.0 mm

Inputted reinforcement area = 712.6 mm²

Required reinforcement area = 603.4 mm²

Cross-section width = 1.00 m

Cross-section height = 0.20 m

Reinforcement ratio $\rho = 0.41 \% > 0.33 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis $c = 0.01 \text{ m} < 0.08 \text{ m} = c_{max}$

Ultimate shear force $\phi V_n = 115.49 \text{ kN} > 5.10 \text{ kN} = V_u$

Ultimate moment $\phi M_n = 44.85 \text{ kNm} > 38.19 \text{ kNm} = M_u$

Cross-section is SATISFACTORY.

Slope stability analysis

Input data

Project

Settings

NEC geotechnic y cementations

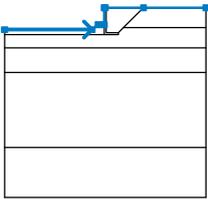
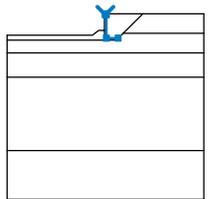
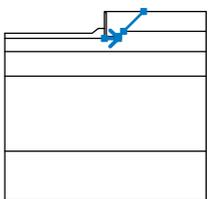
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard

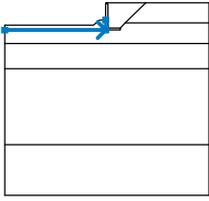
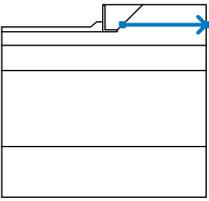
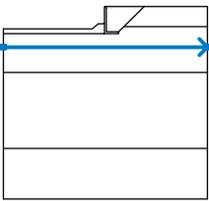
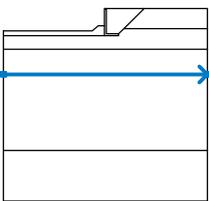
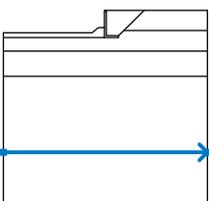
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors	
Permanent design situation	
Safety factor :	SF _s = 1.00 [-]

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10.00	-2.20	-1.30	-2.20	-0.70	-1.70
		-0.10	-1.70	-0.10	0.00	0.00	0.00
		3.80	0.00	10.00	0.00		
2		0.00	0.00	0.00	-0.10	0.10	-0.10
		0.10	-2.50	1.30	-2.50		
3		-0.10	-2.70	1.30	-2.70	1.30	-2.50
		1.80	-2.00	3.80	0.00		

APENDICE C3

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		-10.00	-2.70	-0.10	-2.70	-0.10	-2.50
		-0.10	-1.70				
5		1.80	-2.00	10.00	-2.00		
6		-10.00	-4.00	10.00	-4.00		
7		-10.00	-6.50	10.00	-6.50		
8		-10.00	-14.00	10.00	-14.00		

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arena Limosa SM1		34.45	14.50	18.70
2	Arena Limosa con bloques de roca		29.00	8.00	19.00

APENDICE C3

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
3	Grandes bloque de rocas		35.00	10000.00	26.00
4	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes		33.00	3000.00	22.00

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Arena Limosa SM1		21.30		
2	Arena Limosa con bloques de roca		19.00		
3	Grandes bloque de rocas		26.00		
4	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes		22.00		

Soil parameters

Arena Limosa SM1

Unit weight : $\gamma = 18.70$ kN/m³
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 34.45$ °
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 14.50$ kPa
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.30$ kN/m³

Arena Limosa con bloques de roca

Unit weight : $\gamma = 19.00$ kN/m³
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 29.00$ °
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 8.00$ kPa
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19.00$ kN/m³

APENDICE C3

Grandes bloque de rocas

Unit weight : $\gamma = 26.00 \text{ kN/m}^3$

Stress-state : effective

Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 35.00^\circ$

Cohesion of soil : $c_{ef} = 10000.00 \text{ kPa}$

Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 26.00 \text{ kN/m}^3$

Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes

Unit weight : $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$

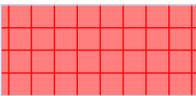
Stress-state : effective

Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 33.00^\circ$

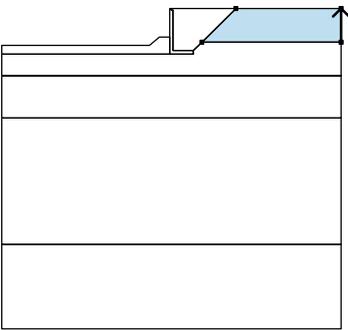
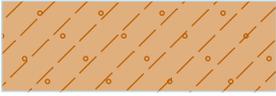
Cohesion of soil : $c_{ef} = 3000.00 \text{ kPa}$

Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22.00 \text{ kN/m}^3$

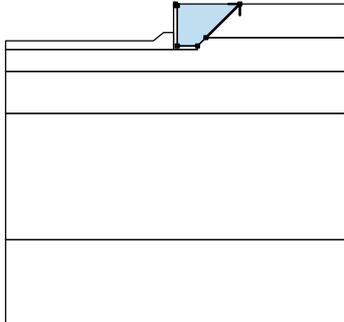
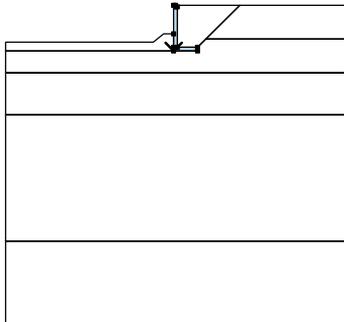
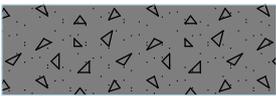
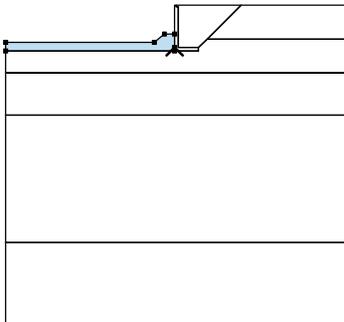
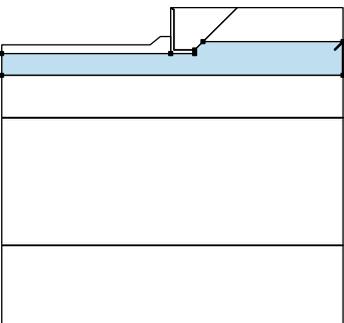
Rigid bodies

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]
1	Material of structure		24.00
2	Concrete		24.00

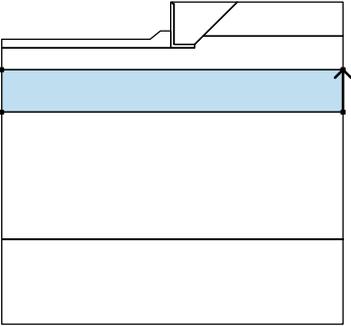
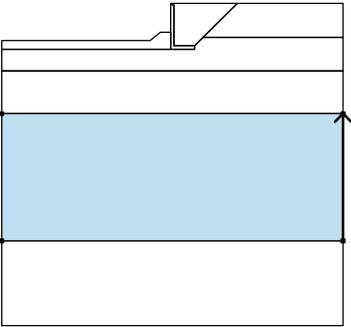
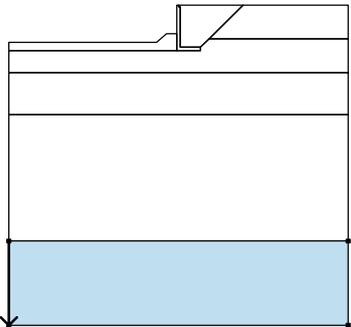
Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		10.00	-2.00	10.00	0.00	Arena Limosa SM1
		3.80	0.00	1.80	-2.00	
						

APENDICE C3

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
2		1.80	-2.00	3.80	0.00	Arena Limosa SM1 
		0.00	0.00	0.00	-0.10	
		0.10	-0.10	0.10	-2.50	
		1.30	-2.50			
3		-0.10	-2.50	-0.10	-2.70	Concrete 
		1.30	-2.70	1.30	-2.50	
		0.10	-2.50	0.10	-0.10	
		0.00	-0.10	0.00	0.00	
		-0.10	0.00	-0.10	-1.70	
4		-0.10	-2.70	-0.10	-2.50	Arena Limosa con bloques de roca 
		-0.10	-1.70	-0.70	-1.70	
		-1.30	-2.20	-10.00	-2.20	
		-10.00	-2.70			
5		10.00	-4.00	10.00	-2.00	Arena Limosa con bloques de roca 
		1.80	-2.00	1.30	-2.50	
		1.30	-2.70	-0.10	-2.70	
		-10.00	-2.70	-10.00	-4.00	

APENDICE C3

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
6		10.00	-6.50	10.00	-4.00	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes
		-10.00	-4.00	-10.00	-6.50	
						
7		10.00	-14.00	10.00	-6.50	Grandes bloque de rocas
		-10.00	-6.50	-10.00	-14.00	
						
8		-10.00	-14.00	-10.00	-19.00	Grandes bloque de rocas
		10.00	-19.00	10.00	-14.00	
						

Anti-Slide piles

No.	Point		Length l [m]	Pile spacing b [m]	Cross-section [m]	Pile bearing capacity			
	x [m]	z [m]				Distribution along the pile	Max. bearing capacity V_u [kN]	Gradient K [-]	Passive force direction
1	0.70	-2.63	6.00	1.00	d = 0.12	linear	35.15	0.95	perpendicular to pile

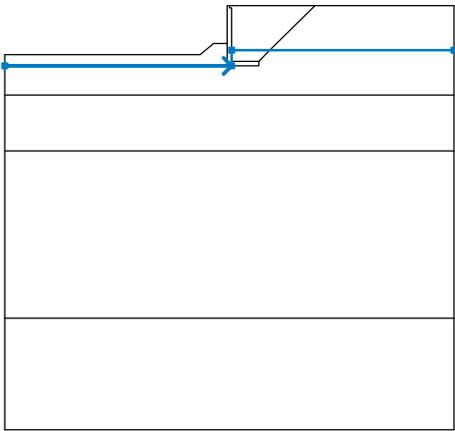
Surcharge

APENDICE C3

No.	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude		
								q, q ₁ , f, F	q ₂	unit
1	strip	permanent	on terrain	x = -10.00	l = 9.90		0.00	2.00		kN/m ²

Water

Water type : GWT

No.	GWT location	Coordinates of GWT points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10.00	-2.70	0.10	-2.70	0.10	-2.00
		10.00	-2.00				

Tensile crack

Tensile crack not input.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0.2630$

Vertical seismic coefficient : $K_v = 0.0790$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	-2.85	[m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-14.74	[°]
	z =	24.56	[m]		$\alpha_2 =$	27.43	[°]

APENDICE C3

Slip surface parameters

Radius : R = 27.67 [m]

Analysis of the slip surface without optimization.

The forces acting on the pile

Spencer

Anti-Slide Pile No. 1 (0.70; -2.63 [m])

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain.

Janbu

Anti-Slide Pile No. 1 (0.70; -2.63 [m])

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain.

Morgenstern-Price

Anti-Slide Pile No. 1 (0.70; -2.63 [m])

The forces acting on the pile cannot be computed - the pile is below the terrain.

Slope stability verification (all methods)

Bishop : FS = 2.41 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Fellenius / Petterson : FS = 2.38 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Spencer : FS = 2.73 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Janbu : FS = 2.73 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Morgenstern-Price : FS = 2.73 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Slope stability analysis

Input data

Project

Settings

NEC Geotecnia y construcción

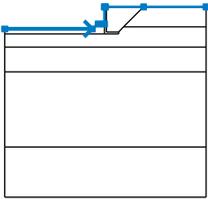
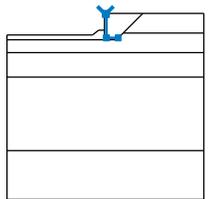
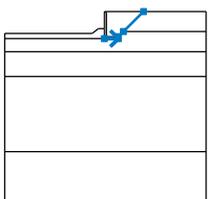
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard

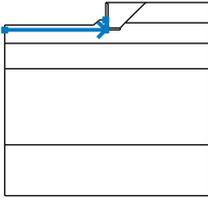
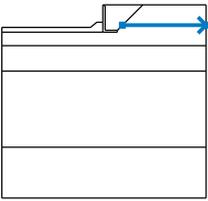
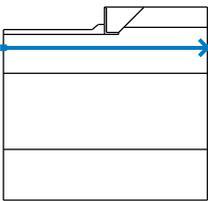
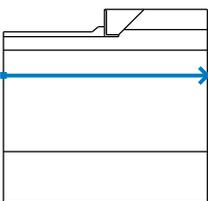
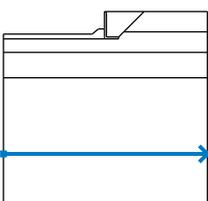
Verification methodology : Safety factors (ASD)

Safety factors		
Permanent design situation		
Safety factor :	SF _s =	1.00 [-]

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10.00	-2.20	-1.30	-2.20	-0.70	-1.70
		-0.10	-1.70	-0.10	0.00	0.00	0.00
		3.80	0.00	10.00	0.00		
2		0.00	0.00	0.00	-0.10	0.10	-0.10
		0.10	-2.50	1.30	-2.50		
3		-0.10	-2.70	1.30	-2.70	1.30	-2.50
		1.80	-2.00	3.80	0.00		

APENDICE C4

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		-10.00	-2.70	-0.10	-2.70	-0.10	-2.50
		-0.10	-1.70				
5		1.80	-2.00	10.00	-2.00		
6		-10.00	-4.00	10.00	-4.00		
7		-10.00	-6.50	10.00	-6.50		
8		-10.00	-14.00	10.00	-14.00		

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arena Limosa SM1		34.45	14.50	18.70
2	Arena Limosa con bloques de roca		29.00	8.00	19.00

APENDICE C4

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
3	Grandes bloque de rocas		35.00	10000.00	26.00
4	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes		33.00	3000.00	22.00

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Arena Limosa SM1		21.30		
2	Arena Limosa con bloques de roca		19.00		
3	Grandes bloque de rocas		26.00		
4	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes		22.00		

Soil parameters

Arena Limosa SM1

Unit weight : $\gamma = 18.70 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 34.45^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 14.50 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.30 \text{ kN/m}^3$

Arena Limosa con bloques de roca

Unit weight : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 29.00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 8.00 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

APENDICE C4

Grandes bloque de rocas

Unit weight : $\gamma = 26.00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 35.00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 10000.00 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 26.00 \text{ kN/m}^3$

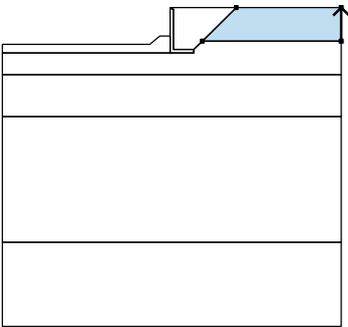
Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes

Unit weight : $\gamma = 22.00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 33.00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 3000.00 \text{ kPa}$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22.00 \text{ kN/m}^3$

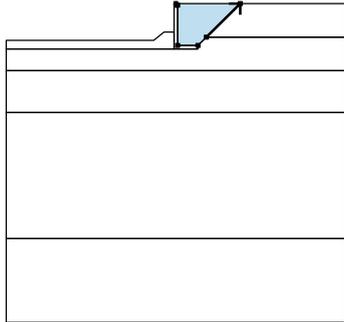
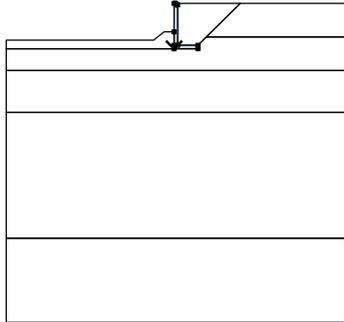
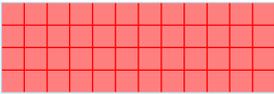
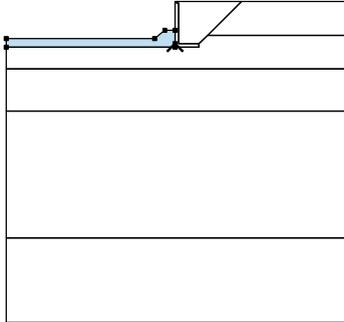
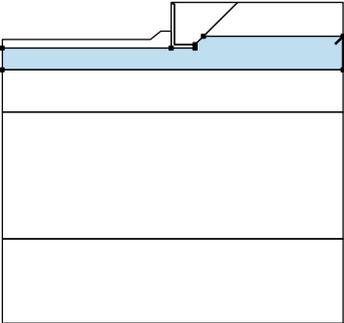
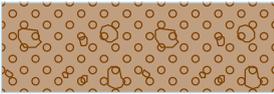
Rigid bodies

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]
1	Material of structure		25.00

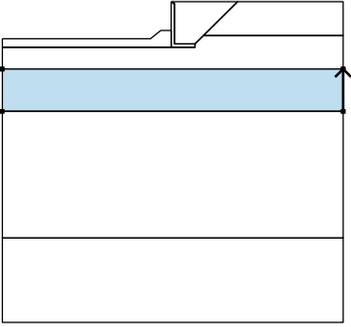
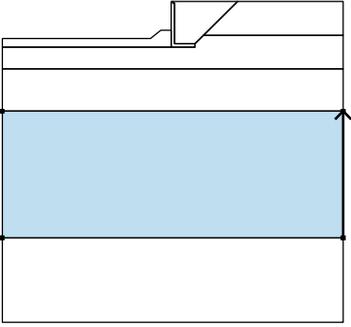
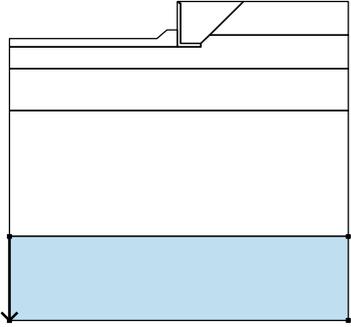
Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		10.00	-2.00	10.00	0.00	Arena Limosa SM1
		3.80	0.00	1.80	-2.00	
						

APENDICE C4

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
2		1.80	-2.00	3.80	0.00	Arena Limosa SM1 
		0.00	0.00	0.00	-0.10	
		0.10	-0.10	0.10	-2.50	
		1.30	-2.50			
3		-0.10	-2.50	-0.10	-2.70	Material of structure 
		1.30	-2.70	1.30	-2.50	
		0.10	-2.50	0.10	-0.10	
		0.00	-0.10	0.00	0.00	
		-0.10	0.00	-0.10	-1.70	
4		-0.10	-2.70	-0.10	-2.50	Arena Limosa con bloques de roca 
		-0.10	-1.70	-0.70	-1.70	
		-1.30	-2.20	-10.00	-2.20	
		-10.00	-2.70			
5		10.00	-4.00	10.00	-2.00	Arena Limosa con bloques de roca 
		1.80	-2.00	1.30	-2.50	
		1.30	-2.70	-0.10	-2.70	
		-10.00	-2.70	-10.00	-4.00	

APENDICE C4

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
6		10.00	-6.50	10.00	-4.00	Bloque de roca / Boleo rocos con limos segmentantes
		-10.00	-4.00	-10.00	-6.50	
7		10.00	-14.00	10.00	-6.50	Grandes bloque de rocas
		-10.00	-6.50	-10.00	-14.00	
8		-10.00	-14.00	-10.00	-19.00	Arena Limosa SM1
		10.00	-19.00	10.00	-14.00	

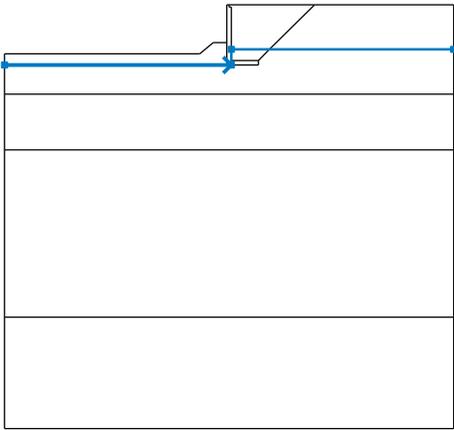
Surcharge

No.	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude	
								q, q ₁ , f, F	q ₂ unit
1	strip	permanent	on terrain	x = -10.00	l = 9.90		0.00	2.00	kN/m ²

Water

Water type : GWT

APENDICE C4

No.	GWT location	Coordinates of GWT points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-10.00	-2.70	0.10	-2.70	0.10	-2.00
		10.00	-2.00				

Tensile crack

Tensile crack not input.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0.2630$

Vertical seismic coefficient : $K_v = 0.0790$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-0.96 [m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-34.25 [°]
	z =	6.38 [m]		$\alpha_2 =$	52.07 [°]
Radius :	R =	10.38 [m]			
Analysis of the slip surface without optimization.					

Slope stability verification (all methods)

Bishop : FS = 1.72 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Fellenius / Petterson : FS = 1.60 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Spencer : FS = 1.74 > 1.00 **ACCEPTABLE**

Janbu : FS = 1.74 > 1.00 **ACCEPTABLE**

APENDICE C4

Morgenstern-Price : $FS = 1.74 > 1.00$ **ACCEPTABLE**

Apéndice D



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #1	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Puente margen Izquierda	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de recipiente (gr)	100.35
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	620.47
Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	566.88
Suelo Húmedo (gr)	520.12
Suelo Seco (gr)	466.53
Contenido de Humedad %	11%



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #2	Profundidad: < 1m
#2 PUENTE CENTRO	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de recipiente (gr)	96.87
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	678
Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	645.32
Suelo Húmedo (gr)	581.13
Suelo Seco (gr)	548.45
Contenido de Humedad %	6%



Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante	
Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias
Información de la muestra	
Código: #3	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Puente margen Derecha	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu
Información del ensayo	
Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de recipiente (gr)	90.52
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	518.7
Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	460.91
Suelo Húmedo (gr)	428.18
Suelo Seco (gr)	370.39
Contenido de Humedad %	16%



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #1	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Centra margen Izquierda	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de recipiente (gr)	98.76
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	640.71
Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	608.91
Suelo Húmedo (gr)	541.95
Suelo Seco (gr)	510.15
Contenido de Humedad %	6%



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #5	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Centra Centro del cauce	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de recipiente (gr)	95.52
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	812.58
Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	743.49
Suelo Húmedo (gr)	717.06
Suelo Seco (gr)	647.97
Contenido de Humedad %	11%



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #6	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Centra Margen Derecha	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de recipiente (gr)	93.94
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	550.14
Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	499.3
Suelo Húmedo (gr)	456.2
Suelo Seco (gr)	405.36
Contenido de Humedad %	13%



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #8	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Retiros Centro Cauce	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de recipiente (gr)	97.87
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	606.88
Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	569.04
Suelo Húmedo (gr)	509.01
Suelo Seco (gr)	471.17
Contenido de Humedad %	8%



Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD													
Información del estudiante													
Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora												
Grupo: G2	Paralelo: #2												
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias												
Información de la muestra													
Código: #8	Profundidad: < 1m												
Descripción: Muestra Parte Retiros Centro Cauce	Conservación: Aislado al ambiente												
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg												
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu												
Información del ensayo													
Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022												
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor												
CONTENIDO DE HUMEDAD													
	<table border="1"><tbody><tr><td>Peso de recipiente (gr)</td><td>94.01</td></tr><tr><td>Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)</td><td>778.55</td></tr><tr><td>Peso de recipiente + Suelo seco (gr)</td><td>692.31</td></tr><tr><td>Suelo Húmedo (gr)</td><td>684.54</td></tr><tr><td>Suelo Seco (gr)</td><td>598.3</td></tr><tr><td>Contenido de Humedad %</td><td>14%</td></tr></tbody></table>	Peso de recipiente (gr)	94.01	Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	778.55	Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	692.31	Suelo Húmedo (gr)	684.54	Suelo Seco (gr)	598.3	Contenido de Humedad %	14%
Peso de recipiente (gr)	94.01												
Peso de recipiente + Suelo húmedo (gr)	778.55												
Peso de recipiente + Suelo seco (gr)	692.31												
Suelo Húmedo (gr)	684.54												
Suelo Seco (gr)	598.3												
Contenido de Humedad %	14%												



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Materia: Materia Integradora

Grupo: G2

Paralelo: #2

Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias

Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #1

Profundidad: < 1m

Descripción: Muestra Puente margen Izquierda

Conservación: Aislado al ambiente

Fecha de muestreo: 02/07/2022

Cantidad: 50 kg

Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu

Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:

Fecha de ejecución: 06/07/2022

Fecha de finalización: 08/07/2022

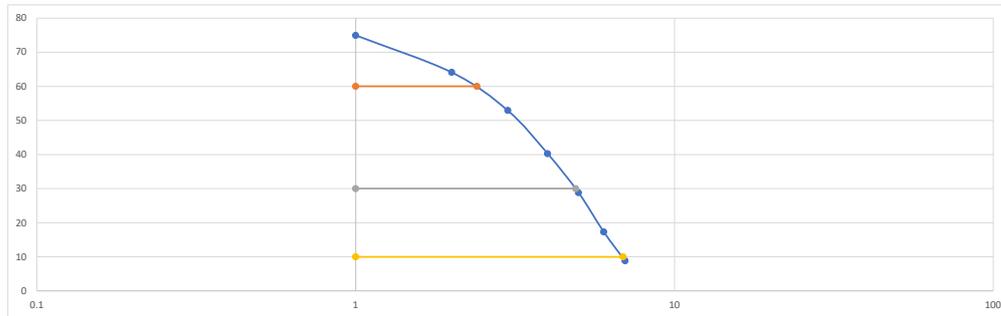
Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	% Pasa Acum
3/8"	9.5	146.6	25.06839945	25.06839945	74.93160055
No 4	4.75	63.4	10.84131327	35.90971272	64.09028728
No 8	2.36	65.4	11.18331053	47.09302326	52.90697674
No 16	1.18	74	12.65389877	59.74692202	40.25307798
No 30	0.6	66.8	11.42270862	71.16963064	28.83036936
No 50	0.3	67.3	11.50820793	82.67783858	17.32216142
No 100	0.15	49.6	8.481532148	91.15937073	8.840629275
Fondo		51.7			
Total		584.8			



D10	6.9	CU	0.347826087
D30	4.9	CC	1.449879227
D60	2.4		

Porcentaje de Error

Masa Ini	586.1
Masa Fin	584.8
% Error	0.22



Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Materia: Materia Integradora

Grupo: G2

Paralelo: #2

Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias

Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #2

Profundidad: < 1m

Descripción: Muestra Puente centro de cauce

Conservación: Aislado al ambiente

Fecha de muestreo: 02/07/2022

Cantidad: 50 kg

Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiayacu

Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:

Fecha de ejecución: 06/07/2022

Fecha de finalización: 08/07/2022

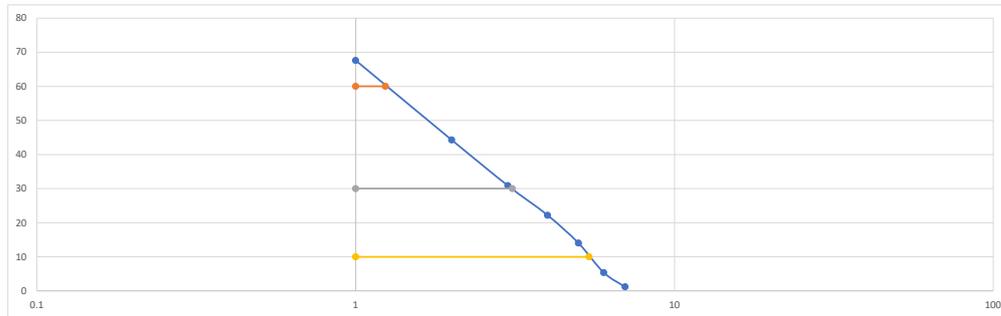
Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	%Pasa Acum
3/8"	9.5	179.56	32.42091579	32.42091579	67.57908421
No 4	4.75	129.03	23.29734219	55.71825798	44.28174202
No 8	2.36	74.17	13.39195436	69.11021234	30.88978766
No 16	1.18	48.22	8.706485628	77.81669796	22.18330204
No 30	0.6	45.22	8.164812942	85.98151091	14.01848909
No 50	0.3	47.82	8.634262603	94.61577351	5.384226491
No 100	0.15	23.09	4.169074101	98.78484761	1.215152391
Fondo		6.73			
Total		553.84			



D10	5.4	CU	0.22962963
D30	3.1	CC	1.435185185
D60	1.24		

Porcentaje de Error

Masa Ini	552.95
Masa Fin	553.84
% Error	0.16



Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Materia: Materia Integradora

Grupo: G2

Paralelo: #2

Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias

Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #3

Profundidad: < 1m

Descripción: Muestra Puente margen Derecha

Conservación: Aislado al ambiente

Fecha de muestreo: 02/07/2022

Cantidad: 50 kg

Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu

Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:

Fecha de ejecución: 06/07/2022

Fecha de finalización: 08/07/2022

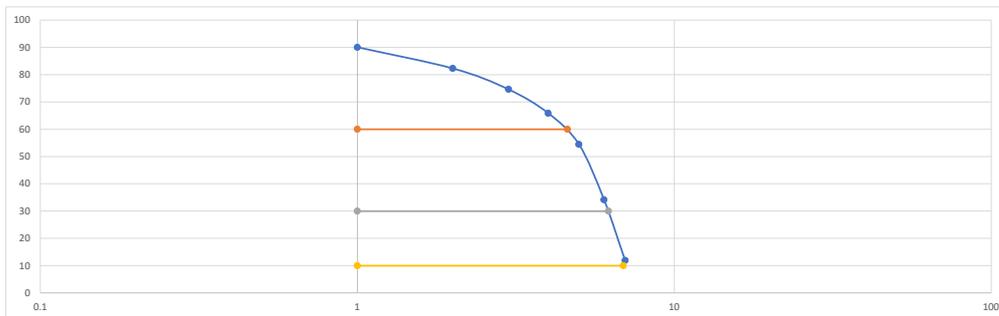
Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	%Pasa Acum
3/8"	9.5	57.97	9.971789314	9.971789314	90.02821069
No 4	4.75	44.91	7.725255444	17.69704476	82.30295524
No 8	2.36	44.67	7.683971514	25.38101627	74.61898373
No 16	1.18	50.71	8.722950425	34.1039667	65.8960333
No 30	0.6	66.33	11.40984622	45.51381291	54.48618709
No 50	0.3	118.07	20.30997351	65.82378642	34.17621358
No 100	0.15	129.24	22.23139643	88.05518285	11.94481715
Fondo		69.44			
Total		581.34			



D10	6.9	CU	0.66666667
D30	6.2	CC	1.211090107
D60	4.6		

Porcentaje de Error

Masa Ini	580.65
Masa Fin	581.34
% Error	0.12



Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Materia: Materia Integradora

Grupo: G2

Paralelo: #2

Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias

Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #4

Profundidad: < 1m

Descripción: Muestra Parte Centra margen Izquierda

Conservación: Aislado al ambiente

Fecha de muestreo: 02/07/2022

Cantidad: 50 kg

Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiayacu

Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:

Fecha de ejecución: 06/07/2022

Fecha de finalización: 08/07/2022

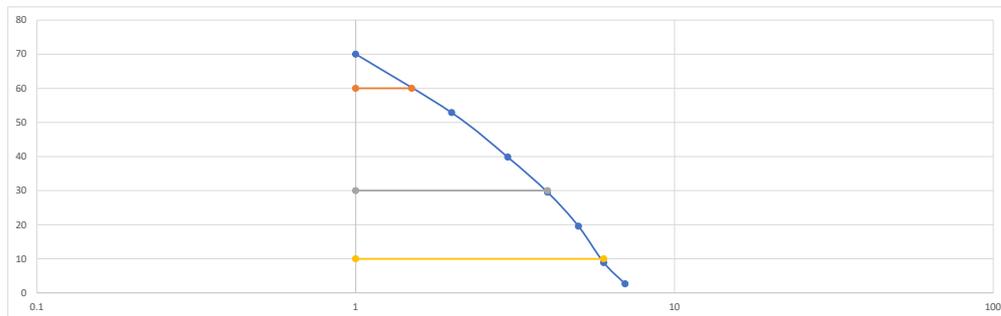
Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	%Pasa Acum
3/8"	9.5	162.81	29.97569687	29.97569687	70.02430313
No 4	4.75	93.23	17.1650035	47.14070037	52.85929963
No 8	2.36	70.82	13.03899547	60.17969584	39.82030416
No 16	1.18	55.95	10.30121147	70.48090732	29.51909268
No 30	0.6	54.13	9.966122915	80.44703023	19.55296977
No 50	0.3	57.84	10.64918805	91.09621829	8.903781714
No 100	0.15	33.81	6.224914387	97.32113267	2.678867327
Fondo		14.55			
Total		543.14			



D10	6	CU	0.25
D30	4	CC	1.777777778
D60	1.5		

Porcentaje de Error

Masa Ini	542.87
Masa Fin	543.14
% Error	0.05



Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Materia: Materia Integradora

Grupo: G2

Paralelo: #2

Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias

Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #5

Profundidad: < 1m

Descripción: Muestra Parte Centra Centro del cauce

Conservación: Aislado al ambiente

Fecha de muestreo: 02/07/2022

Cantidad: 50 kg

Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiayacu

Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:

Fecha de ejecución: 06/07/2022

Fecha de finalización: 08/07/2022

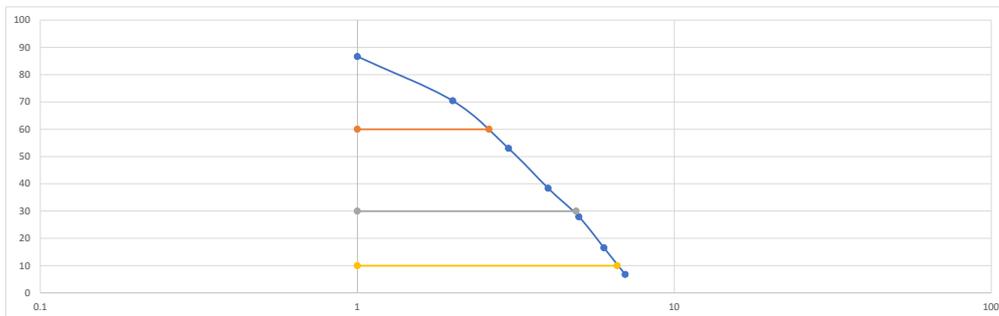
Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	%Pasa Acum
3/8"	9.5	75.44	13.36190864	13.36190864	86.63809136
No 4	4.75	91.63	16.22947626	29.5913849	70.4086151
No 8	2.36	98.33	17.41617811	47.00756301	52.99243699
No 16	1.18	82.62	14.63362794	61.64119095	38.35880905
No 30	0.6	58.96	10.44297632	72.08416727	27.91583273
No 50	0.3	64.19	11.36931224	83.45347952	16.54652048
No 100	0.15	54.96	9.7344976	93.18797712	6.812022884
Fondo		38.46			
Total		564.59			



D10	6.6	CU	0.393939394
D30	4.9	CC	1.399184149
D60	2.6		

Porcentaje de Error

Masa Ini	563.94
Masa Fin	564.59
% Error	0.12



Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Materia: Materia Integradora

Grupo: G2

Paralelo: #2

Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias

Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #6

Profundidad: < 1m

Descripción: Muestra Parte Centra Margen Derecha

Conservación: Aislado al ambiente

Fecha de muestreo: 02/07/2022

Cantidad: 50 kg

Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiayacu

Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:

Fecha de ejecución: 06/07/2022

Fecha de finalización: 08/07/2022

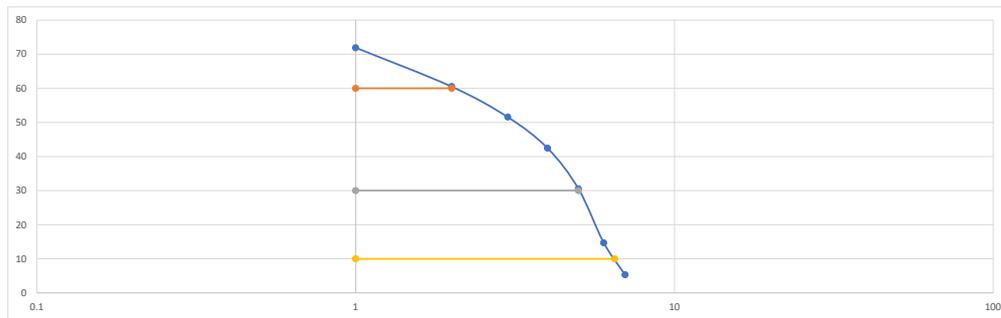
Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	%Pasa Acum
3/8"	9.5	159.5	28.10127028	28.10127028	71.89872972
No 4	4.75	64.66	11.39202593	39.49329622	60.50670378
No 8	2.36	50.83	8.955407953	48.44870417	51.55129583
No 16	1.18	51.77	9.121020455	57.56972463	42.43027537
No 30	0.6	67.66	11.92057647	69.4903011	30.5096989
No 50	0.3	89.75	15.81247027	85.30277137	14.69722863
No 100	0.15	53.03	9.343011681	94.64578305	5.354216952
Fondo		30.39			
Total		567.59			



D10	6.5	CU	0.307692308
D30	5	CC	1.923076923
D60	2		

Porcentaje de Error

Masa Ini	567.35
Masa Fin	567.59
% Error	0.04



Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Materia: Materia Integradora

Grupo: G2

Paralelo: #2

Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias

Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #7

Profundidad: < 1m

Descripción: Muestra Parte Retiros Margen Izquierda

Conservación: Aislado al ambiente

Fecha de muestreo: 02/07/2022

Cantidad: 50 kg

Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiayacu

Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:

Fecha de ejecución: 06/07/2022

Fecha de finalización: 08/07/2022

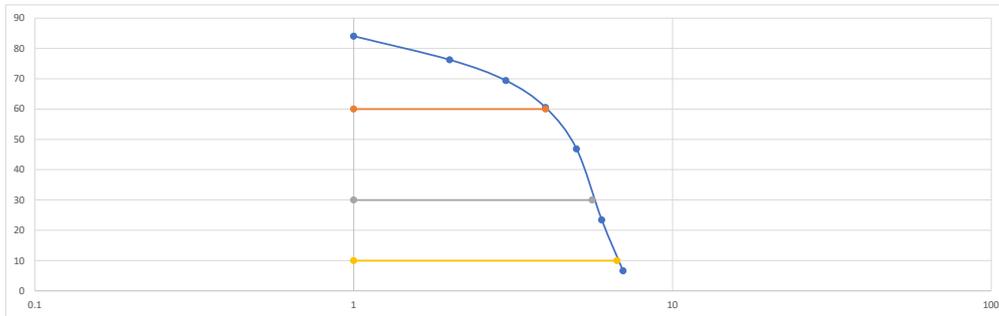
Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	% Pasa Acum
3/8"	9.5	93.13	15.95620738	15.95620738	84.04379262
No 4	4.75	45.56	7.805914402	23.76212178	76.23787822
No 8	2.36	39.89	6.834458418	30.5965802	69.4034198
No 16	1.18	52.06	8.919576466	39.51615667	60.48384333
No 30	0.6	79.52	13.62437035	53.14052702	46.85947298
No 50	0.3	136.62	23.40746325	76.54799027	23.45200973
No 100	0.15	98.02	16.79402392	93.34201419	6.657985814
Fondo		38.86			
Total		583.66			



D10	6.7	CU	0.597014925
D30	5.6	CC	1.170149254
D60	4		

Porcentaje de Error

Masa Ini	584.41
Masa Fin	583.66
% Error	0.13



Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Materia: Materia Integradora

Grupo: G2

Paralelo: #2

Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias

Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #8

Profundidad: < 1m

Descripción: Muestra Parte Retiros Centro Cauce

Conservación: Aislado al ambiente

Fecha de muestreo: 02/07/2022

Cantidad: 50 kg

Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu

Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:

Fecha de ejecución: 06/07/2022

Fecha de finalización: 08/07/2022

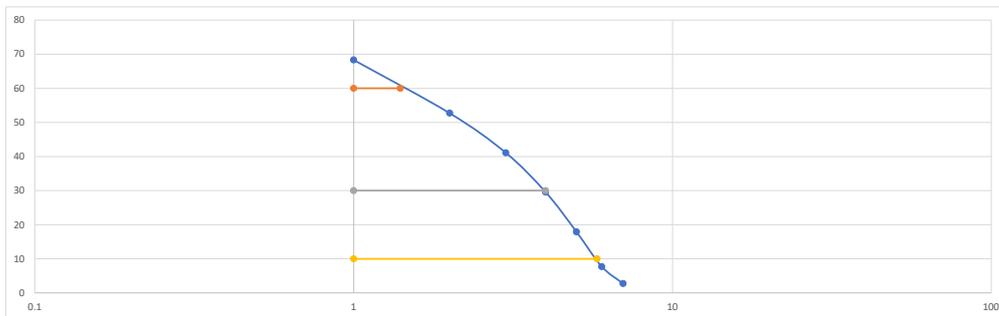
Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	%Pasa Acum
3/8"	9.5	180.46	31.69579345	31.69579345	68.30420655
No 4	4.75	88.67	15.57390006	47.26969351	52.73030649
No 8	2.36	66.28	11.64134539	58.9110389	41.08896111
No 16	1.18	65.64	11.52893651	70.43997541	29.56002459
No 30	0.6	66.37	11.65715289	82.0971283	17.9028717
No 50	0.3	57.88	10.16597875	92.26310705	7.736892948
No 100	0.15	28.4	4.988144375	97.25125143	2.748748573
Fondo		15.65			
Total		569.35			



D10	5.8	CU	0.24137931
D30	4	CC	1.97044335
D60	1.4		

Porcentaje de Error

Masa Ini	569.02
Masa Fin	569.35
% Error	0.06



Ensayo: GRANULOMETRÍA

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #9	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Retiros Margen Derecha	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

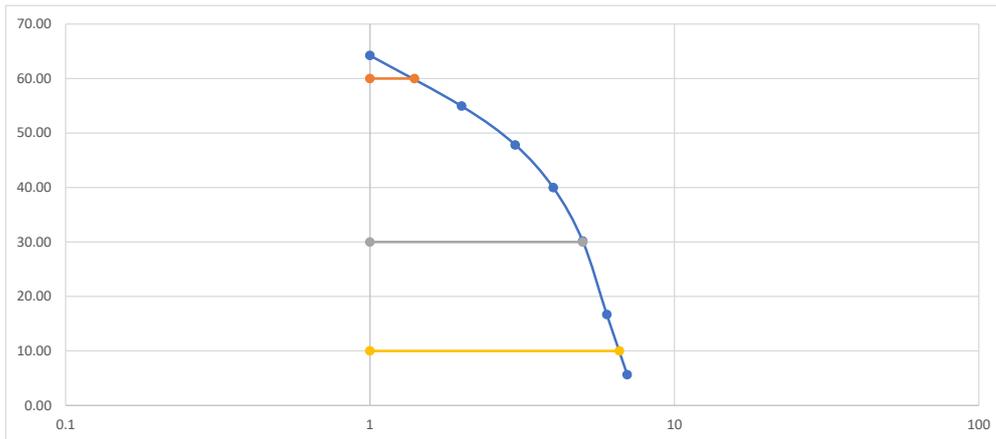
Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

Granulometría

# Tamiz	Abertura (mm)	Masa ret (g)	% Ret	% Ret Acum	%Pasa Acum
3/8"	9.5	205.33	35.76	35.76	64.24
No 4	4.75	53.37	9.30	45.06	54.94
No 8	2.36	40.96	7.13	52.19	47.81
No 16	1.18	44.94	7.83	60.02	39.98
No 30	0.6	56.4	9.82	69.85	30.15
No 50	0.3	77.39	13.48	83.33	16.67
No 100	0.15	63.43	11.05	94.37	5.63
Fondo		32.3			
Total		574.12			



D10	6.6	CU	0.212121
D30	5	CC	2.705628
D60	1.4		

Porcentaje de Error

Masa Ini	574.45
Masa Fin	574.12
% Error	0.06



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #1	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Puente margen Izquierda	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

DETERMINACIÓN DE MASA

Id Recipiente	1
Masa del Recipiente	153.16
Id Matraz	1
Masa de la muestra SSS (S)	107.19
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	755.98
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	257.41
Masa de la muestra seca al Horno (A)	104.25

DETERMINACIÓN DE MASA

	Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.639497661
	Absorción ((S-A)/A)*100	2.820143885



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #2	Profundidad: < 1m
#2 PUENTE CENTRO	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiycu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

DETERMINACIÓN DE MASA

Id Recipiente	1
Masa del Recipiente	152.22
Id Matraz	1
Masa de la muestra SSS (S)	115.46
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	761.73
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	263.98
Masa de la muestra seca al Horno (A)	111.76

DETERMINACIÓN DE MASA

	Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.677022954
	Absorción ((S-A)/A)*100	3.310665712



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #3	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Puente margen Derecha	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

DETERMINACIÓN DE MASA

Id Recipiente	1
Masa del Recipiente	153.06
Id Matraz	1
Masa de la muestra SSS (S)	102.02
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	752.56
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	254.08
Masa de la muestra seca al Horno (A)	101.02

DETERMINACIÓN DE MASA

	Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.625321668
	Absorción ((S-A)/A)*100	0.98990299



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #1	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Centra margen Izquierda	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

DETERMINACIÓN DE MASA

Id Recipiente	1
Masa del Recipiente	150.03
Id Matraz	1
Masa de la muestra SSS (S)	114.43
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	760.5
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	260.64
Masa de la muestra seca al Horno (A)	110.61

DETERMINACIÓN DE MASA

Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.640895453
Absorción ((S-A)/A)*100	3.453575626



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #5	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Centra Centro del cauce	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiayu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

DETERMINACIÓN DE MASA

Id Recipiente	1
Masa del Recipiente	164.8
Id Matraz	1
Masa de la muestra SSS (S)	109.36
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	757.48
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	271.13
Masa de la muestra seca al Horno (A)	106.33

DETERMINACIÓN DE MASA

Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.649224806
Absorción ((S-A)/A)*100	2.84961911



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #6	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Centra Margen Derecha	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

DETERMINACIÓN DE MASA

Id Recipiente	1
Masa del Recipiente	158.03
Id Matraz	1
Masa de la muestra SSS (S)	109.24
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	757.42
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	264.77
Masa de la muestra seca al Horno (A)	106.74

DETERMINACIÓN DE MASA

Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.65016982
Absorción ((S-A)/A)*100	2.342139779



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #7	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Retiros Margen Izquierda	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu	Ubicación: Comunidad de Charquiyacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

DETERMINACIÓN DE MASA

Id Recipiente	1
Masa del Recipiente	153.5
Id Matraz	1
Masa de la muestra SSS (S)	107.55
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	757.99
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	259.36
Masa de la muestra seca al Horno (A)	105.86

DETERMINACIÓN DE MASA

Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.760523614
Absorción ((S-A)/A)*100	1.596448139



Laboratorio de Geotecnia y Construcción

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD

Información del estudiante

Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor	Materia: Materia Integradora
Grupo: G2	Paralelo: #2
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias	Tutor: PhD Mijail Arias

Información de la muestra

Código: #8	Profundidad: < 1m
Descripción: Muestra Parte Retiros Centro Cauce	Conservación: Aislado al ambiente
Fecha de muestreo: 02/07/2022	Cantidad: 50 kg
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en	Ubicación: Comunidad de Charquiayacu

Información del ensayo

Norma de referencia:	Fecha de ejecución: 06/07/2022
Fecha de finalización: 08/07/2022	Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor

Identificación del equipo utilizado en el ensayo

Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración

DETERMINACIÓN DE MASA

Id Recipiente	1
Masa del Recipiente	149.07
Id Matraz	1
Masa de la muestra SSS (S)	104.69
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	755.66
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	252.44
Masa de la muestra seca al Horno (A)	103.37

DETERMINACIÓN DE MASA

Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.724173823
Absorción ((S-A)/A)*100	1.276966238



Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD																			
Información del estudiante																			
Nombres de estudiantes: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor		Materia: Materia Integradora																	
Grupo: G2		Paralelo: #2																	
Profesor: PhD Miguel Chavéz / PhD Mijail Arias		Tutor: PhD Mijail Arias																	
Información de la muestra																			
Código: #8		Profundidad: < 1m																	
Descripción: Muestra Parte Retiros Centro Cauce		Conservación: Aislado al ambiente																	
Fecha de muestreo: 02/07/2022		Cantidad: 50 kg																	
Proyecto: Soluciones técnicas para detener el avance erosivo y destructivo en puntos críticos del río Caluma en la comunidad de Charquiyacu		Ubicación: Comunidad de Charquiyacu																	
Información del ensayo																			
Norma de referencia:		Fecha de ejecución: 06/07/2022																	
Fecha de finalización: 08/07/2022		Estudiante responsable: Ney Canales Oyala / Elias Fienco Loor																	
Identificación del equipo utilizado en el ensayo																			
Código	Nombre	Marca/Modelo	Calibración																
DETERMINACIÓN DE MASA																			
<table border="1"><tbody><tr><td>Id Recipiente</td><td>1</td></tr><tr><td>Masa del Recipiente</td><td>154.65</td></tr><tr><td>Id Matraz</td><td>1</td></tr><tr><td>Masa de la muestra SSS (S)</td><td>107.27</td></tr><tr><td>Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)</td><td>758.36</td></tr><tr><td>Masa del frascocolumetrico + agua (B)</td><td>689.4</td></tr><tr><td>Masa de la muestra seca al horno + recipiente</td><td>259.97</td></tr><tr><td>Masa de la muestra seca al Horno (A)</td><td>105.32</td></tr></tbody></table>				Id Recipiente	1	Masa del Recipiente	154.65	Id Matraz	1	Masa de la muestra SSS (S)	107.27	Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	758.36	Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4	Masa de la muestra seca al horno + recipiente	259.97	Masa de la muestra seca al Horno (A)	105.32
Id Recipiente	1																		
Masa del Recipiente	154.65																		
Id Matraz	1																		
Masa de la muestra SSS (S)	107.27																		
Masa del frasco voluetrico + agua+ muestra (C)	758.36																		
Masa del frascocolumetrico + agua (B)	689.4																		
Masa de la muestra seca al horno + recipiente	259.97																		
Masa de la muestra seca al Horno (A)	105.32																		
DETERMINACIÓN DE MASA																			
		Gravedad especifica SSS (S/(B+S-C))	2.800052206																
		Absorción ((S-A)/A)*100	1.85150019																

Apéndice E

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA				
Estación: M0130	Coordenadas UTM Huso 31 (m)	X = 689893.006	Cota =	2330
Denominación: CHILLANES		Y = 9781515.34		

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1970	283.5	113.8	113.3	162	159.6	23.9	0	2.4	14.1	34.2	10	48.1	283.50
1971	149.4	185.9	344.8	172.2	18.6	33.2	6.2	6.8	51.6	8.5	3.8	39.7	344.80
1972	91.9	204.5	354.6	137.6	92.2	31.1	2	5.5	18.6	13.1	14.2	136.8	354.60
1973	127.8	320.4	195.5	196.4	127.7	62.3	3.1	19.7	59.7	20.9	6.8	52.5	320.40
1974	39.1	206.1	151.3	99.3	90	29.7	8.6	6.4	39	47.2	42.7	108.8	206.10
1975	138.3	238	146.1	136.2	47.8	28.6	23.1	33.9	8.5	56.5	18.6	33.8	238.00
1976	294.2	336.9	394.9	233.2	68.9	22.6	0	0	0	0	45	43.8	394.90
1977	93.6	156.9	114	7.8	10.5	16.8	0	2.5	9.5	7.6	47.5		156.90
1978	38.6	125	194.3	277.3	80.3	0	4.3	0	62	1.2	3.8		277.30
1979	70.9	104.1	144.2	96.1	4.8	0	0	5.2	0	0			144.20
1980	125.6	242.3	81.9	9.3	0	10.7	0	46.4	0.2	31.1			242.30
1981	80.6	143.1	187.5	72.2	0	6	0	21.2	7.8	108.1			187.50
1982	203.1	108.8	117.5	286	101.3	1	0.5	17.5	68.2	198.6	874.2		874.20
1983	453	352.1	211.1	79.4	47	12	51	51.4	168.4				453.00
1984	30	310.6	218.2	196.6	36.1	19.7	10	2.4	75.9	36.1	64.7		310.60
1985	113.7	56.8	132.4	61.3	57.6	4.1	0	4.1	19.9	11.9	7.5	72.7	113.70
1986	230.8	111.2	110.9	230.4	39.1	2.1	9.4	8.6	12	26.9	6.3	52.8	230.80
1987	169.3	133	153.2	192.6	138.9	0	20.4	15.1	10.5	12.3	23.5	12.7	192.60
1988	184.6	267.2	63.4	272	111.5	9.7	8.8	4.8	12.9	34	62.4	43.2	272.00
1989	213.3	276	305.3	180	30.5	13.4	8.2	0.9	3.7	32.6	11.9	22.5	305.30
1990	24.3	112.7	45.4	153.8	16	6.9	0	1.6	0.3	20.6	2.8	76.9	153.80
1991	60.3	193.1	240.9	62.9	46.9	18.1	20.8	2.5	2.2	2.6	28.6	72.8	240.90
1992	122.1	64.6	239.9	215.5	93.5	5.5	1.6	0	4.6	8.6	17.8	18.5	239.90
1993	102.3	242.1	263.3	276.5	66.4	0.9	9.2	0.1	6.8	2.4	6.3	62.2	276.50
1994	260.8	119.3	178.7	171.4	35.5	0	0.9	0	3.3	1.2	2.7	66.6	260.80
1995	49.7	115.8	68.2	128	61.8	4	7.4	6	9.3	15.7	53.6	48	128.00
1996	99.2	173.3	145.5	91.1	26.4	2.6	3.9	6.7	5.2	16.5	3.6	7.2	173.30
1997	104.4	23.2	157.9	129.1	8.5	0.1	67.2	80.1	206.2	80.5			206.20
1998	97.8	151.4	162.2	220	130.2	35.1	12.3	7.9	3.1	5.9	3.7	3.8	220.00
1999	70	196.1	124.9	135.9	17.6	10.2	8.9	6	42.8	12.7	10.1	110.3	196.10
2000	57	133.4	89.7	50.1	15	0	0.1	26.2	0	1.6	33.8		133.40
2001	149.5	75	195.2	93.9	29.1	0.9	1	0	1.2	0	24.1	15.8	195.20
2002	11.5	104.5	333.6	182	12.5	2	3.3	0	0	65.9	56.7	72.1	333.60
2003	114.5	164	115.6	199.7	53	41.1	2.8	0.7	0.5	13	3.9	54.7	199.70
2004	99.9	212.6	116.2	163.3	65.9	6.5	5.9	1.1	49.5	31.2	51.9		212.60
2005	51	125.6	237.9	107.8	7.8	2.4	0.6	0.2	14.7	13.7	92.4		237.90
2006	146.8	228.7	217.2	246.6	41.4	23.8	5.8	21.6	7.1	1.8	45.6	56.9	246.60
2007	174.1	180.6	75.7	27.8	7.5	5.8	0.4	43.7	27.3				180.60
2008	175.4	256.7	260.9	200.7	132.3	27.2	7.6	17.9	12.1	45.7	4.2	32.8	260.90
2009	260.2	206.2	190.5	48.5	65.7	10.5	10.8	0.6	0.6	1.5	5.6	20.1	260.20
2010	76.1	211.9	184.1	178.4	30.7	25.7	5.3	7.8	6.9	26.4	153.8		211.90
2011	113.7	171.7	46.4	239.6	14.1	13.9	14.3	2.3	6.7	15	54.8		239.60
2012	241.2	212.6	205.1	196.2	60.5	14	0	3.2	6.3	26	61.5	34.5	241.20
2013	88.8	168.2	175.6	79.4	129.1	5.8	6.4	8	19.8	8.2	76.7		175.60
2014	192.7	138	238	100.4	172	16.6	3.6	2	32.1	37.6	3.8	49.8	238.00
2015	137.4	122.5	235.2	170.4	111	30.4	19.9	37.2	34.1				235.20
2016	186.2	118.3	189	186.9	24.7	19.7	3.7	0	15.4	5.1	33.1		189.00
2017	249	151.1	33.7	3	2.9	5.2	37.2	7.5	27.2				249.00
MAX	453.00	352.10	394.90	286.00	172.00	62.30	67.20	80.10	206.20	198.60	874.20	136.80	874.20

Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	
			Max. Precip.	x_i
1	1970	0	283.50	877.71
2	1971	0	344.80	8267.57
3	1972	0	354.60	10145.77
4	1973	0	320.40	4425.73
5	1974	0	206.10	2282.34
6	1975	0	238.00	251.98
7	1976	0	394.90	19888.39
8	1977	0	156.90	9403.92
9	1978	0	277.30	548.79
10	1979	0	144.20	12028.34
11	1980	0	242.30	133.95
12	1981	0	187.50	4405.48
13	1982	0	874.20	384804.58
14	1983	0	453.00	39651.24
15	1984	0	310.60	3217.86
16	1985	0	132.40	14755.89
17	1986	0	230.80	532.40
18	1987	0	192.60	3754.48
19	1988	0	272.00	328.56
20	1989	0	305.30	2644.65
21	1990	0	153.80	10014.77
22	1991	0	240.90	168.32
23	1992	0	239.90	195.27
24	1993	0	276.50	511.84
25	1994	0	260.80	47.97
26	1995	0	128.00	15844.22
27	1996	0	173.30	6492.14
28	1997	0	206.20	2272.79
29	1998	0	220.00	1147.43
30	1999	0	196.10	3337.81
31	2000	0	133.40	14513.94
32	2001	0	195.20	3442.62
33	2002	0	333.60	6356.27
34	2003	0	199.70	2934.80
35	2004	0	212.60	1703.53
36	2005	0	237.90	255.16
37	2006	0	246.60	52.91
38	2013	0	175.60	6126.79
39	2014	0	238.00	251.98
40	2015	0	235.20	348.71
41	2016	0	189.00	4208.61
42	2017	0	249.00	23.75
42		Suma	10662.7	602601.4

Cálculo variables probabilísticas		Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias																																																	
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 253.87 \text{ mm}$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Periodo Retorno</th> <th>Variable Reducida</th> <th>Precip. (mm)</th> <th>Prob. de ocurrencia</th> <th>Corrección intervalo fijo</th> </tr> <tr> <th>Años</th> <th>YT</th> <th>XT(mm)</th> <th>F(xT)</th> <th>XT (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>0.3665</td><td>233.9585</td><td>0.5000</td><td>264.3731</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.4999</td><td>341.0962</td><td>0.8000</td><td>385.4388</td></tr> <tr><td>10</td><td>2.2504</td><td>412.0307</td><td>0.9000</td><td>465.5947</td></tr> <tr><td>25</td><td>3.1985</td><td>501.6567</td><td>0.9600</td><td>566.8720</td></tr> <tr><td>50</td><td>3.9019</td><td>568.1463</td><td>0.9800</td><td>642.0053</td></tr> <tr><td>100</td><td>4.6001</td><td>634.1450</td><td>0.9900</td><td>716.5839</td></tr> <tr><td>500</td><td>6.2136</td><td>786.6579</td><td>0.9980</td><td>888.9234</td></tr> </tbody> </table>					Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo	Años	YT	XT(mm)	F(xT)	XT (mm)	2	0.3665	233.9585	0.5000	264.3731	5	1.4999	341.0962	0.8000	385.4388	10	2.2504	412.0307	0.9000	465.5947	25	3.1985	501.6567	0.9600	566.8720	50	3.9019	568.1463	0.9800	642.0053	100	4.6001	634.1450	0.9900	716.5839	500	6.2136	786.6579	0.9980	888.9234
Periodo Retorno	Variable Reducida						Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo																																										
Años	YT						XT(mm)	F(xT)	XT (mm)																																										
2	0.3665						233.9585	0.5000	264.3731																																										
5	1.4999	341.0962	0.8000	385.4388																																															
10	2.2504	412.0307	0.9000	465.5947																																															
25	3.1985	501.6567	0.9600	566.8720																																															
50	3.9019	568.1463	0.9800	642.0053																																															
100	4.6001	634.1450	0.9900	716.5839																																															
500	6.2136	786.6579	0.9980	888.9234																																															
$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 121.23 \text{ mm}$																																																			
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 94.53 \text{ mm}$																																																			
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 199.31 \text{ mm}$																																																			
		$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$																																																	

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	264.3731	385.4388	465.5947	566.8720	642.0053	716.5839	888.9234
18 hr	X18 = 91%	240.5795	350.7493	423.6912	453.4976	584.2249	652.0913	808.9203
12 hr	X12 = 80%	211.4985	308.3510	372.4758	453.4976	513.6043	573.2671	711.1387
8 hr	X8 = 68%	179.7737	262.0984	316.6044	385.4730	436.5636	487.2770	604.4679
6 hr	X6 = 61%	161.2676	235.1176	284.0128	345.7920	391.6233	437.1162	542.2433
5 hr	X5 = 57%	150.6927	219.7001	265.3890	323.1171	365.9430	408.4528	506.6864
4 hr	X4 = 52%	137.4740	200.4282	242.1093	294.7735	333.8428	372.6236	462.2402
3 hr	X3 = 46%	121.6116	177.3018	214.1736	260.7611	295.3225	329.6286	408.9048
2 hr	X2 = 39%	103.1055	150.3211	181.5820	221.0801	250.3821	279.4677	346.6801
1 hr	X1 = 30%	79.3119	115.6316	139.6784	170.0616	192.6016	214.9752	266.6770

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

$$I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	11.0155	16.0599	19.3998	23.6197	26.7502	29.8577	37.0385
18 hr	1080	13.3655	19.4861	23.5384	25.1943	32.4569	36.2273	44.9400
12 hr	720	17.6249	25.6959	31.0396	37.7915	42.8004	47.7723	59.2616
8 hr	480	22.4717	32.7623	39.5756	48.1841	54.5705	60.9096	75.5585
6 hr	360	26.8779	39.1863	47.3355	57.6320	65.2705	72.8527	90.3739
5 hr	300	30.1385	43.9400	53.0778	64.6234	73.1886	81.6906	101.3373
4 hr	240	34.3685	50.1070	60.5273	73.6934	83.4607	93.1559	115.5600
3 hr	180	40.5372	59.1006	71.3912	86.9204	98.4408	109.8762	136.3016
2 hr	120	51.5528	75.1606	90.7910	110.5400	125.1910	139.7339	173.3401
1 hr	60	79.3119	115.6316	139.6784	170.0616	192.6016	214.9752	266.6770

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

en la cual:

- I = Intensidad (mm/hr)
- t = Duración de la lluvia (min)
- T = Período de retorno (años)
- K, m, n = Parámetros de ajuste

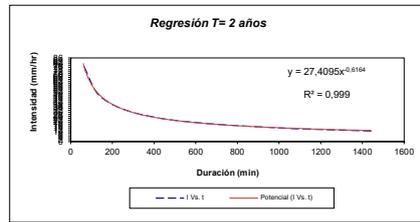
Realizando un cambio de variable:

$$d = K \cdot T^m$$

Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

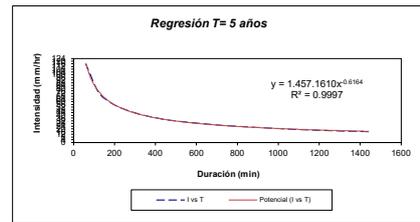
$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

Período de retorno para T = 2 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	11.0155	7.2724	2.3993	17.4487	52.8878
2	1080	13.3655	6.9847	2.5927	18.1091	48.7863
3	720	17.6249	6.5793	2.8693	18.8779	43.2865
4	480	22.4717	6.1738	3.1123	19.2144	38.1156
5	360	26.8779	5.8861	3.2913	19.3730	34.6462
6	300	30.1385	5.7038	3.4058	19.4260	32.5331
7	240	34.3685	5.4806	3.5371	19.3858	30.0374
8	180	40.5372	5.1930	3.7022	19.2255	26.9668
9	120	51.5528	4.7875	3.9426	18.8752	22.9201
10	60	79.3119	4.0943	4.3734	17.9062	16.7637
10	4980	327.2645	58.1555	33.2260	187.8417	346.9435
Ln (d) =	6.9072	d =	999.4692	n =	-0.6164	



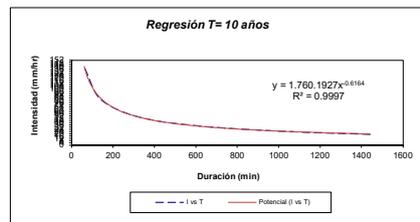
Serie T= 2 años	
x	y
1440	11.0155
1080	13.3655
720	17.6249
480	22.4717
360	26.8779
300	30.1385
240	34.3685
180	40.5372
120	51.5528
60	79.3119

Período de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	16.0599	7.2724	2.7763	20.1906	52.8878
2	1080	19.4861	6.9847	2.9697	20.7425	48.7863
3	720	25.6959	6.5793	3.2463	21.3584	43.2865
4	480	32.7623	6.1738	3.4893	21.5421	38.1156
5	360	39.1863	5.8861	3.6683	21.5922	34.6462
6	300	43.9400	5.7038	3.7828	21.5764	32.5331
7	240	50.1070	5.4806	3.9142	21.4521	30.0374
8	180	59.1006	5.1930	4.0792	21.1833	26.9668
9	120	75.1606	4.7875	4.3196	20.6802	22.9201
10	60	115.6316	4.0943	4.7504	19.4498	16.7637
10	4980	477.1304	58.1555	36.9962	209.7676	346.9435
Ln (d) =	7.2842	d =	1457.1610	n =	-0.6164	



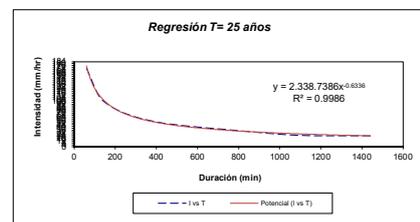
Serie T= 5 años	
x	y
1440	16.0599
1080	19.4861
720	25.6959
480	32.7623
360	39.1863
300	43.9400
240	50.1070
180	59.1006
120	75.1606
60	115.6316

Período de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	19.3998	7.2724	2.9653	21.5646	52.8878
2	1080	23.5384	6.9847	3.1586	22.0622	48.7863
3	720	31.0396	6.5793	3.4353	22.6015	43.2865
4	480	39.5756	6.1738	3.6782	22.7085	38.1156
5	360	47.3355	5.8861	3.8573	22.7042	34.6462
6	300	53.0778	5.7038	3.9718	22.6540	32.5331
7	240	60.5273	5.4806	4.1031	22.4876	30.0374
8	180	71.3912	5.1930	4.2682	22.1644	26.9668
9	120	90.7910	4.7875	4.5086	21.5847	22.9201
10	60	139.6784	4.0943	4.9393	20.2234	16.7637
10	4980	576.3546	58.1555	38.8556	220.7551	346.9435
Ln (d) =	7.4732	d =	1760.1927	n =	-0.6164	



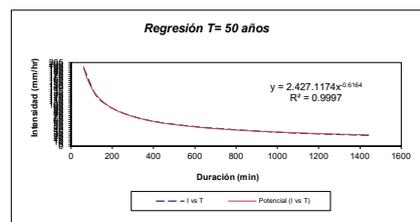
Serie T= 10 años	
x	y
1440	19.3998
1080	23.5384
720	31.0396
480	39.5756
360	47.3355
300	53.0778
240	60.5273
180	71.3912
120	90.7910
60	139.6784

Período de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	23.6197	7.2724	3.1621	22.9959	52.8878
2	1080	25.1943	6.9847	3.2266	22.5370	48.7863
3	720	37.7915	6.5793	3.6321	23.8964	43.2865
4	480	48.1841	6.1738	3.8750	23.9236	38.1156
5	360	57.6320	5.8861	4.0541	23.8627	34.6462
6	300	64.6234	5.7038	4.1686	23.7767	32.5331
7	240	73.6934	5.4806	4.2999	23.5663	30.0374
8	180	86.9204	5.1930	4.4650	23.1865	26.9668
9	120	110.5400	4.7875	4.7054	22.5270	22.9201
10	60	170.0616	4.0943	5.1362	21.0292	16.7637
10	4980	698.2604	58.1555	40.7249	231.3012	346.9435
Ln (d) =	7.7574	d =	2338.7386	n =	-0.6336	



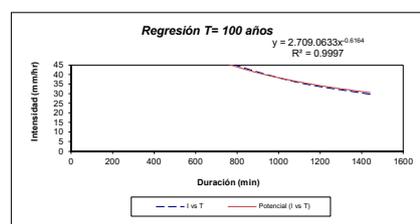
Serie T= 25 años	
x	y
1440	23.6197
1080	25.1943
720	37.7915
480	48.1841
360	57.6320
300	64.6234
240	73.6934
180	86.9204
120	110.5400
60	170.0616

Período de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	26.7502	7.2724	3.2865	23.9010	52.8878
2	1080	32.4569	6.9847	3.4799	24.3062	48.7863
3	720	42.8004	6.5793	3.7565	24.7153	43.2865
4	480	54.5705	6.1738	3.9995	24.6920	38.1156
5	360	65.2705	5.8861	4.1785	24.5953	34.6462
6	300	73.1886	5.7038	4.2930	24.4866	32.5331
7	240	83.4607	5.4806	4.4244	24.2484	30.0374
8	180	98.4408	5.1930	4.5895	23.8328	26.9668
9	120	125.1910	4.7875	4.8298	23.1228	22.9201
10	60	192.6016	4.0943	5.2606	21.5388	16.7637
10	4980	794.7313	58.1555	42.0984	239.4393	346.9435
Ln (d) =	7.7945	d =	2427.1174	n =	-0.6164	



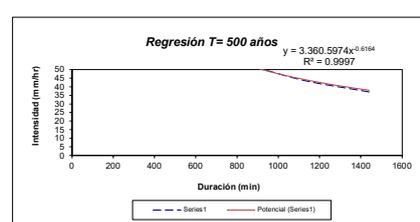
Serie T= 50 años	
x	y
1440	26.7502
1080	32.4569
720	42.8004
480	54.5705
360	65.2705
300	73.1886
240	83.4607
180	98.4408
120	125.1910
60	192.6016

Período de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	29.8577	7.2724	3.3964	24.7003	52.8878
2	1080	36.2273	6.9847	3.5898	25.0738	48.7863
3	720	47.7723	6.5793	3.8664	25.4383	43.2865
4	480	60.9096	6.1738	4.1094	25.3705	38.1156
5	360	72.8527	5.8861	4.2884	25.2422	34.6462
6	300	81.6906	5.7038	4.4029	25.1134	32.5331
7	240	93.1559	5.4806	4.5343	24.8507	30.0374
8	180	109.8762	5.1930	4.6994	24.4035	26.9668
9	120	139.7339	4.7875	4.9397	23.6490	22.9201
10	60	214.9752	4.0943	5.3705	21.9888	16.7637
10	4980	887.0512	58.1555	43.1974	245.6305	346.9435
Ln (d) =	7.9044	d =	2709.0633	n =	-0.6164	



Serie T= 100 años	
x	y
1440	29.8577
1080	36.2273
720	47.7723
480	60.9096
360	72.8527
300	81.6906
240	93.1559
180	109.8762
120	139.7339
60	214.9752

Período de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) ²
1	1440	37.0385	7.2724	3.6120	26.2676	52.8878
2	1080	44.9400	6.9847	3.8053	26.5791	48.7863
3	720	59.2616	6.5793	4.0820	26.8562	43.2865
4	480	75.5585	6.1738	4.3249	26.7011	38.1156
5	360	90.3739	5.8861	4.5040	26.5107	34.6462
6	300	101.3373	5.7038	4.6185	26.3427	32.5331
7	240	115.5600	5.4806	4.7498	26.0319	30.0374
8	180	136.3016	5.1930	4.9149	25.5227	26.9668
9	120	173.3401	4.7875	5.1553	24.6807	22.9201
10	60	266.6770	4.0943	5.5860	22.8712	16.7637
10	4980	1100.3884	58.1555	45.3525	258.3639	346.9435
Ln (d) =	8.1199	d =	3360.5974	n =	-0.6164	



Serie T= 500 años	
x	y
1440	37.0385
1080	44.9400
720	59.2616
480	75.5585
360	90.3739
300	101.3373
240	115.5600
180	136.3016
120	173.3401
60	266.6770

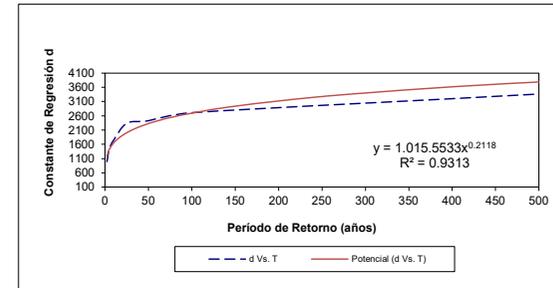
Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	999.46924743975	-0.61638608809
5	1457.16095242019	-0.61638608809
10	1760.19268618658	-0.61638608809
25	2338.73861333511	-0.63362500463
50	2427.11737924072	-0.61638608809
100	2709.06334226216	-0.61638608809
500	3360.59742155806	-0.61638608809
Promedio =	2150.33423463465	-0.61884879045

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = K \cdot T^m$$

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	999.4692	0.6931	6.9072	4.7877	0.4805
2	5	1457.1610	1.6094	7.2842	11.7235	2.5903
3	10	1760.1927	2.3026	7.4732	17.2076	5.3019
4	25	2338.7386	3.2189	7.7574	24.9700	10.3612
5	50	2427.1174	3.9120	7.7945	30.4921	15.3039
6	100	2709.0633	4.6052	7.9044	36.4009	21.2076
7	500	3360.5974	6.2146	8.1199	50.4618	38.6214
7	692	15052.3396	22.5558	53.2407	176.0437	93.8667
Ln (K) =	6.9232	K = 1015.5533	m = 0.2118			

Termino constante de regresión (K) = **1015.5533**
 Coef. de regresión (m) = **0.211847**



x	y
2	999.4692
5	1457.1610
10	1760.1927
25	2338.7386
50	2427.1174
100	2709.0633
500	3360.5974

La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

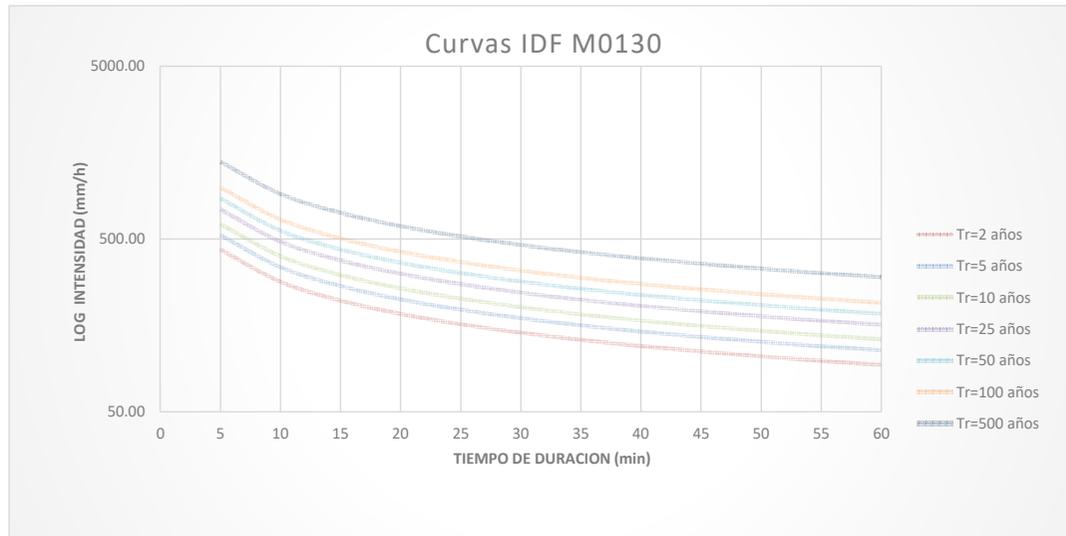
$$I = \frac{1015.5533 * T^{0.211847}}{t^{0.61885}}$$

Donde:

- I = intensidad de precipitación (mm/hr)
- T = Periodo de Retorno (años)
- t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tr=Tabla de ir
Tr=Frecuencia
Tr=años años
Tr=2 años
Tr=5 años
Tr=10 años
Tr=25 años
Tr=50 años
Tr=100 años
Tr=500 años

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	434.43	282.90	220.12	184.22	160.46	143.34	130.30	119.96	111.53	104.49	98.50	93.34
5	527.50	343.50	267.27	223.68	194.83	174.05	158.21	145.66	135.42	126.87	119.61	113.34
10	610.93	397.83	309.55	259.06	225.65	201.57	183.23	168.70	156.84	146.94	138.53	131.26
25	741.81	483.06	375.86	314.57	273.99	244.76	222.49	204.84	190.44	178.42	168.20	159.38
50	859.15	559.47	435.31	364.32	317.33	283.47	257.68	237.24	220.56	206.64	194.81	184.59
100	995.04	647.96	504.17	421.94	367.52	328.31	298.44	274.77	255.45	239.33	225.62	213.79
500	1399.31	911.22	709.00	593.38	516.84	461.70	419.69	386.40	359.24	336.56	317.29	300.65



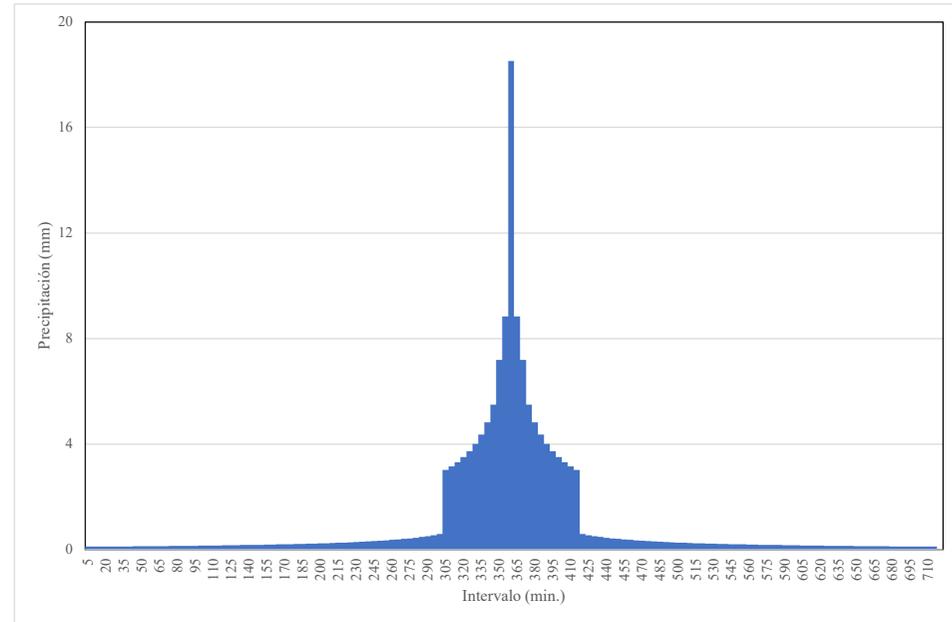
Estación "PICHILINGUE" M0006, INAMHI (2019)

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 30 min:			224.541	0.3463	0.1187
30 a 120 min:			331.068	0.4804	0.1548
120 a 1440 min:			3.549.191	0.9153	0.1430

$$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$$

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
5	222.1	18.5	18.5	1	143	5	0.1
10	174.7	29.1	10.6	2	141	10	0.1
15	151.9	38.0	8.8	3	139	15	0.1
20	137.5	45.8	7.9	4	137	20	0.1
25	127.2	53.0	7.2	5	135	25	0.1
30	131.8	65.9	12.9	6	133	30	0.1
35	122.4	71.4	5.5	7	131	35	0.1
40	114.8	76.5	5.1	8	129	40	0.1
45	108.5	81.4	4.8	9	127	45	0.1
50	103.1	85.9	4.6	10	125	50	0.1
55	98.5	90.3	4.4	11	123	55	0.1
60	94.5	94.5	4.2	12	121	60	0.1
65	90.9	98.5	4.0	13	119	65	0.1
70	87.7	102.3	3.9	14	117	70	0.1
75	84.9	106.1	3.7	15	115	75	0.1
80	82.3	109.7	3.6	16	113	80	0.1
85	79.9	113.2	3.5	17	111	85	0.1
90	77.7	116.6	3.4	18	109	90	0.2
95	75.8	119.9	3.3	19	107	95	0.2
100	73.9	123.2	3.2	20	105	100	0.2
105	72.2	126.4	3.2	21	103	105	0.2
110	70.6	129.4	3.1	22	101	110	0.2
115	69.1	132.5	3.0	23	99	115	0.2
120	67.7	135.5	3.0	24	97	120	0.2
125	66.3	138.4	2.9	25	95	125	0.2
130	65.0	141.2	2.8	26	93	130	0.2
135	63.7	143.9	2.7	27	91	135	0.2
140	62.5	146.5	2.6	28	89	140	0.2
145	61.3	149.0	2.5	29	87	145	0.2
150	60.2	151.4	2.4	30	85	150	0.2
155	59.1	153.7	2.3	31	83	155	0.2
160	58.1	155.9	2.2	32	81	160	0.2
165	57.1	158.0	2.1	33	79	165	0.2
170	56.2	160.0	2.0	34	77	170	0.2
175	55.3	161.9	1.9	35	75	175	0.2
180	54.5	163.7	1.8	36	73	180	0.2
185	53.7	165.4	1.7	37	71	185	0.2
190	53.0	167.0	1.6	38	69	190	0.2
195	52.3	168.5	1.5	39	67	195	0.2
200	51.7	170.0	1.5	40	65	200	0.2
205	51.1	171.4	1.4	41	63	205	0.3
210	50.6	172.8	1.4	42	61	210	0.3
215	50.1	174.1	1.3	43	59	215	0.3
220	49.7	175.4	1.3	44	57	220	0.3



225	48.2	180.8	0.3	45	55	225	0.3
230	47.3	181.1	0.3	46	53	230	0.3
235	46.3	181.5	0.3	47	51	235	0.3
240	45.4	181.8	0.3	48	49	240	0.3
245	44.6	182.1	0.3	49	47	245	0.3
250	43.8	182.4	0.3	50	45	250	0.3
255	43.0	182.7	0.3	51	43	255	0.4
260	42.2	183.0	0.3	52	41	260	0.4
265	41.5	183.3	0.3	53	39	265	0.4
270	40.8	183.6	0.3	54	37	270	0.4
275	40.1	183.9	0.3	55	35	275	0.4
280	39.5	184.2	0.3	56	33	280	0.5
285	38.8	184.5	0.3	57	31	285	0.5
290	38.2	184.7	0.3	58	29	290	0.5
295	37.6	185.0	0.3	59	27	295	0.6
300	37.1	185.3	0.3	60	25	300	0.6
305	36.5	185.5	0.3	61	23	305	3.0
310	36.0	185.8	0.3	62	21	310	3.2
315	35.4	186.0	0.3	63	19	315	3.3
320	34.9	186.3	0.2	64	17	320	3.5
325	34.4	186.5	0.2	65	15	325	3.7
330	34.0	186.8	0.2	66	13	330	4.0
335	33.5	187.0	0.2	67	11	335	4.4
340	33.0	187.2	0.2	68	9	340	4.8
345	32.6	187.5	0.2	69	7	345	5.5
350	32.2	187.7	0.2	70	5	350	7.2
355	31.8	187.9	0.2	71	3	355	8.8
360	31.4	188.1	0.2	72	1	360	18.5
365	31.0	188.4	0.2	73	3	365	8.8
370	30.6	188.6	0.2	74	5	370	7.2
375	30.2	188.8	0.2	75	7	375	5.5
380	29.8	189.0	0.2	76	9	380	4.8
385	29.5	189.2	0.2	77	11	385	4.4
390	29.1	189.4	0.2	78	13	390	4.0
395	28.8	189.6	0.2	79	15	395	3.7
400	28.5	189.8	0.2	80	17	400	3.5
405	28.2	190.0	0.2	81	19	405	3.3
410	27.8	190.2	0.2	82	21	410	3.2
415	27.5	190.4	0.2	83	23	415	3.0
420	27.2	190.6	0.2	84	25	420	0.6
425	26.9	190.8	0.2	85	27	425	0.6
430	26.7	191.0	0.2	86	29	430	0.5
435	26.4	191.2	0.2	87	31	435	0.5
440	26.1	191.4	0.2	88	33	440	0.5
445	25.8	191.6	0.2	89	35	445	0.4
450	25.6	191.7	0.2	90	37	450	0.4
455	25.3	191.9	0.2	91	39	455	0.4
460	25.1	192.1	0.2	92	41	460	0.4
465	24.8	192.3	0.2	93	43	465	0.4
470	24.6	192.4	0.2	94	45	470	0.3
475	24.3	192.6	0.2	95	47	475	0.3
480	24.1	192.8	0.2	96	49	480	0.3
485	23.9	193.0	0.2	97	51	485	0.3
490	23.6	193.1	0.2	98	53	490	0.3
495	23.4	193.3	0.2	99	55	495	0.3
500	23.2	193.5	0.2	100	57	500	0.3
505	23.0	193.6	0.2	101	59	505	0.3

510	22.8	193.8	0.2	102	61	510	0.3
515	22.6	193.9	0.2	103	63	515	0.3
520	22.4	194.1	0.2	104	65	520	0.2
525	22.2	194.3	0.2	105	67	525	0.2
530	22.0	194.4	0.2	106	69	530	0.2
535	21.8	194.6	0.2	107	71	535	0.2
540	21.6	194.7	0.2	108	73	540	0.2
545	21.5	194.9	0.2	109	75	545	0.2
550	21.3	195.0	0.2	110	77	550	0.2
555	21.1	195.2	0.1	111	79	555	0.2
560	20.9	195.3	0.1	112	81	560	0.2
565	20.8	195.5	0.1	113	83	565	0.2
570	20.6	195.6	0.1	114	85	570	0.2
575	20.4	195.8	0.1	115	87	575	0.2
580	20.3	195.9	0.1	116	89	580	0.2
585	20.1	196.0	0.1	117	91	585	0.2
590	20.0	196.2	0.1	118	93	590	0.2
595	19.8	196.3	0.1	119	95	595	0.2
600	19.6	196.5	0.1	120	97	600	0.2
605	19.5	196.6	0.1	121	99	605	0.2
610	19.4	196.7	0.1	122	101	610	0.2
615	19.2	196.9	0.1	123	103	615	0.2
620	19.1	197.0	0.1	124	105	620	0.2
625	18.9	197.1	0.1	125	107	625	0.2
630	18.8	197.3	0.1	126	109	630	0.2
635	18.7	197.4	0.1	127	111	635	0.1
640	18.5	197.5	0.1	128	113	640	0.1
645	18.4	197.7	0.1	129	115	645	0.1
650	18.3	197.8	0.1	130	117	650	0.1
655	18.1	197.9	0.1	131	119	655	0.1
660	18.0	198.1	0.1	132	121	660	0.1
665	17.9	198.2	0.1	133	123	665	0.1
670	17.8	198.3	0.1	134	125	670	0.1
675	17.6	198.4	0.1	135	127	675	0.1
680	17.5	198.6	0.1	136	129	680	0.1
685	17.4	198.7	0.1	137	131	685	0.1
690	17.3	198.8	0.1	138	133	690	0.1
695	17.2	198.9	0.1	139	135	695	0.1
700	17.1	199.0	0.1	140	137	700	0.1
705	17.0	199.2	0.1	141	139	705	0.1
710	16.8	199.3	0.1	142	141	710	0.1
715	16.7	199.4	0.1	143	143	715	0.1
720	16.6	199.5	0.1	144	145	720	0.0

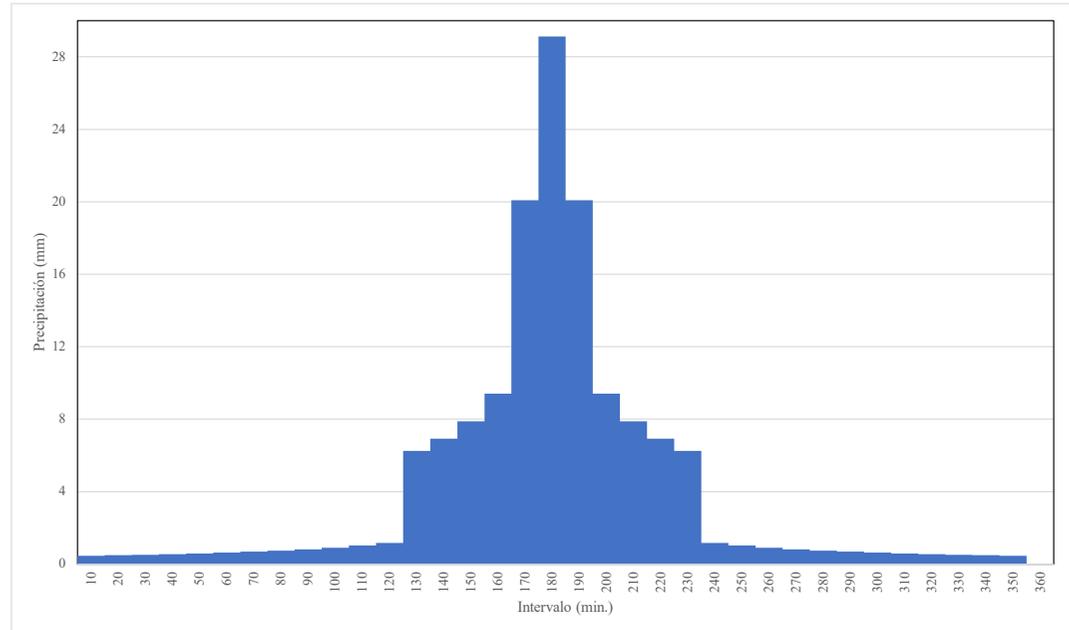
Estación "PICHILINGUE" M0006, INAMHI (2019)

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 30 min:			224.5410	0.3463	0.1187
30 a 120 min:			331.0680	0.4804	0.1548
120 a 1440 min:			3549.1910	0.9153	0.1430

$$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$$

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
10	174.7	29.1	29.1	1	35	10	0.5
20	137.5	45.8	16.7	2	33	20	0.5
30	131.8	65.9	20.1	3	31	30	0.5
40	114.8	76.5	10.6	4	29	40	0.5
50	103.1	85.9	9.4	5	27	50	0.6
60	94.5	94.5	8.5	6	25	60	0.6
70	87.7	102.3	7.9	7	23	70	0.7
80	82.3	109.7	7.4	8	21	80	0.7
90	77.7	116.6	6.9	9	19	90	0.8
100	73.9	123.2	6.6	10	17	100	0.9
110	70.6	129.4	6.3	11	15	110	1.0
120	85.7	171.4	42.0	12	13	120	1.2
130	79.7	172.6	1.2	13	11	130	6.3
140	74.4	173.7	1.1	14	9	140	6.9
150	69.9	174.7	1.0	15	7	150	7.9
160	65.9	175.7	1.0	16	5	160	9.4
170	62.3	176.6	0.9	17	3	170	20.1
180	59.1	177.4	0.9	18	1	180	29.1
190	56.3	178.2	0.8	19	3	190	20.1
200	53.7	179.0	0.8	20	5	200	9.4
210	51.4	179.8	0.7	21	7	210	7.9
220	49.2	180.5	0.7	22	9	220	6.9
230	47.3	181.1	0.7	23	11	230	6.3
240	45.4	181.8	0.7	24	13	240	1.2
250	43.8	182.4	0.6	25	15	250	1.0
260	42.2	183.0	0.6	26	17	260	0.9
270	40.8	183.6	0.6	27	19	270	0.8
280	39.5	184.2	0.6	28	21	280	0.7
290	38.2	184.7	0.5	29	23	290	0.7
300	37.1	185.3	0.5	30	25	300	0.6
310	36.0	185.8	0.5	31	27	310	0.6
320	34.9	186.3	0.5	32	29	320	0.5
330	34.0	186.8	0.5	33	31	330	0.5
340	33.0	187.2	0.5	34	33	340	0.5
350	32.2	187.7	0.5	35	35	350	0.5
360	31.4	188.1	0.4	36	37	360	0.0



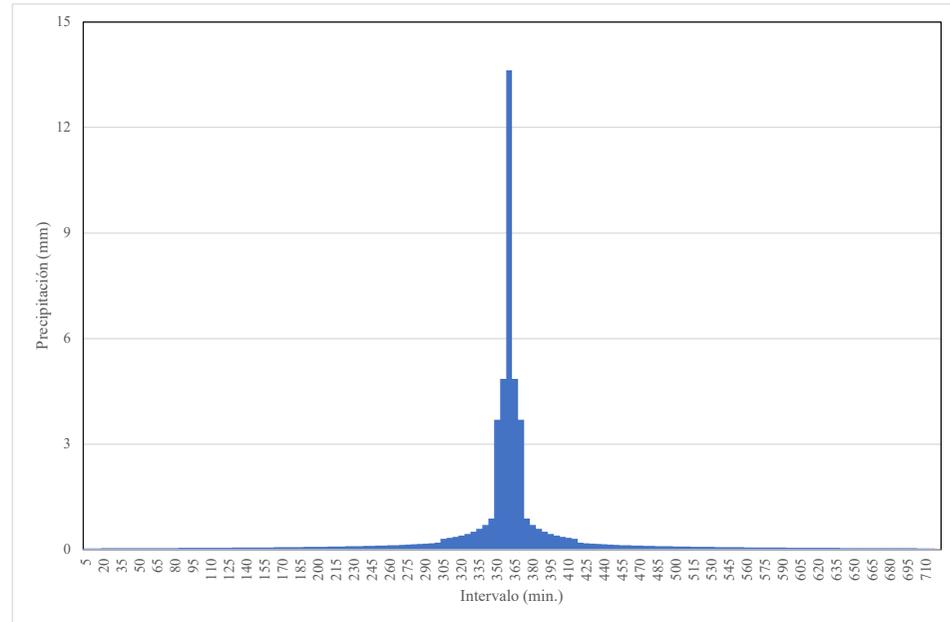
Estación "SAN SIMÓN" M0030, INAMHI (2019)

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 30 min:			174.86950	0.45900	0.14570
30 a 120 min:			589.20260	0.84410	0.17030
120 a 1440 min:			695.44090	0.88500	0.16220

$$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$$

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
5	163.4	13.6	13.6	1	143	5	0.0
10	118.9	19.8	6.2	2	141	10	0.0
15	98.7	24.7	4.9	3	139	15	0.0
20	86.5	28.8	4.2	4	137	20	0.0
25	78.1	32.5	3.7	5	135	25	0.0
30	73.1	36.6	4.0	6	133	30	0.0
35	64.2	37.4	0.9	7	131	35	0.0
40	57.4	38.2	0.8	8	129	40	0.0
45	51.9	38.9	0.7	9	127	45	0.0
50	47.5	39.6	0.6	10	125	50	0.0
55	43.8	40.2	0.6	11	123	55	0.0
60	40.7	40.7	0.5	12	121	60	0.0
65	38.1	41.2	0.5	13	119	65	0.0
70	35.8	41.7	0.5	14	117	70	0.1
75	33.7	42.2	0.5	15	115	75	0.1
80	31.9	42.6	0.4	16	113	80	0.1
85	30.4	43.0	0.4	17	111	85	0.1
90	28.9	43.4	0.4	18	109	90	0.1
95	27.6	43.8	0.4	19	107	95	0.1
100	26.5	44.1	0.4	20	105	100	0.1
105	25.4	44.4	0.3	21	103	105	0.1
110	24.4	44.8	0.3	22	101	110	0.1
115	23.5	45.1	0.3	23	99	115	0.1
120	21.2	42.4	2.7	24	97	120	0.1
125	20.5	42.6	0.2	25	95	125	0.1
130	19.8	42.8	0.2	26	93	130	0.1
135	19.1	43.0	0.2	27	91	135	0.1
140	18.5	43.2	0.2	28	89	140	0.1
145	17.9	43.4	0.2	29	87	145	0.1
150	17.4	43.5	0.2	30	85	150	0.1
155	16.9	43.7	0.2	31	83	155	0.1
160	16.4	43.9	0.2	32	81	160	0.1
165	16.0	44.0	0.2	33	79	165	0.1
170	15.6	44.2	0.2	34	77	170	0.1
175	15.2	44.3	0.1	35	75	175	0.1
180	14.8	44.4	0.1	36	73	180	0.1
185	14.5	44.6	0.1	37	71	185	0.1
190	14.1	44.7	0.1	38	69	190	0.1
195	13.8	44.9	0.1	39	67	195	0.1
200	13.5	45.0	0.1	40	65	200	0.1
205	13.2	45.1	0.1	41	63	205	0.1
210	12.9	45.2	0.1	42	61	210	0.1
215	12.7	45.4	0.1	43	59	215	0.1
220	12.4	45.5	0.1	44	57	220	0.1



225	12.2	45.6	0.1	45	55	225	0.1
230	11.9	45.7	0.1	46	53	230	0.1
235	11.7	45.8	0.1	47	51	235	0.1
240	11.5	45.9	0.1	48	49	240	0.1
245	11.3	46.1	0.1	49	47	245	0.1
250	11.1	46.2	0.1	50	45	250	0.1
255	10.9	46.3	0.1	51	43	255	0.1
260	10.7	46.4	0.1	52	41	260	0.1
265	10.5	46.5	0.1	53	39	265	0.1
270	10.3	46.6	0.1	54	37	270	0.1
275	10.2	46.7	0.1	55	35	275	0.1
280	10.0	46.8	0.1	56	33	280	0.2
285	9.9	46.9	0.1	57	31	285	0.2
290	9.7	47.0	0.1	58	29	290	0.2
295	9.6	47.0	0.1	59	27	295	0.2
300	9.4	47.1	0.1	60	25	300	0.2
305	9.3	47.2	0.1	61	23	305	0.3
310	9.2	47.3	0.1	62	21	310	0.3
315	9.0	47.4	0.1	63	19	315	0.4
320	8.9	47.5	0.1	64	17	320	0.4
325	8.8	47.6	0.1	65	15	325	0.5
330	8.7	47.7	0.1	66	13	330	0.5
335	8.6	47.7	0.1	67	11	335	0.6
340	8.4	47.8	0.1	68	9	340	0.7
345	8.3	47.9	0.1	69	7	345	0.9
350	8.2	48.0	0.1	70	5	350	3.7
355	8.1	48.1	0.1	71	3	355	4.9
360	8.0	48.1	0.1	72	1	360	13.6
365	7.9	48.2	0.1	73	3	365	4.9
370	7.8	48.3	0.1	74	5	370	3.7
375	7.7	48.4	0.1	75	7	375	0.9
380	7.6	48.4	0.1	76	9	380	0.7
385	7.6	48.5	0.1	77	11	385	0.6
390	7.5	48.6	0.1	78	13	390	0.5
395	7.4	48.7	0.1	79	15	395	0.5
400	7.3	48.7	0.1	80	17	400	0.4
405	7.2	48.8	0.1	81	19	405	0.4
410	7.2	48.9	0.1	82	21	410	0.3
415	7.1	48.9	0.1	83	23	415	0.3
420	7.0	49.0	0.1	84	25	420	0.2
425	6.9	49.1	0.1	85	27	425	0.2
430	6.9	49.1	0.1	86	29	430	0.2
435	6.8	49.2	0.1	87	31	435	0.2
440	6.7	49.3	0.1	88	33	440	0.2
445	6.7	49.3	0.1	89	35	445	0.1
450	6.6	49.4	0.1	90	37	450	0.1
455	6.5	49.5	0.1	91	39	455	0.1
460	6.5	49.5	0.1	92	41	460	0.1
465	6.4	49.6	0.1	93	43	465	0.1
470	6.3	49.6	0.1	94	45	470	0.1
475	6.3	49.7	0.1	95	47	475	0.1
480	6.2	49.8	0.1	96	49	480	0.1
485	6.2	49.8	0.1	97	51	485	0.1
490	6.1	49.9	0.1	98	53	490	0.1
495	6.1	49.9	0.1	99	55	495	0.1
500	6.0	50.0	0.1	100	57	500	0.1
505	5.9	50.0	0.1	101	59	505	0.1

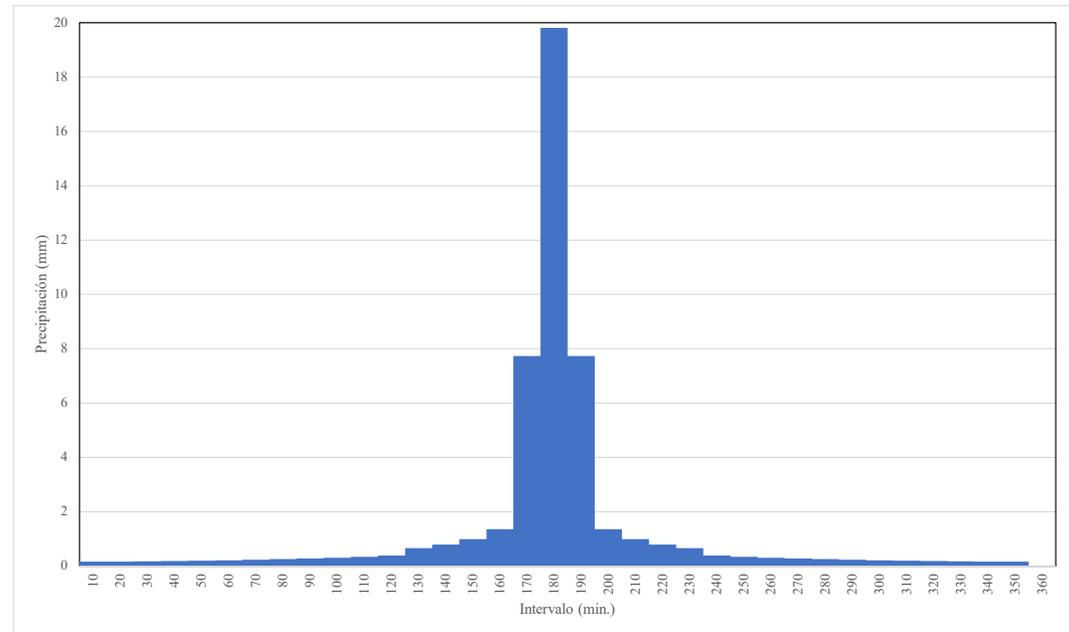
510	5.9	50.1	0.1	102	61	510	0.1
515	5.8	50.2	0.1	103	63	515	0.1
520	5.8	50.2	0.1	104	65	520	0.1
525	5.7	50.3	0.1	105	67	525	0.1
530	5.7	50.3	0.1	106	69	530	0.1
535	5.7	50.4	0.1	107	71	535	0.1
540	5.6	50.4	0.1	108	73	540	0.1
545	5.6	50.5	0.1	109	75	545	0.1
550	5.5	50.5	0.1	110	77	550	0.1
555	5.5	50.6	0.1	111	79	555	0.1
560	5.4	50.6	0.1	112	81	560	0.1
565	5.4	50.7	0.1	113	83	565	0.1
570	5.3	50.7	0.1	114	85	570	0.1
575	5.3	50.8	0.1	115	87	575	0.1
580	5.3	50.9	0.1	116	89	580	0.1
585	5.2	50.9	0.1	117	91	585	0.1
590	5.2	51.0	0.0	118	93	590	0.1
595	5.1	51.0	0.0	119	95	595	0.1
600	5.1	51.1	0.0	120	97	600	0.1
605	5.1	51.1	0.0	121	99	605	0.1
610	5.0	51.1	0.0	122	101	610	0.1
615	5.0	51.2	0.0	123	103	615	0.1
620	5.0	51.2	0.0	124	105	620	0.1
625	4.9	51.3	0.0	125	107	625	0.1
630	4.9	51.3	0.0	126	109	630	0.1
635	4.9	51.4	0.0	127	111	635	0.1
640	4.8	51.4	0.0	128	113	640	0.1
645	4.8	51.5	0.0	129	115	645	0.1
650	4.8	51.5	0.0	130	117	650	0.1
655	4.7	51.6	0.0	131	119	655	0.0
660	4.7	51.6	0.0	132	121	660	0.0
665	4.7	51.7	0.0	133	123	665	0.0
670	4.6	51.7	0.0	134	125	670	0.0
675	4.6	51.7	0.0	135	127	675	0.0
680	4.6	51.8	0.0	136	129	680	0.0
685	4.5	51.8	0.0	137	131	685	0.0
690	4.5	51.9	0.0	138	133	690	0.0
695	4.5	51.9	0.0	139	135	695	0.0
700	4.5	52.0	0.0	140	137	700	0.0
705	4.4	52.0	0.0	141	139	705	0.0
710	4.4	52.0	0.0	142	141	710	0.0
715	4.4	52.1	0.0	143	143	715	0.0
720	4.3	52.1	0.0	144	145	720	0.0

Estación "SAN SIMÓN" M0030, INAMHI (2019)

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 30 min:			174.8695	0.459	0.1457
30 a 120 min:		$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$	589.2026	0.8441	0.1703
120 a 1440 min:			695.4409	0.885	0.1622

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
10	118.9	19.8	19.8	1	35	10	0.2
20	86.5	28.8	9.0	2	33	20	0.2
30	73.1	36.6	7.7	3	31	30	0.2
40	57.4	38.2	1.7	4	29	40	0.2
50	47.5	39.6	1.4	5	27	50	0.2
60	40.7	40.7	1.1	6	25	60	0.2
70	35.8	41.7	1.0	7	23	70	0.2
80	31.9	42.6	0.9	8	21	80	0.3
90	28.9	43.4	0.8	9	19	90	0.3
100	26.5	44.1	0.7	10	17	100	0.3
110	24.4	44.8	0.7	11	15	110	0.3
120	21.2	42.4	2.3	12	13	120	0.4
130	19.8	42.8	0.4	13	11	130	0.7
140	18.5	43.2	0.4	14	9	140	0.8
150	17.4	43.5	0.3	15	7	150	1.0
160	16.4	43.9	0.3	16	5	160	1.4
170	15.6	44.2	0.3	17	3	170	7.7
180	14.8	44.4	0.3	18	1	180	19.8
190	14.1	44.7	0.3	19	3	190	7.7
200	13.5	45.0	0.3	20	5	200	1.4
210	12.9	45.2	0.3	21	7	210	1.0
220	12.4	45.5	0.2	22	9	220	0.8
230	11.9	45.7	0.2	23	11	230	0.7
240	11.5	45.9	0.2	24	13	240	0.4
250	11.1	46.2	0.2	25	15	250	0.3
260	10.7	46.4	0.2	26	17	260	0.3
270	10.3	46.6	0.2	27	19	270	0.3
280	10.0	46.8	0.2	28	21	280	0.3
290	9.7	47.0	0.2	29	23	290	0.2
300	9.4	47.1	0.2	30	25	300	0.2
310	9.2	47.3	0.2	31	27	310	0.2
320	8.9	47.5	0.2	32	29	320	0.2
330	8.7	47.7	0.2	33	31	330	0.2
340	8.4	47.8	0.2	34	33	340	0.2
350	8.2	48.0	0.2	35	35	350	0.2
360	8.0	48.1	0.2	36	37	360	0.0



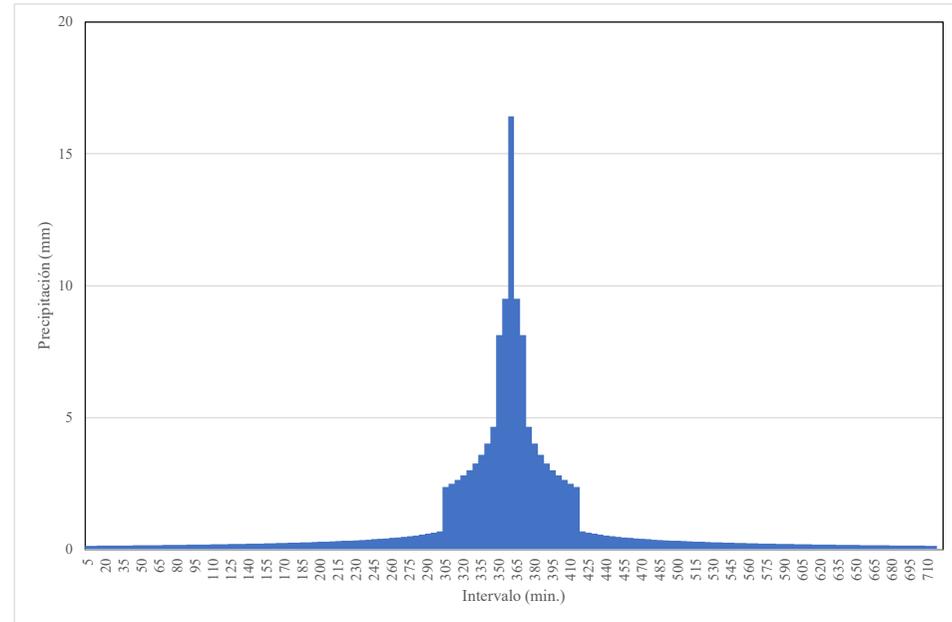
Estación "LA CLEMENTINA" M0261, INAMHI (2019)

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 30 min:			171.25	0.26	0.12
30 a 120 min:			458.67	0.54	0.12
120 a 1440 min:			2188.65	0.86	0.11

$$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$$

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
5	197.0	16.4	16.4	1	143	5	0.2
10	164.0	27.3	10.9	2	141	10	0.2
15	147.4	36.8	9.5	3	139	15	0.2
20	136.6	45.5	8.7	4	137	20	0.2
25	128.8	53.7	8.1	5	135	25	0.2
30	126.7	63.3	9.7	6	133	30	0.2
35	116.6	68.0	4.7	7	131	35	0.2
40	108.5	72.3	4.3	8	129	40	0.2
45	101.8	76.3	4.0	9	127	45	0.2
50	96.2	80.1	3.8	10	125	50	0.2
55	91.3	83.7	3.6	11	123	55	0.2
60	87.1	87.1	3.4	12	121	60	0.2
65	83.5	90.4	3.3	13	119	65	0.2
70	80.2	93.6	3.1	14	117	70	0.2
75	77.3	96.6	3.0	15	115	75	0.2
80	74.6	99.5	2.9	16	113	80	0.2
85	72.2	102.3	2.8	17	111	85	0.2
90	70.0	105.0	2.7	18	109	90	0.2
95	68.0	107.7	2.6	19	107	95	0.2
100	66.1	110.2	2.6	20	105	100	0.2
105	64.4	112.7	2.5	21	103	105	0.2
110	62.8	115.2	2.4	22	101	110	0.2
115	61.3	117.6	2.4	23	99	115	0.2
120	60.0	120.0	2.4	24	97	120	0.2
125	57.9	120.7	0.7	25	95	125	0.2
130	56.0	121.4	0.7	26	93	130	0.2
135	54.2	122.0	0.6	27	91	135	0.2
140	52.6	122.6	0.6	28	89	140	0.2
145	51.0	123.2	0.6	29	87	145	0.2
150	49.5	123.8	0.6	30	85	150	0.2
155	48.2	124.4	0.6	31	83	155	0.2
160	46.9	125.0	0.6	32	81	160	0.2
165	45.6	125.5	0.5	33	79	165	0.3
170	44.5	126.0	0.5	34	77	170	0.3
175	43.4	126.6	0.5	35	75	175	0.3
180	42.4	127.1	0.5	36	73	180	0.3
185	41.4	127.6	0.5	37	71	185	0.3
190	40.4	128.0	0.5	38	69	190	0.3
195	39.5	128.5	0.5	39	67	195	0.3
200	38.7	129.0	0.5	40	65	200	0.3
205	37.9	129.4	0.4	41	63	205	0.3
210	37.1	129.9	0.4	42	61	210	0.3
215	36.4	130.3	0.4	43	59	215	0.3
220	35.6	130.7	0.4	44	57	220	0.3



225	35.0	131.1	0.4	45	55	225	0.3
230	34.3	131.5	0.4	46	53	230	0.4
235	33.7	131.9	0.4	47	51	235	0.4
240	33.1	132.3	0.4	48	49	240	0.4
245	32.5	132.7	0.4	49	47	245	0.4
250	31.9	133.1	0.4	50	45	250	0.4
255	31.4	133.5	0.4	51	43	255	0.4
260	30.9	133.8	0.4	52	41	260	0.4
265	30.4	134.2	0.4	53	39	265	0.5
270	29.9	134.5	0.4	54	37	270	0.5
275	29.4	134.9	0.3	55	35	275	0.5
280	29.0	135.2	0.3	56	33	280	0.5
285	28.5	135.6	0.3	57	31	285	0.6
290	28.1	135.9	0.3	58	29	290	0.6
295	27.7	136.2	0.3	59	27	295	0.6
300	27.3	136.6	0.3	60	25	300	0.7
305	26.9	136.9	0.3	61	23	305	2.4
310	26.6	137.2	0.3	62	21	310	2.5
315	26.2	137.5	0.3	63	19	315	2.6
320	25.8	137.8	0.3	64	17	320	2.8
325	25.5	138.1	0.3	65	15	325	3.0
330	25.2	138.4	0.3	66	13	330	3.3
335	24.8	138.7	0.3	67	11	335	3.6
340	24.5	139.0	0.3	68	9	340	4.0
345	24.2	139.3	0.3	69	7	345	4.7
350	23.9	139.6	0.3	70	5	350	8.1
355	23.6	139.8	0.3	71	3	355	9.5
360	23.4	140.1	0.3	72	1	360	16.4
365	23.1	140.4	0.3	73	3	365	9.5
370	22.8	140.7	0.3	74	5	370	8.1
375	22.5	140.9	0.3	75	7	375	4.7
380	22.3	141.2	0.3	76	9	380	4.0
385	22.0	141.4	0.3	77	11	385	3.6
390	21.8	141.7	0.3	78	13	390	3.3
395	21.6	142.0	0.3	79	15	395	3.0
400	21.3	142.2	0.3	80	17	400	2.8
405	21.1	142.5	0.2	81	19	405	2.6
410	20.9	142.7	0.2	82	21	410	2.5
415	20.7	142.9	0.2	83	23	415	2.4
420	20.5	143.2	0.2	84	25	420	0.7
425	20.2	143.4	0.2	85	27	425	0.6
430	20.0	143.7	0.2	86	29	430	0.6
435	19.8	143.9	0.2	87	31	435	0.6
440	19.7	144.1	0.2	88	33	440	0.5
445	19.5	144.4	0.2	89	35	445	0.5
450	19.3	144.6	0.2	90	37	450	0.5
455	19.1	144.8	0.2	91	39	455	0.5
460	18.9	145.0	0.2	92	41	460	0.4
465	18.7	145.3	0.2	93	43	465	0.4
470	18.6	145.5	0.2	94	45	470	0.4
475	18.4	145.7	0.2	95	47	475	0.4
480	18.2	145.9	0.2	96	49	480	0.4
485	18.1	146.1	0.2	97	51	485	0.4
490	17.9	146.3	0.2	98	53	490	0.4
495	17.8	146.5	0.2	99	55	495	0.3
500	17.6	146.8	0.2	100	57	500	0.3
505	17.5	147.0	0.2	101	59	505	0.3

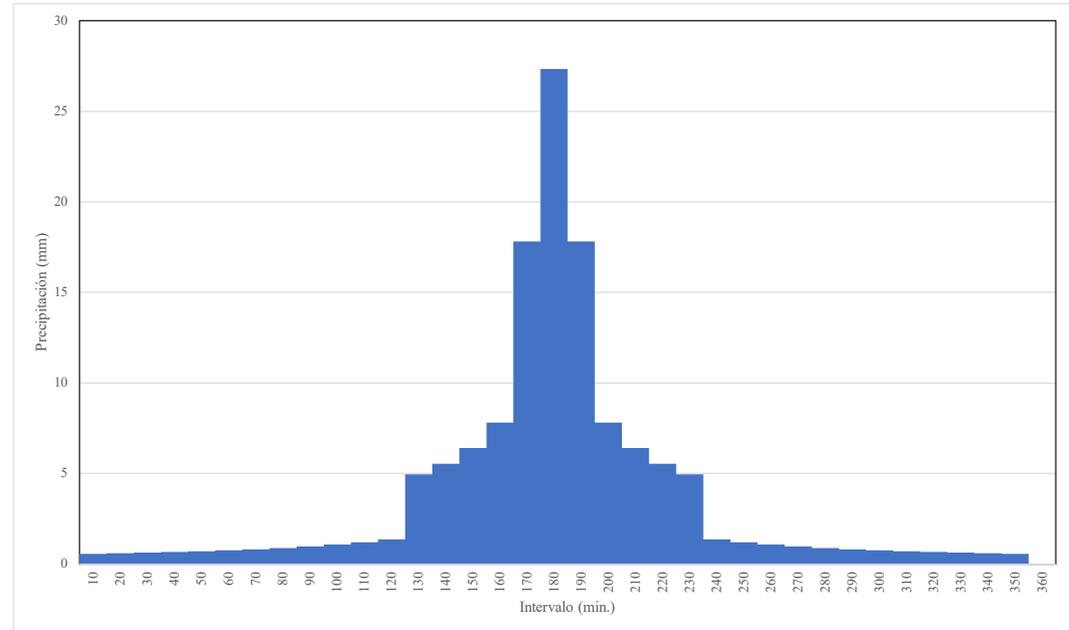
510	17.3	147.2	0.2	102	61	510	0.3
515	17.2	147.4	0.2	103	63	515	0.3
520	17.0	147.6	0.2	104	65	520	0.3
525	16.9	147.8	0.2	105	67	525	0.3
530	16.8	148.0	0.2	106	69	530	0.3
535	16.6	148.2	0.2	107	71	535	0.3
540	16.5	148.4	0.2	108	73	540	0.3
545	16.4	148.5	0.2	109	75	545	0.3
550	16.2	148.7	0.2	110	77	550	0.3
555	16.1	148.9	0.2	111	79	555	0.3
560	16.0	149.1	0.2	112	81	560	0.2
565	15.9	149.3	0.2	113	83	565	0.2
570	15.7	149.5	0.2	114	85	570	0.2
575	15.6	149.7	0.2	115	87	575	0.2
580	15.5	149.9	0.2	116	89	580	0.2
585	15.4	150.0	0.2	117	91	585	0.2
590	15.3	150.2	0.2	118	93	590	0.2
595	15.2	150.4	0.2	119	95	595	0.2
600	15.1	150.6	0.2	120	97	600	0.2
605	15.0	150.7	0.2	121	99	605	0.2
610	14.8	150.9	0.2	122	101	610	0.2
615	14.7	151.1	0.2	123	103	615	0.2
620	14.6	151.3	0.2	124	105	620	0.2
625	14.5	151.4	0.2	125	107	625	0.2
630	14.4	151.6	0.2	126	109	630	0.2
635	14.3	151.8	0.2	127	111	635	0.2
640	14.2	151.9	0.2	128	113	640	0.2
645	14.2	152.1	0.2	129	115	645	0.2
650	14.1	152.3	0.2	130	117	650	0.2
655	14.0	152.4	0.2	131	119	655	0.2
660	13.9	152.6	0.2	132	121	660	0.2
665	13.8	152.8	0.2	133	123	665	0.2
670	13.7	152.9	0.2	134	125	670	0.2
675	13.6	153.1	0.2	135	127	675	0.2
680	13.5	153.3	0.2	136	129	680	0.2
685	13.4	153.4	0.2	137	131	685	0.2
690	13.4	153.6	0.2	138	133	690	0.2
695	13.3	153.7	0.2	139	135	695	0.2
700	13.2	153.9	0.2	140	137	700	0.2
705	13.1	154.0	0.2	141	139	705	0.2
710	13.0	154.2	0.2	142	141	710	0.2
715	13.0	154.3	0.2	143	143	715	0.2
720	12.9	154.5	0.2	144	145	720	0.0

Estación "LA CLEMENTINA" M0261, INAMHI (2019)

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 30 min:			171.2465	0.2641	0.1227
30 a 120 min:		$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$	458.6663	0.5397	0.1192
120 a 1440 min:			2188.6494	0.8590	0.1120

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
10	164.0	27.3	27.3	1	35	10	0.6
20	136.6	45.5	18.2	2	33	20	0.6
30	126.7	63.3	17.8	3	31	30	0.6
40	108.5	72.3	9.0	4	29	40	0.7
50	96.2	80.1	7.8	5	27	50	0.7
60	87.1	87.1	7.0	6	25	60	0.8
70	80.2	93.6	6.4	7	23	70	0.8
80	74.6	99.5	5.9	8	21	80	0.9
90	70.0	105.0	5.5	9	19	90	1.0
100	66.1	110.2	5.2	10	17	100	1.1
110	62.8	115.2	4.9	11	15	110	1.2
120	60.0	120.0	4.8	12	13	120	1.4
130	56.0	121.4	1.4	13	11	130	4.9
140	52.6	122.6	1.3	14	9	140	5.5
150	49.5	123.8	1.2	15	7	150	6.4
160	46.9	125.0	1.1	16	5	160	7.8
170	44.5	126.0	1.1	17	3	170	17.8
180	42.4	127.1	1.0	18	1	180	27.3
190	40.4	128.0	1.0	19	3	190	17.8
200	38.7	129.0	0.9	20	5	200	7.8
210	37.1	129.9	0.9	21	7	210	6.4
220	35.6	130.7	0.9	22	9	220	5.5
230	34.3	131.5	0.8	23	11	230	4.9
240	33.1	132.3	0.8	24	13	240	1.4
250	31.9	133.1	0.8	25	15	250	1.2
260	30.9	133.8	0.7	26	17	260	1.1
270	29.9	134.5	0.7	27	19	270	1.0
280	29.0	135.2	0.7	28	21	280	0.9
290	28.1	135.9	0.7	29	23	290	0.8
300	27.3	136.6	0.7	30	25	300	0.8
310	26.6	137.2	0.6	31	27	310	0.7
320	25.8	137.8	0.6	32	29	320	0.7
330	25.2	138.4	0.6	33	31	330	0.6
340	24.5	139.0	0.6	34	33	340	0.6
350	23.9	139.6	0.6	35	35	350	0.6
360	23.4	140.1	0.6	36	37	360	0.0



Estación "CALUMA" M0129, INAMHI (2019)

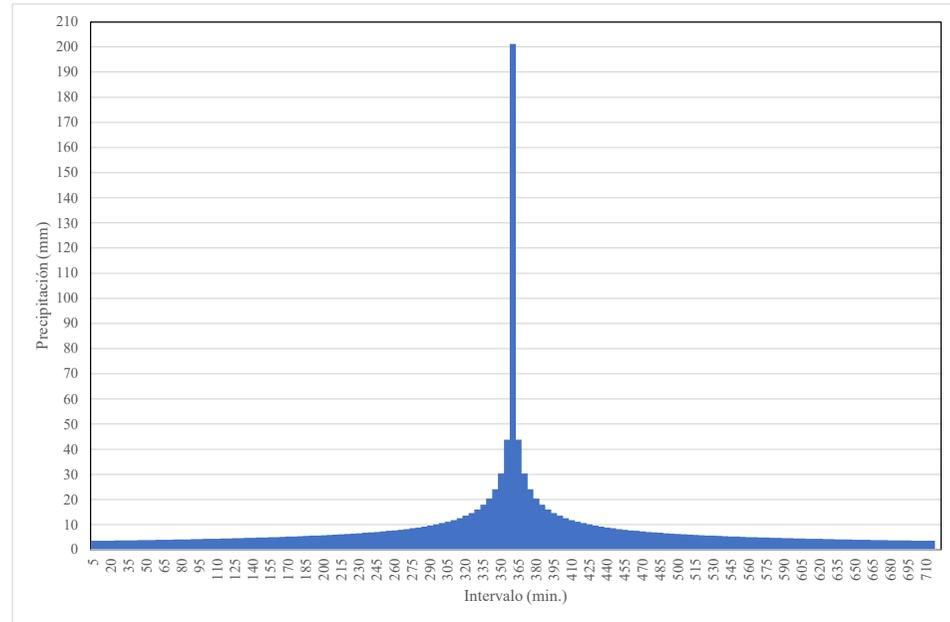
T = 100 años

Duración, t_d en min: T [años] i [mm/h]

$$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$$

c	e	f
3043.8501	0.61885	0.165971
3043.8501	0.61885	0.165971
3043.8501	0.61885	0.165971

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
5	2414.4	201.2	201.2	1	143	5	3.6
10	1572.2	262.0	60.8	2	141	10	3.6
15	1223.3	305.8	43.8	3	139	15	3.6
20	1023.8	341.3	35.4	4	137	20	3.7
25	891.8	371.6	30.3	5	135	25	3.7
30	796.6	398.3	26.7	6	133	30	3.7
35	724.1	422.4	24.1	7	131	35	3.8
40	666.7	444.5	22.1	8	129	40	3.8
45	619.8	464.9	20.4	9	127	45	3.8
50	580.7	483.9	19.0	10	125	50	3.9
55	547.4	501.8	17.9	11	123	55	3.9
60	518.7	518.7	16.9	12	121	60	4.0
65	493.7	534.8	16.1	13	119	65	4.0
70	471.5	550.1	15.3	14	117	70	4.0
75	451.8	564.8	14.7	15	115	75	4.1
80	434.1	578.9	14.1	16	113	80	4.1
85	418.2	592.4	13.5	17	111	85	4.2
90	403.6	605.4	13.0	18	109	90	4.2
95	390.3	618.0	12.6	19	107	95	4.3
100	378.2	630.3	12.2	20	105	100	4.3
105	366.9	642.1	11.8	21	103	105	4.4
110	356.5	653.6	11.5	22	101	110	4.4
115	346.8	664.7	11.2	23	99	115	4.5
120	337.8	675.6	10.9	24	97	120	4.5
125	329.4	686.2	10.6	25	95	125	4.6
130	321.5	696.5	10.3	26	93	130	4.7
135	314.1	706.6	10.1	27	91	135	4.7
140	307.1	716.5	9.9	28	89	140	4.8
145	300.5	726.1	9.6	29	87	145	4.9
150	294.2	735.6	9.4	30	85	150	4.9
155	288.3	744.8	9.3	31	83	155	5.0
160	282.7	753.9	9.1	32	81	160	5.1
165	277.4	762.8	8.9	33	79	165	5.2
170	272.3	771.5	8.7	34	77	170	5.2
175	267.5	780.1	8.6	35	75	175	5.3
180	262.8	788.5	8.4	36	73	180	5.4
185	258.4	796.8	8.3	37	71	185	5.5
190	254.2	804.9	8.1	38	69	190	5.6
195	250.1	812.9	8.0	39	67	195	5.7
200	246.2	820.8	7.9	40	65	200	5.8
205	242.5	828.6	7.8	41	63	205	5.9
210	238.9	836.2	7.6	42	61	210	6.1
215	235.5	843.8	7.5	43	59	215	6.2
220	232.1	851.2	7.4	44	57	220	6.3



225	228.9	858.5	7.3	45	55	225	6.5
230	225.8	865.7	7.2	46	53	230	6.6
235	222.9	872.9	7.1	47	51	235	6.8
240	220.0	879.9	7.0	48	49	240	6.9
245	217.2	886.8	6.9	49	47	245	7.1
250	214.5	893.7	6.9	50	45	250	7.3
255	211.9	900.5	6.8	51	43	255	7.5
260	209.3	907.2	6.7	52	41	260	7.8
265	206.9	913.8	6.6	53	39	265	8.0
270	204.5	920.3	6.5	54	37	270	8.3
275	202.2	926.8	6.5	55	35	275	8.6
280	200.0	933.1	6.4	56	33	280	8.9
285	197.8	939.5	6.3	57	31	285	9.3
290	195.7	945.7	6.2	58	29	290	9.6
295	193.6	951.9	6.2	59	27	295	10.1
300	191.6	958.0	6.1	60	25	300	10.6
305	189.7	964.1	6.1	61	23	305	11.2
310	187.8	970.1	6.0	62	21	310	11.8
315	185.9	976.0	5.9	63	19	315	12.6
320	184.1	981.9	5.9	64	17	320	13.5
325	182.3	987.7	5.8	65	15	325	14.7
330	180.6	993.4	5.8	66	13	330	16.1
335	179.0	999.2	5.7	67	11	335	17.9
340	177.3	1004.8	5.7	68	9	340	20.4
345	175.7	1010.4	5.6	69	7	345	24.1
350	174.2	1016.0	5.6	70	5	350	30.3
355	172.6	1021.5	5.5	71	3	355	43.8
360	171.2	1026.9	5.5	72	1	360	201.2
365	169.7	1032.4	5.4	73	3	365	43.8
370	168.3	1037.7	5.4	74	5	370	30.3
375	166.9	1043.1	5.3	75	7	375	24.1
380	165.5	1048.3	5.3	76	9	380	20.4
385	164.2	1053.6	5.2	77	11	385	17.9
390	162.9	1058.8	5.2	78	13	390	16.1
395	161.6	1063.9	5.2	79	15	395	14.7
400	160.4	1069.0	5.1	80	17	400	13.5
405	159.1	1074.1	5.1	81	19	405	12.6
410	157.9	1079.1	5.0	82	21	410	11.8
415	156.7	1084.1	5.0	83	23	415	11.2
420	155.6	1089.1	5.0	84	25	420	10.6
425	154.4	1094.0	4.9	85	27	425	10.1
430	153.3	1098.9	4.9	86	29	430	9.6
435	152.2	1103.8	4.9	87	31	435	9.3
440	151.2	1108.6	4.8	88	33	440	8.9
445	150.1	1113.4	4.8	89	35	445	8.6
450	149.1	1118.1	4.8	90	37	450	8.3
455	148.1	1122.8	4.7	91	39	455	8.0
460	147.1	1127.5	4.7	92	41	460	7.8
465	146.1	1132.2	4.7	93	43	465	7.5
470	145.1	1136.8	4.6	94	45	470	7.3
475	144.2	1141.4	4.6	95	47	475	7.1
480	143.2	1146.0	4.6	96	49	480	6.9
485	142.3	1150.5	4.5	97	51	485	6.8
490	141.4	1155.0	4.5	98	53	490	6.6
495	140.5	1159.5	4.5	99	55	495	6.5
500	139.7	1163.9	4.5	100	57	500	6.3
505	138.8	1168.4	4.4	101	59	505	6.2

510	138.0	1172.7	4.4	102	61	510	6.1
515	137.1	1177.1	4.4	103	63	515	5.9
520	136.3	1181.5	4.3	104	65	520	5.8
525	135.5	1185.8	4.3	105	67	525	5.7
530	134.7	1190.1	4.3	106	69	530	5.6
535	133.9	1194.3	4.3	107	71	535	5.5
540	133.2	1198.6	4.2	108	73	540	5.4
545	132.4	1202.8	4.2	109	75	545	5.3
550	131.7	1207.0	4.2	110	77	550	5.2
555	130.9	1211.2	4.2	111	79	555	5.2
560	130.2	1215.3	4.1	112	81	560	5.1
565	129.5	1219.4	4.1	113	83	565	5.0
570	128.8	1223.5	4.1	114	85	570	4.9
575	128.1	1227.6	4.1	115	87	575	4.9
580	127.4	1231.7	4.1	116	89	580	4.8
585	126.7	1235.7	4.0	117	91	585	4.7
590	126.1	1239.7	4.0	118	93	590	4.7
595	125.4	1243.7	4.0	119	95	595	4.6
600	124.8	1247.7	4.0	120	97	600	4.5
605	124.1	1251.6	4.0	121	99	605	4.5
610	123.5	1255.6	3.9	122	101	610	4.4
615	122.9	1259.5	3.9	123	103	615	4.4
620	122.3	1263.4	3.9	124	105	620	4.3
625	121.7	1267.3	3.9	125	107	625	4.3
630	121.1	1271.1	3.9	126	109	630	4.2
635	120.5	1274.9	3.8	127	111	635	4.2
640	119.9	1278.8	3.8	128	113	640	4.1
645	119.3	1282.6	3.8	129	115	645	4.1
650	118.7	1286.3	3.8	130	117	650	4.0
655	118.2	1290.1	3.8	131	119	655	4.0
660	117.6	1293.8	3.7	132	121	660	4.0
665	117.1	1297.6	3.7	133	123	665	3.9
670	116.5	1301.3	3.7	134	125	670	3.9
675	116.0	1305.0	3.7	135	127	675	3.8
680	115.5	1308.7	3.7	136	129	680	3.8
685	114.9	1312.3	3.7	137	131	685	3.8
690	114.4	1316.0	3.6	138	133	690	3.7
695	113.9	1319.6	3.6	139	135	695	3.7
700	113.4	1323.2	3.6	140	137	700	3.7
705	112.9	1326.8	3.6	141	139	705	3.6
710	112.4	1330.4	3.6	142	141	710	3.6
715	111.9	1333.9	3.6	143	143	715	3.6
720	111.5	1337.5	3.5	144	145	720	0.0

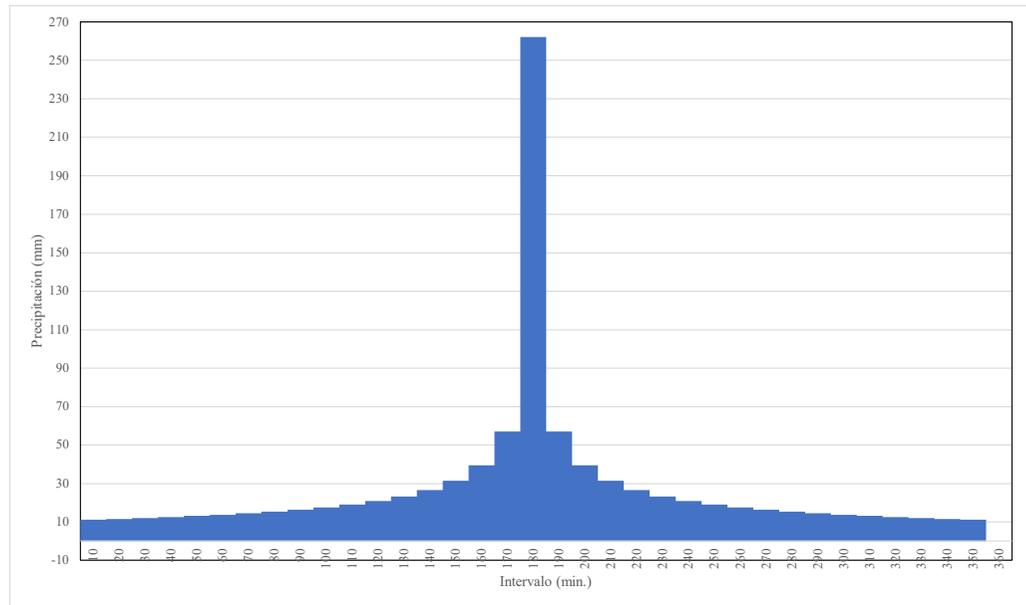
Estación "CALUMA" M0129, INAMHI (2019)

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 20 min:			3043.8501	0.61885	0.16597
20 a 120 min:			3043.8501	0.61885	0.16597
120 a 1440 min:			3043.8501	0.61885	0.16597

$$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$$

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
10	1572.2	262.0	262.0	1	35	10	11.2
20	1023.8	341.3	79.2	2	33	20	11.6
30	796.6	398.3	57.0	3	31	30	12.0
40	666.7	444.5	46.2	4	29	40	12.6
50	580.7	483.9	39.5	5	27	50	13.1
60	518.7	518.7	34.8	6	25	60	13.8
70	471.5	550.1	31.4	7	23	70	14.5
80	434.1	578.9	28.7	8	21	80	15.4
90	403.6	605.4	26.6	9	19	90	16.4
100	378.2	630.3	24.8	10	17	100	17.6
110	356.5	653.6	23.3	11	15	110	19.1
120	337.8	675.6	22.0	12	13	120	20.9
130	321.5	696.5	20.9	13	11	130	23.3
140	307.1	716.5	20.0	14	9	140	26.6
150	294.2	735.6	19.1	15	7	150	31.4
160	282.7	753.9	18.3	16	5	160	39.5
170	272.3	771.5	17.6	17	3	170	57.0
180	262.8	788.5	17.0	18	1	180	262.0
190	254.2	804.9	16.4	19	3	190	57.0
200	246.2	820.8	15.9	20	5	200	39.5
210	238.9	836.2	15.4	21	7	210	31.4
220	232.1	851.2	15.0	22	9	220	26.6
230	225.8	865.7	14.5	23	11	230	23.3
240	220.0	879.9	14.2	24	13	240	20.9
250	214.5	893.7	13.8	25	15	250	19.1
260	209.3	907.2	13.5	26	17	260	17.6
270	204.5	920.3	13.1	27	19	270	16.4
280	200.0	933.1	12.8	28	21	280	15.4
290	195.7	945.7	12.6	29	23	290	14.5
300	191.6	958.0	12.3	30	25	300	13.8
310	187.8	970.1	12.0	31	27	310	13.1
320	184.1	981.9	11.8	32	29	320	12.6
330	180.6	993.4	11.6	33	31	330	12.0
340	177.3	1004.8	11.4	34	33	340	11.6
350	174.2	1016.0	11.2	35	35	350	11.2
360	171.2	1026.9	11.0	36	37	360	0.0

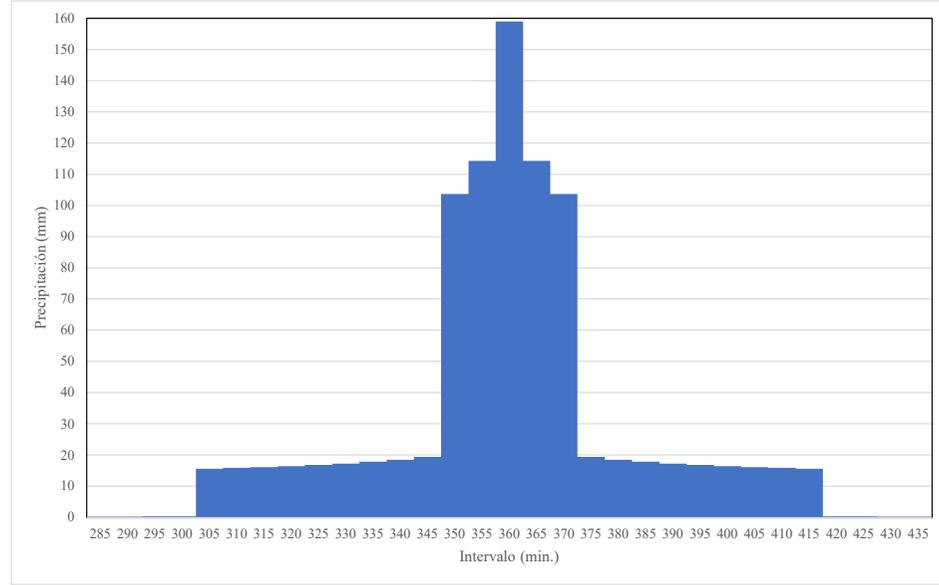


Estación "SAN PABLO ATENAS" M0131 INAMHI
(2019)

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 30 min:			170.2552	0.1649	0.5823
30 a 120 min:		$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$	231.5502	0.175	0.175
120 a 1440 min:			455.1793	0.808	0.1541

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
5	1907.4	158.9	158.9	1	143	5	0.1
10	1701.4	283.6	124.6	2	141	10	0.1
15	1591.3	397.8	114.3	3	139	15	0.1
20	1517.6	505.9	108.0	4	137	20	0.1
25	1462.8	609.5	103.6	5	135	25	0.1
30	285.9	142.9	466.6	6	133	30	0.1
35	278.2	162.3	19.4	7	131	35	0.1
40	271.8	181.2	18.9	8	129	40	0.1
45	266.3	199.7	18.5	9	127	45	0.1
50	261.4	217.8	18.1	10	125	50	0.1
55	257.1	235.7	17.8	11	123	55	0.1
60	253.2	253.2	17.5	12	121	60	0.1
65	249.7	270.5	17.3	13	119	65	0.1
70	246.5	287.5	17.1	14	117	70	0.1
75	243.5	304.4	16.8	15	115	75	0.1
80	240.8	321.0	16.6	16	113	80	0.1
85	238.2	337.5	16.5	17	111	85	0.1
90	235.9	353.8	16.3	18	109	90	0.1
95	233.6	369.9	16.1	19	107	95	0.1
100	231.6	385.9	16.0	20	105	100	0.1
105	229.6	401.8	15.9	21	103	105	0.1
110	227.7	417.5	15.7	22	101	110	0.1
115	226.0	433.1	15.6	23	99	115	0.1
120	19.3	38.7	394.4	24	97	120	0.1
125	18.7	39.0	0.3	25	95	125	0.1
130	18.1	39.3	0.3	26	93	130	0.1
135	17.6	39.6	0.3	27	91	135	0.1
140	17.1	39.8	0.3	28	89	140	0.1
145	16.6	40.1	0.3	29	87	145	0.1
150	16.1	40.4	0.3	30	85	150	0.1
155	15.7	40.6	0.3	31	83	155	0.1
160	15.3	40.9	0.2	32	81	160	0.1
165	15.0	41.1	0.2	33	79	165	0.1
170	14.6	41.4	0.2	34	77	170	0.1
175	14.3	41.6	0.2	35	75	175	0.1
180	13.9	41.8	0.2	36	73	180	0.1
185	13.6	42.0	0.2	37	71	185	0.1
190	13.3	42.2	0.2	38	69	190	0.1
195	13.1	42.5	0.2	39	67	195	0.1
200	12.8	42.7	0.2	40	65	200	0.1
205	12.5	42.9	0.2	41	63	205	0.1
210	12.3	43.1	0.2	42	61	210	0.1
215	12.1	43.3	0.2	43	59	215	0.2
220	11.8	43.4	0.2	44	57	220	0.2
225	11.6	43.6	0.2	45	55	225	0.2
230	11.4	43.8	0.2	46	53	230	0.2
235	11.2	44.0	0.2	47	51	235	0.2



240	11.0	44.2	0.2	48	49	240	0.2
245	10.9	44.4	0.2	49	47	245	0.2
250	10.7	44.5	0.2	50	45	250	0.2
255	10.5	44.7	0.2	51	43	255	0.2
260	10.4	44.9	0.2	52	41	260	0.2
265	10.2	45.0	0.2	53	39	265	0.2
270	10.0	45.2	0.2	54	37	270	0.2
275	9.9	45.4	0.2	55	35	275	0.2
280	9.8	45.5	0.2	56	33	280	0.2
285	9.6	45.7	0.2	57	31	285	0.3
290	9.5	45.8	0.2	58	29	290	0.3
295	9.3	46.0	0.2	59	27	295	0.3
300	9.2	46.1	0.1	59	25	300	0.3
305	9.1	46.3	0.1	59	23	305	15.6
310	9.0	46.4	0.1	59	21	310	15.9
315	8.9	46.5	0.1	59	19	315	16.1
320	8.8	46.7	0.1	59	17	320	16.5
325	8.6	46.8	0.1	59	15	325	16.8
330	8.5	47.0	0.1	59	13	330	17.3
335	8.4	47.1	0.1	59	11	335	17.8
340	8.3	47.2	0.1	59	9	340	18.5
345	8.2	47.4	0.1	59	7	345	19.4
350	8.1	47.5	0.1	59	5	350	103.6
355	8.1	47.6	0.1	59	3	355	114.3
360	8.0	47.8	0.1	59	1	360	158.9
365	7.9	47.9	0.1	59	3	365	114.3
370	7.8	48.0	0.1	59	5	370	103.6
375	7.7	48.1	0.1	59	7	375	19.4
380	7.6	48.3	0.1	59	9	380	18.5
385	7.5	48.4	0.1	59	11	385	17.8
390	7.5	48.5	0.1	59	13	390	17.3
395	7.4	48.6	0.1	59	15	395	16.8
400	7.3	48.7	0.1	59	17	400	16.5
405	7.2	48.8	0.1	59	19	405	16.1
410	7.2	49.0	0.1	59	21	410	15.9
415	7.1	49.1	0.1	59	23	415	15.6
420	7.0	49.2	0.1	59	25	420	0.3
425	7.0	49.3	0.1	59	27	425	0.3
430	6.9	49.4	0.1	59	29	430	0.3
435	6.8	49.5	0.1	59	31	435	0.3
440	6.8	49.6	0.1	59	33	440	0.2
445	6.7	49.7	0.1	59	35	445	0.2
450	6.6	49.8	0.1	59	37	450	0.2
455	6.6	50.0	0.1	59	39	455	0.2
460	6.5	50.1	0.1	59	41	460	0.2
465	6.5	50.2	0.1	59	43	465	0.2
470	6.4	50.3	0.1	59	45	470	0.2
475	6.4	50.4	0.1	59	47	475	0.2
480	6.3	50.5	0.1	59	49	480	0.2
485	6.3	50.6	0.1	59	51	485	0.2
490	6.2	50.7	0.1	59	53	490	0.2
495	6.2	50.8	0.1	59	55	495	0.2
500	6.1	50.9	0.1	59	57	500	0.2
505	6.1	51.0	0.1	59	59	505	0.2
510	6.0	51.1	0.1	59	61	510	0.1
515	6.0	51.2	0.1	59	63	515	0.1
520	5.9	51.3	0.1	59	65	520	0.1
525	5.9	51.3	0.1	59	67	525	0.1
530	5.8	51.4	0.1	59	69	530	0.1
535	5.8	51.5	0.1	59	71	535	0.1

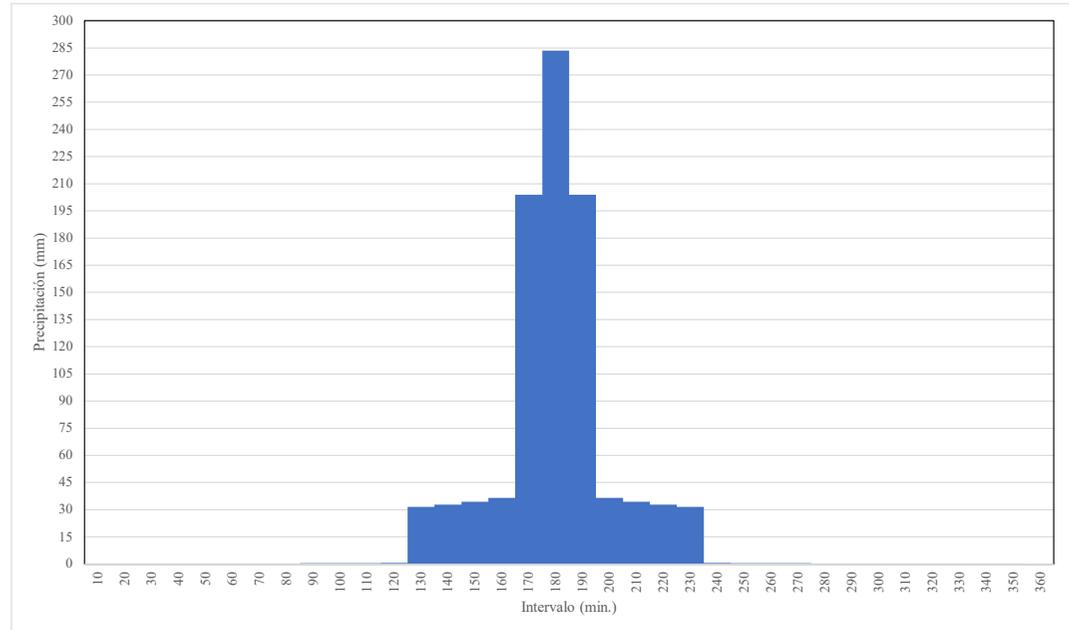
540	5.7	51.6	0.1	59	73	540	0.1
545	5.7	51.7	0.1	59	75	545	0.1
550	5.7	51.8	0.1	59	77	550	0.1
555	5.6	51.9	0.1	59	79	555	0.1
560	5.6	52.0	0.1	59	81	560	0.1
565	5.5	52.1	0.1	59	83	565	0.1
570	5.5	52.2	0.1	59	85	570	0.1
575	5.5	52.3	0.1	59	87	575	0.1
580	5.4	52.3	0.1	59	89	580	0.1
585	5.4	52.4	0.1	59	91	585	0.1
590	5.3	52.5	0.1	59	93	590	0.1
595	5.3	52.6	0.1	59	95	595	0.1
600	5.3	52.7	0.1	59	97	600	0.1
605	5.2	52.8	0.1	59	99	605	0.1
610	5.2	52.8	0.1	59	101	610	0.1
615	5.2	52.9	0.1	59	103	615	0.1
620	5.1	53.0	0.1	59	105	620	0.1
625	5.1	53.1	0.1	59	107	625	0.1
630	5.1	53.2	0.1	59	109	630	0.1
635	5.0	53.3	0.1	59	111	635	0.1
640	5.0	53.3	0.1	59	113	640	0.1
645	5.0	53.4	0.1	59	115	645	0.1
650	4.9	53.5	0.1	59	117	650	0.1
655	4.9	53.6	0.1	59	119	655	0.1
660	4.9	53.7	0.1	59	121	660	0.1
665	4.8	53.7	0.1	59	123	665	0.1
670	4.8	53.8	0.1	59	125	670	0.1
675	4.8	53.9	0.1	59	127	675	0.1
680	4.8	54.0	0.1	59	129	680	0.1
685	4.7	54.0	0.1	59	131	685	0.1
690	4.7	54.1	0.1	59	133	690	0.1
695	4.7	54.2	0.1	59	135	695	0.1
700	4.7	54.3	0.1	59	137	700	0.1
705	4.6	54.3	0.1	59	139	705	0.1
710	4.6	54.4	0.1	59	141	710	0.1
715	4.6	54.5	0.1	59	143	715	0.1
720	4.5	54.6	0.1	59	145	720	0.0

#1 DESBORDAMIENTO!

T = 100 años

Duración, t_d en min:	T [años]	i [mm/h]	c	e	f
5 a 30 min:			170.2552	0.1649	0.5823
30 a 120 min:		$i = \frac{c * T^f}{t_d^e}$	231.5502	0.175	0.175
120 a 1440 min:			455.1793	0.808	0.1541

Duración	Intensidad [mm/h]	Altura acumulada [mm]	Altura incremental [mm]	Número	Números	Tiempo [min]	Precip [mm]
10	1701.4	283.6	283.6	1	35	10	0.3
20	1517.6	505.9	222.3	2	33	20	0.3
30	1419.5	709.7	203.9	3	31	30	0.3
40	271.8	181.2	528.5	4	29	40	0.3
50	261.4	217.8	36.6	5	27	50	0.3
60	253.2	253.2	35.4	6	25	60	0.3
70	246.5	287.5	34.3	7	23	70	0.4
80	240.8	321.0	33.5	8	21	80	0.4
90	235.9	353.8	32.8	9	19	90	0.4
100	231.6	385.9	32.1	10	17	100	0.5
110	227.7	417.5	31.6	11	15	110	0.5
120	19.3	38.7	378.8	12	13	120	0.6
130	18.1	39.3	0.6	13	11	130	31.6
140	17.1	39.8	0.6	14	9	140	32.8
150	16.1	40.4	0.5	15	7	150	34.3
160	15.3	40.9	0.5	16	5	160	36.6
170	14.6	41.4	0.5	17	3	170	203.9
180	13.9	41.8	0.5	18	1	180	283.6
190	13.3	42.2	0.4	19	3	190	203.9
200	12.8	42.7	0.4	20	5	200	36.6
210	12.3	43.1	0.4	21	7	210	34.3
220	11.8	43.4	0.4	22	9	220	32.8
230	11.4	43.8	0.4	23	11	230	31.6
240	11.0	44.2	0.4	24	13	240	0.6
250	10.7	44.5	0.3	25	15	250	0.5
260	10.4	44.9	0.3	26	17	260	0.5
270	10.0	45.2	0.3	27	19	270	0.4
280	9.8	45.5	0.3	28	21	280	0.4
290	9.5	45.8	0.3	29	23	290	0.4
300	9.2	46.1	0.3	30	25	300	0.3
310	9.0	46.4	0.3	31	27	310	0.3
320	8.8	46.7	0.3	32	29	320	0.3
330	8.5	47.0	0.3	33	31	330	0.3
340	8.3	47.2	0.3	34	33	340	0.3
350	8.1	47.5	0.3	35	35	350	0.3
360	8.0	47.8	0.3	36	37	360	0.0

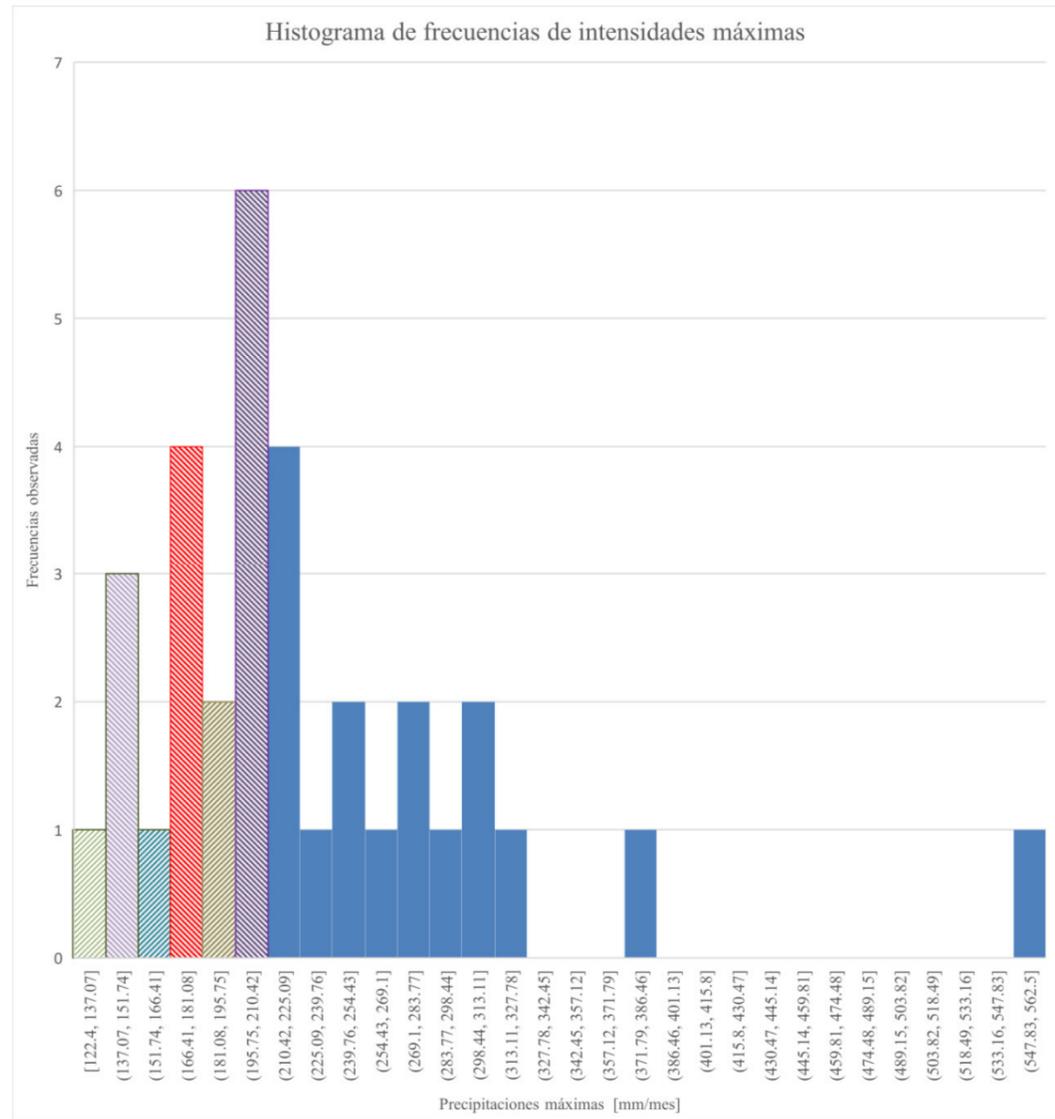


n	Intensidades máx. [mm]
1	548.3
2	377.3
3	320.1
4	304.9
5	301.3
6	294.4
7	274.8
8	270.1
9	267.2
10	247.3
11	246.3
12	236.1909091
13	223.6
14	223.1
15	213
16	211.3
17	208.5
18	206.8090909
19	205.5
20	204.5909091
21	204.0545455
22	203.5
23	191.6
24	190
25	179.2
26	175.9
27	175.7
28	172.7
29	156.6
30	145.2
31	144.8
32	139.9
33	122.4

Datos estadísticos	
Media	229.88
Desviación Estandar	81.06
Sesgo	2.06

Regla de Sturges
 $K = 1 + 3.322(\log n)$

Kn 2.604
 LS 440.9662759
 Li 18.80011526



Ec.1 $y_H = \bar{x} + K_n s_y$

Valores K_n para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n						
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: U. S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de K_n de un lado con un nivel de significancia del 10% para la distribución normal.

n	Año	Intensidad máxima horaria anual [mm/h]
1		548.3
2		377.3
3		320.1
4		304.9
5		301.3
6		294.4
7		274.8
8		270.1
9		267.2
10		247.3
11		246.3
12		236.1909091
13		223.6
14		223.1
15		213
16		211.3
17		208.5
18		206.8090909
19		205.5
20		204.5909091
21		204.0545455
22		203.5
23		191.6
24		190
25		179.2
26		175.9
27		175.7
28		172.7
29		156.6
30		145.2
31		144.8
32		139.9
33		122.4

Parametros de Gumbel	
Uy	0.51979837
Sigmay	1.04807626
α	77.34 mm/h
u	189.68 mm/h

N	33
Media:	229.9 mm/h
Desviación estandar	81.1 mm/h
Max.	548.3
Min.	122.4
A	425.9
k	6.0
R	71.0

Prueba Chi cuadrado

H0	Los datos siguen una distribución de Gumbel con un α de 21,72 mm/h y una u de 78,29 mm/h.
H1	Lo opuesto a H0.

Si el estadístico de prueba no supera el valor crítico con el nivel de significancia considerado, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Si el estadístico de prueba supera el valor crítico con el nivel de significancia considerado, existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alterna.

Cálculo del estadístico de prueba:

Tabla de frecuencias									
i	Intensidades máximas (mm/h)		Frecuencia observada	P(Li)	P(Ls)	P(Li<X<Ls)	Frecuencia Esperada	$n \frac{ f_i - p(x) ^2}{p(x)}$	
Clase No.	Li	Ls							
1	122.4	193.4	11	0.092	0.385	0.385	12.72	0.23	
2	193.4	264.4	13	0.385	0.683	0.298	9.83	1.02	
3	264.4	335.4	7	0.683	0.859	0.176	5.79	0.25	
4	335.4	406.3	1	0.859	0.941	0.082	2.71	1.08	
5	406.3	477.3	0	0.941	0.976	0.035	1.15	1.15	
6	477.3	548.3	1	0.976	0.990	0.024	0.79	0.06	
Total			33				Total	3.79	

Estad. Prueba X²

Cálculo de valores críticos:

v=m-p-1

Nivel significancia	α	0.05
Grados de libertad	v	3
Valor crítico	X ²	7.8147

Grados de libertad	
# clases	6
p	2

Estad. Prueba	Valor crítico
3.79	7.8147

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ²

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

w/p	0.001	0.0025	0.005	0.01	0.025	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
1	10.8274	9.1494	7.8794	6.6349	5.0239	3.8415	2.7055	2.0722	1.6424	1.3233	1.0742	0.8735	0.7083	0.5707	0.4549
2	13.8150	11.9827	10.5965	9.2104	7.3778	5.9915	4.6052	3.7942	3.2189	2.7726	2.4079	2.0996	1.8326	1.5970	1.3863
3	16.2660	14.4520	12.8381	11.3449	9.3484	7.8147	6.2514	5.3170	4.6416	4.1083	3.6649	3.2831	2.9462	2.6430	2.3669
4	18.4602	16.4238	14.6602	13.2767	11.1433	9.4877	7.7794	6.7449	5.9086	5.3853	4.8784	4.4377	4.0446	3.6871	3.3567
5	20.5147	18.3854	16.7496	15.0863	12.8325	11.8705	9.2363	8.1152	7.2893	6.6257	6.0644	5.5731	5.1319	4.7278	4.3515
6	22.4575	20.2491	18.5475	16.8119	14.4494	12.5916	10.6446	9.4461	8.5581	7.8408	7.2311	6.6948	6.2108	5.7652	5.3481
7	24.3213	22.0402	20.2777	18.4753	16.0128	14.0671	12.0170	10.7479	9.8032	9.0371	8.3834	7.8061	7.2832	6.8000	6.3458
8	26.1239	23.7742	21.9549	20.0902	17.5345	15.5073	13.3616	12.0271	11.0301	10.2189	9.5245	8.9094	8.3505	7.8325	7.3441
9	27.8767	25.4625	23.5893	21.6668	19.0228	16.9190	14.6837	13.2880	12.2421	11.3887	10.6564	10.0060	9.4136	8.8632	8.3428
10	29.5879	27.1119	25.1881	23.2093	20.4832	18.3070	15.9872	14.5339	13.4420	12.5489	11.7807	11.0971	10.4732	9.8922	9.3418
11	31.2635	28.7291	26.7569	24.7250	21.9200	19.6752	17.2750	15.7671	14.6314	13.7807	12.8987	12.3836	11.6798	10.9199	10.3410
12	32.9092	30.3192	28.2977	26.2170	23.3367	21.0261	18.4493	16.9893	15.8120	14.8454	14.0111	13.2661	12.4838	11.9463	11.2403
13	34.5274	31.8830	29.8193	27.6802	24.7256	22.3620	19.6119	18.2020	16.9048	15.9839	15.1187	14.4451	13.6356	12.9717	12.3398
14	36.1229	33.4262	31.3194	29.1412	26.1189	23.6808	21.0641	19.4862	18.1588	17.1169	16.2221	15.4299	14.6853	13.9561	13.3393
15	37.6978	34.9494	32.8015	30.5700	27.4884	24.9958	22.3071	20.6630	19.3107	18.2451	17.3217	16.4940	15.7332	15.0197	14.3389
16	39.2518	36.4555	34.2671	31.9999	28.8453	26.2962	23.5418	21.7931	20.4651	19.3689	18.4179	17.5646	16.7795	16.0425	15.3385
17	40.7911	37.9462	35.7184	33.4087	30.1910	27.5871	24.7690	22.9770	21.6146	20.4887	19.5110	18.6330	17.8244	17.0646	16.3382
18	42.3119	39.4220	37.1564	34.8052	31.5264	28.8693	25.9894	24.1555	22.7995	21.6649	20.6014	19.6993	18.6679	18.0860	17.3379
19	43.8194	40.8847	38.5821	36.1908	32.8523	30.1435	27.2036	25.3289	23.9004	21.7178	21.6891	20.7638	19.9102	19.1069	18.3376
20	45.3142	42.3358	39.9969	37.5663	34.1696	31.4104	28.4120	26.4976	25.0375	23.8277	22.7745	21.8265	20.9514	20.1272	19.3374
21	46.7963	43.7750	41.4609	38.9395	35.4790	32.6266	29.5633	27.6230	26.1631	24.8438	23.8277	22.8745	22.0116	21.1272	20.3374

Distribución de Gumbell		
Tr	F(x)=1-1/Tr	x=-ln(-ln(F(x)))^α+u
2.0	0.5	218 mm/h
10.0	0.9	363.7 mm/h
25.0	1.0	437.1 mm/h
50.0	1.0	491.5 mm/h
100.0	1.0	545.5 mm/h

Por otro lado, para 6-2-1 grados de libertad y significancia de 0.05: χ²(3 ; 0.05)=7.4187

Dado que el estimador de prueba es menor al nivel de significancia (1.41 < 7.4187); existe suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula. Por lo tanto; La distribución de intensidades máximas se ajustan a una distribución de Gumbel de α=21.72 y u=89.64 mm/h.

n	Año	Intensidad máxima horaria anual [mm/h]
1	2004	548.3
2	2003	122.4
3	2014	139.9
4	2013	144.8
5	2009	145.2
6	2010	156.6
7	2016	172.7
8	2001	175.7
9	1995	175.9
10	2000	179.2
11	2012	190
12	1999	191.6
13	2011	203.5
14	1996	204.0545455
15	1998	204.5909091
16	2015	205.5
17	2007	206.8090909
18	1997	208.5
19	2008	211.3
20	2005	213
21	2002	223.1
22		223.6
23		236.1909091
24		246.3
25		247.3
26		267.2
27		270.1
28		274.8
29		294.4
30		301.3
31		304.9
32		320.1
33		377.3

Distribución Gamma	
Beta	28.5836
α	8.0425

N	21
Media	229.9 mm/h
Desv. Estand.	81.1 mm/h
Max.	548.3
Min.	122.4
A	425.9
k	6
R	71.0

Distribución de Gumbell		
Tr	F(x)=1-1/Tr	Precipitaciones [mm]
2	0.5	220.43
10	0.9	337.95
25	0.96	389.41
50	0.98	425.17
100	0.99	459.05

Prueba Chi cuadrado

H0	Ho: La distribución de intensidades máximas se ajustan a una distribución Gamma de $\alpha=5,9452$ y $\beta=15,0823$
H1	Lo opuesto a H0.

Si el estadístico de prueba no supera el valor crítico con el nivel de significancia considerado, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Si el estadístico de prueba supera el valor crítico con el nivel de significancia considerado, existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alterna.

Cálculo del estadístico de prueba

Tabla de frecuencias								
i	Intensidades máximas (mm/h)		Frecuencia observada	P(Li)	P(Ls)	P(Li<X<Ls)	Frecuencia Esperada	$\frac{n[f_i - p(x)]^2}{p(x)}$
Clase No.	Li	Ls						
1	122.4	193.4	11	0.068	0.361	0.293	9.669	0.1832
2	193.4	264.4	13	0.361	0.699	0.339	11.179	0.2965
3	264.4	335.4	7	0.699	0.896	0.196	6.478	0.0421
4	335.4	406.3	1	0.896	0.971	0.075	2.491	0.8920
5	406.3	477.3	0	0.971	0.993	0.022	0.732	0.7317
6	477.3	548.3	1	0.993	0.999	0.005	0.178	3.7980
Total			33				Total	5.9437

Cálculo de valores críticos:

$$v=m-p-1$$

Nivel significancia	α	0.05
Grados de libertad	v	3
Valor crítico	χ^2	7.815

Grados de libertad	
# clases	6
p	2

Estad. Prueba	Valor Crítico
5.94	7.815

$$0.05)^2=7.4187$$

Dado que el estimador de prueba es menor al nivel de significancia ($1.3624 < 7.4187$); existe suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula. Por lo tanto; La distribución de intensidades máximas se ajustan a una distribución Gamma de $\alpha=5,9452$ y $\beta=15,0823$ mm/h

n	T (años)	Intensidad máxima horaria anual [mm/h]	Log I
1	2004	548.3	2.739018246
2	2003	122.4	2.087781418
3	2014	139.9	2.145817714
4	2013	144.8	2.160768562
5	2009	145.2	2.161966616
6	2010	156.6	2.194791758
7	2016	172.7	2.237292338
8	2001	175.7	2.244771761
9	1995	175.9	2.245265839
10	2000	179.2	2.253338005
11	2012	190	2.278753601
12	1999	191.6	2.282395505
13	2011	203.5	2.308564414
14	1996	204.0545455	2.309746274
15	1998	204.5909091	2.310886332
16	2015	205.5	2.312811826
17	2007	206.8090909	2.315569626
18	1997	208.5	2.319106059
19	2008	211.3	2.324899497
20	2005	213	2.328379603
21	2002	223.1	2.34849957
22		223.6	2.349471799
23		236.1909091	2.373263178
24		246.3	2.391464412
25		247.3	2.393224116
26		267.2	2.426836454
27		270.1	2.431524584
28		274.8	2.439016728
29		294.4	2.468937806
30		301.3	2.478999132
31		304.9	2.484157424
32		320.1	2.505285674
33		377.3	2.576686805

log pearson	
Beta	0.01
Alfa	309.63

Beta I	8.1516
Lambda	0.0466
E	1.9606

Max	2.7390
min	2.0878
A	0.6512
k	6.00
R	0.11

	I	Log I
N	33	33
Media:	127.959	2.340
Dev. Estand.	81.061	0.133 m3/s
Coef. asimetria	2.064	0.700 m3/s

Skew coefficient C _s or C _w	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
0.50	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.005	

3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Prueba Chi cuadrado

H0	La distribución de intensidades máximas se ajustan a una distribución Log Pearson Tipo III de $\lambda=0.0103$; $\epsilon=0.7916$ y $\beta=110.8$.
H1	Lo opuesto a H0.

Si el estadístico de prueba no supera el valor crítico con el nivel de significancia considerado, no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula.
Si el estadístico de prueba supera el valor crítico con el nivel de significancia considerado, existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alterna.

Cálculo del estadístico de prueba

Tabla de frecuencias								
i	Intensidades máximas (mm/h)		Frecuencia observada	P(Li)	P(Ls)	P(Li<X<Ls)	Frecuencia Esperada	$\frac{n[f_i - p(x)]^2}{p(x)}$
Clase No.	Li	Ls						
1	2.088	2.196	5	0.053	0.172	0.119	3.93	0.29
2	2.196	2.305	6	0.172	0.381	0.209	6.91	0.12
3	2.305	2.413	13	0.381	0.624	0.243	8.02	3.10
4	2.413	2.522	7	0.624	0.819	0.195	6.44	0.05
5	2.522	2.630	1	0.819	0.931	0.112	3.71	1.98
6	2.630	2.739	1	0.931	0.979	0.048	1.57	0.21
Total			33				Total	5.7380

Cálculo de valores críticos

$$v=m-p-1$$

Nivel significancia	α	0.05
Grados de libertad	v	3
Valor crítico	χ^2	7.815

Grados de libertad	
# clases	6
p	2

Estad. Prueba	0.00
Valor Crítico	7.815

DISTRIBUCIÓN DE PEARSON					
Tr [años]	2	10	25	50	100
Kt[sesgo=0,1]	0.017	0.836	1.785	2.107	2.4
Log(I)=x+(S*Kt)	2.343	2.451	2.578	2.621	2.659
I [mm/h]	220.061	282.793	378.167	417.359	456.539

Dado que el estimador de prueba es menor al nivel de significancia (2.3465<5.9915); existe suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula. Por lo tanto; La distribución de intensidades máximas se ajustan a una distribución Log Pearson Tipo III de $\lambda=0.0103$; $\epsilon=0.7916$ y $\beta=110.8$.

Log Pearson tipo III

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (y - \epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\epsilon)}}{x \Gamma(\beta)}$$

donde $y = \log x$

$$\log x \geq \epsilon \quad \lambda = \frac{s_y}{\sqrt{\beta}}$$

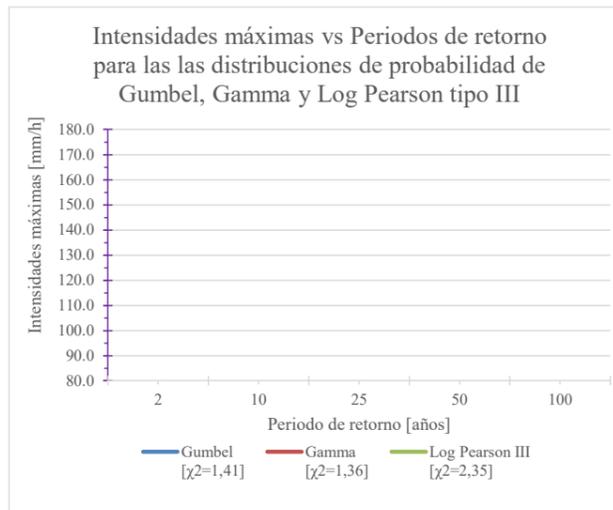
$$\beta = \left[\frac{2}{C_s(y)} \right]^2$$

$$\epsilon = \bar{y} - s_y \sqrt{\beta}$$

(Suponiendo que $C_s(y)$ es)

Distribución	Kr	Tr [años]				
		2	10	25	50	100
Gumbel [$\chi^2=1,41$]	3.79	218.0	363.7	437.1	491.5	545.5
Gamma [$\chi^2=1,36$]	5.94	220.4	337.9	389.4	425.2	459.1
Log Pearson III [$\chi^2=2,35$]	5.74	220.1	282.8	378.2	417.4	456.5

Distribución	Kr	Tr [años]				
		2	10	25	50	100
Gumbel	1.41	86.3	127.2	147.8	163.1	178.2
Gamma	1.36	87.7	120.2	133.9	143.2	151.9
Log Pearson III	2.35	87.4	107.3	136.2	147.7	159.0



Metodo racional

Coefficientes de escurrimiento para ser usados en el método racional.

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Nota: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada con Autorización.

Tabla C-1. Tabla de valores de coeficientes de escurrimiento C

Datos

Zona cultivable, para topografías onduladas ni planas ni montañosas con infiltración del 45%

Por tipo de terreno C Para periodo de retorno de 25 años 0.44

Por cantidad de infiltración C

Area [Hectáreas]

Tr	Qmax = CIA/360	Coeficiente de escurrimiento	Coeficiente de escurrimiento extra	Qmax = CIA/360
10	120.24	0.55	1.00	14.61
25	133.87	0.55	1.10	17.90
50	143.19	0.55	1.20	20.89
100	151.92	0.55	1.25	23.08

Números de curva de escurrimiento para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, Ia = 0.2S)

Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo	A B C D			
		A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación		72	81	88	91
	con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales:	condiciones pobres	68	79	86	89
	condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques:	troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas.	45	66	77	83
	cubierta buena ²	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.					
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75 % o más		39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75 %		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)					
Districtos industriales (72 % impermeables)		81	88	91	93
Residencial³ :					
Tamaño promedio del lote		Porcentaje promedio impermeable ⁴			
1/8 acre o menos		65	77	85	90
1/4 acre		38	61	75	83
1/3 acre		30	57	72	81
1/2 acre		25	54	70	80
1 acre		20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.⁵					
		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados		98	98	98	98
Grava		76	85	89	91
Tierra		72	82	87	89

1. Para una descripción más detallada de los números de curva para los usos agrícolas de la tierra, consulte a Soil Conservation Service, 1972, Cap. 9.
2. Una buena cubierta con pendiente del pastoreo, y los derechos del cultivo de la cubierta del suelo.
3. Los números de curva se calculan suponiendo que la escurrimiento desde las casas y de los accesos se dirige hacia la calle, con un mínimo del agua del techo dirigida hacia el césped donde puede ocurrir infiltración adicional.
4. Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.
5. En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva.

Tabla C-2. Tabla de valores de Números de Curva CN.

Tr	Qmax = CIA/360
10	14.61
25	17.90
50	20.89
100	23.08

Tabla II. Coeficientes de escurrimiento, según Benítez *et al.* (1980), citado por Lemus & Navarro (2003)

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Tabla para determinar 'indistintamente' caudales punta por el método racional y para dimensionar zanjas de infiltración